



**PENERAPAN *INTERNET OF THINGS* (IoT) SEBAGAI
NOTIFIKASI PEMBANTAS DAYA PADA KWH
PASCA BAYAR BERBASIS
MIKROKONTROLER**

**Disusun dan diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menempuh Ujian Akhir
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada Fakultas Sains Dan Teknologi
Universitas Pembangunan Panca Budi**

SKRIPSI

OLEH :

**NAMA : FERBI ABIZAR
NPM : 1814210294
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
MEDAN**

2022

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

JUDUL : PENERAPAN INTERNET OF THINGS (IOT) SEBAGAI NOTIFIKASI
PEMBATAS DAYA PADA KWH METER PASCA BAYAR BERBASIS
MICROCONTROLLER

NAMA : FERBI ABIZAR
N.P.M : 1814210294
FAKULTAS : SAINS & TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI : Teknik Elektro
TANGGAL KELULUSAN : 28 Oktober 2022



DEKAN

KETUA PROGRAM STUDI

Hamdani, ST., MT.

Siti Anisah, S.T., M.T.

DISETUJUI
KOMISI PEMBIMBING

PEMBIMBING I

PEMBIMBING II



Hj Zuraidah Tharo, S.T., M.T.

Amani Darma Tarigan, S.T., M.T.

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai sivitas akademik Universitas Pembangunan Panca Budi, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ferbi Abizar
NPM : 1814210294
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Sains Dan Teknologi
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, meyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Panca Budi Hak Bebas Royalti Non eksklusif (Non exclusive Royalty-free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul: "**Penerapan Internet Of Things (Iot) Sebagai Notifikasi Pembatas Daya Pada Kwh Pasca Bayar Berbasis Mikrokontroler**". Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Universitas Pembangunan Panca Budi berhak menyimpan, mengalih-media/alih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya



Medan, Oktober 2022

FERBI ABIZAR
NPM : 1814210294

PERNYATAAN ORISINALITAS

Denngan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar keserjanaan disuatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya dan pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam skripsi ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.



PENERAPAN *INTERNET OF THINGS* (IoT) SEBAGAI NOTIFIKASI PEMBATAS DAYA PADA KWH PASCA BAYAR BERBASIS MIKROKONTROLER

Ferbi Abizar *

Hj. Zuraidah Tharo**

Amani Darma Tarigan **

Universitas Pembangunan Panca Budi

ABSTRAK

Pada Kwh Pascabayar yang masih ada pelanggan yang melakukan tambah daya secara ilegal, pelanggan sering melakukan pelanggaran-pelanggaran dalam pemakaian arus listrik. Pelanggaran pemakaian arus listrik pihak pelanggan tentunya dapat menimbulkan kerugian bagi pihak PT. PLN hingga saat ini pemakaian daya terpasang tidak sesuai dengan pembatas daya atau MCB yang terdaftar dikarenakan besarnya kebutuhan pemakaian beban pada rumah sehingga secara langsung mengurangi pasokan listrik kepada konsumen listrik atau bisa disebut sebagai penggunaan tenaga listrik yang tidak sesuai dengan Standar Pemasangan dan Surat Perjanjian Jual Beli Tenaga Listrik (SPJBTL) sambungan listrik ilegal juga dapat menyebabkan kerugian oleh PT. PLN (Persero) dan juga dapat menimbulkan bahaya bagi pemakai tenaga listrik. skripsi ini penulis akan merancang sebuah alat pembatas daya pada kwh meter pascabayar dengan memanfaatkan sistem IoT sebagai pengirim notifikasi daya terpakai oleh pengguna yang dapat dipantau melalui aplikasi. Jika pemakaian daya lebih besar daripada 250 watt daya yang ditentukan dalam alat maka IoT akan mengirimkan notifikasi ID pelanggan pada aplikasi blynk sehingga mempermudah petugas P2TL melaksanakan pemeriksaan terhadap pelanggan. Sistem monitoring pemakaian daya menggunakan Internet Of Things (IoT) dan aplikasi blynk dapat digunakan dengan jarak jauh jika aplikasi dan alat masih terhubung dengan jaringan internet

Kata Kunci: Iot, Pembatas Daya, Kwh Pasca Bayar, Mikrokontroler

* Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro:

** Dosen Program Studi Teknik Elektro

IMPLEMENTATION OF INTERNET OF THINGS (IoT) AS POWER LIMIT NOTIFICATION ON KWH POST-PAID-BASED MICROCONTROLLER

Ferbi Abizar *
Hj. Zuraidah Tharo**
Amani Darma Tarigan **

University Of Pembangunan Panca Budi

ABSTRACT

In Postpaid Kwh where there are customers who add power illegally, customers often commit violations in the use of electric current. Violation of the use of electric current on the part of the customer can certainly cause losses for PT. Until now, PLN's installed power usage is not in accordance with the power limit or the registered MCB due to the large demand for load usage at home so that it directly reduces the supply of electricity to electricity consumers or can be referred to as the use of electric power that is not in accordance with Installation Standards and Sales Purchase Agreements. Electric Power (SPJBTL) Illegal electricity connections can also cause losses by PT. PLN (Persero) and can also pose a danger to electricity users. In this thesis, the author will design a power limiting device for postpaid kwh meters by utilizing the IoT system as a sender of notifications on the power used by the user which can be monitored through the application. If the power consumption is greater than the 250 watts of power specified in the device, IoT will send a customer ID notification to the blynk application, making it easier for P2TL officers to check on customers. The power usage monitoring system uses the Internet of Thinks (IoT) and the blynk application can be used remotely if the application and device are still connected to the internet network

Keyword: *lot, Power Limiter, Postpaid Kwh, Microcontroller*

* Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro:

** Dosen Program Studi Teknik Elektro

KATA PENGANTAR

Penulis Mengucapkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada Penulis Sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul “ **Penerapan *Internet Of Thinks (Iot)* Sebagai Notifikasi Pembatas Daya Pada Kwh Pasca Bayar Berbasis Mikrokontroler** ” Penyusunan Skripsi ini sebagai syarat untuk memberbolehkan kelulusan Sarjana Teknik pada Universitas Pembangunan Panca Budi Medan. Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan tidak lepas dari bantuan dan bimbingan dari banyak pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan Skripsi ini, khususnya kepada:

1. Bapak Dr. H. Muhammad Isa Indrawan, S.E, M.M selaku Rektor di Universitas Pembangunan Panca Budi
2. Bapak Hamdani, S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi
3. Ibu Siti Anisah, S.T, M.T Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi
4. Ibu Hj. Zuraidah Tharo, S.T.,M.T Selaku Pembimbing I yang telah memberikan pengalaman, arahan dan pengetahuan selama penyusunan Skripsi ini hingga selesai
5. Bapak Amani Darma Tarigan, S.T, M.T Selaku Pembimbing II yang telah memberikan pengalaman, arahan dan pengetahuan selama penyusunan Skripsi ini hingga selesai
6. Kedua Orang Tua dan sekeluarga yang selalu mendukung, mendoakan, dan mendidik sepenuh hati dalam penyelesaian skripsi ini
7. Sahabat dan Rekan Mahasiswa jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi Medan
8. Semua Pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu yang telah banyak membantu baik moril maupun materi

Penulis juga menyadari bahwa dalam menyusun Skripsi ini masih terdapat berbagai kekurangan, maka dengan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun supaya Skripsi ini menjadi lebih baik lagi. Akhir kata semoga Skripsi ini bermanfaat bagi kita semua, terutama bagi penulis sendiri

Medan, Oktober 2022

FERBI ABIZAR
NPM : 1814210294



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	
ABSTRACT	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metode Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 LANDASAN TEORI	7
2.1 Daya Listrik	7
2.1.1 Segitiga daya	9
2.2 Beban Listrik	10
2.2.1 Karakteristik beban listrik	13
2.3 Kebutuhan Maksimum	14
2.3.1 Faktor Kebutuhan (<i>Demand Factor</i>)	14
2.3.2 Faktor Kapasitas	15
2.3.3 Faktor Beban	15
2.4 kWh Meter	15
2.4.1 kWh Meter Analog	16
2.4.2 Kwh Meter Digital	17
2.5 Mikrokontroler	19
2.5.1 Arsitektur Mikrokontroler	21
2.5.2 Jenis-Jenis Mikrokontroler	23
2.6 NodeMcu	24
2.6.1 Versi NodeMCU	26
2.7 Perangkat Lunak <i>Software</i>	30
2.8 IoT (<i>Internet of Thing</i>)	33

2.9	Aplikasi <i>Blynk</i>	34
2.10	PZEM-004T	35
2.11	<i>Liquid Cristal Display</i> (LCD)	39
2.12	Cara Kerja <i>Liquid Cristal Display</i> (LCD)	41
2.13	I ² C/TWI Connector	42
2.14	<i>Power Suplay</i> (Catu Daya)	44
	2.14.1 Klasifikasikasi Umum Power Supply	44
	2.14.2 Prinsip Kerja DC Power Supply	46
2.15	Regulator Tegangan	47
2.16	Modul LM 2596	49
BAB 3 PERANCANGAN ALAT		51
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	51
3.2	Alat dan bahan	51
3.3	<i>Hardware</i>	52
	3.3.1 Blok Diagram	52
	3.3.2 Rangkaian Sistem Minimum NodeMCU	53
	3.3.3 Rangkaian Sensor PZEM 004t	55
	3.3.4 Rankgian Regulator Tegangan LM2596	56
3.4	<i>Software</i>	57
	3.4.1 Konfigurasi IDE Arduino	57
	3.4.2 <i>Flowchart</i>	61
BAB 4 HASIL DAN ANALISA		64
4.1	Pengujian Catudaya	64
4.2	Pengujian <i>Output</i> Regulator Tegangan	65
4.3	Pengujian Sensor PZEM-004T Pada Terminal 1 Sebagai kWh	66
4.4	Pengujian Sensor PZEM-004T Pada Terminal 2 Sebagai kWh	68
4.5	Pengujian Sensor PZEM-004T Pada Terminal 3 Sebagai kWh	69
BAB 5 PENUTUP		72
5.1	Kesimpulan	72
5.2	Saran	72
DAFTAR PUSTAKA		73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Segitiga daya.....	9
Gambar 2.2	kWh Meter Analog.....	16
Gambar 2.3	Konstruksi kWh meter.....	16
Gambar 2.4	kWh meter Digital.....	18
Gambar 2.5	IC Mikrokontroler.....	20
Gambar 2.6	NodeMCU.....	25
Gambar 2.7	Generasi Pertama NodeMCU.....	27
Gambar 2.8	Skematik Posisi Pin NodeMCU Devkit V1.....	27
Gambar 2.9	NodeMCU Devkit V2.....	28
Gambar 2.10	Skematik Posisi Pin NodeMCU Devkit V2.....	28
Gambar 2.11	Generasi ketiga / <i>board</i> v 1.0 (biasa disebut V3 Lolin).....	29
Gambar 2.12	Skematik Posisi Pin NodeMCU Devkit V3.....	29
Gambar 2.13	Arduino Integrated Development Environment.....	30
Gambar 2.14	Tampilan Toolbar Arduino.....	31
Gambar 2.15	Struktur IDE.....	32
Gambar 2.16	Integrasi <i>Internet of Thing</i> (IoT).....	34
Gambar 2.17	Cara Kerja Blynk.....	35
Gambar 2.18	Modul Sensor PAEM-004T.....	36
Gambar 2.19	Blok Diagram PZEM 004T.....	37
Gambar 2.20	Wiring Diagram PZEM 004T.....	37
Gambar 2.21	<i>Liquid Cristal Display</i>	40
Gambar 2.22	Konfigurasi fisik I ² C/TWI.....	43
Gambar 2.23	Komunikasi 4 kabel I ² C.....	43
Gambar 2.24	Diagram Blok Power Supply.....	47
Gambar 2.25	Rangkaian Fixed Voltage Regulator.....	49
Gambar 2.26	Modul LM2596.....	50
Gambar 3.1	Blok Diagram.....	53
Gambar 3.2	Skema Sistem Minimum NodeMcu.....	54
Gambar 3.3	Rangkaian Sensor PZEM 004t.....	55
Gambar 3.4	Rangkaian Regulator Tegangan LM2596.....	56
Gambar 3.5	Rangkaian Keseluruhan.....	57
Gambar 3.6	menu preferences.....	58
Gambar 3.7	menu Board Manager.....	59
Gambar 3.8	Memilih <i>board</i> ESP8266.....	59
Gambar 3.9	<i>library Blynk</i>	60
Gambar 3.10	<i>library manager</i>	60
Gambar 3.11	<i>Menu library blink</i>	61
Gambar 3.12	<i>Flowchart</i>	62
Gambar 4.1	Pengujian Keluaran Catu Daya.....	64
Gambar 4.2	Pengujian Terminal 1.....	66
Gambar 4.3	Tampilan Pengujian 1 IoT pada Aplikasi.....	67
Gambar 4.4	Pengujian Terminal 2.....	68

Gambar 4.5 Tampilan Pengujian 2 IoT pada Aplikasi 69
Gambar 4.6 Pengujian Terminal 3 70
Gambar 4.7 Tampilan Pengujian 3 IoT pada Aplikasi 70



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	PIN Liquid Cristal Display LCD 16x2.....	40
Tabel 2.2	Spesifikasi IC Regulator LM78XX	48
Tabel 4.1	Pengukuran Ujikesetabilan catu daya.....	65
Tabel 4.2	Hasil Pengujian IC Regulator.....	66
Tabel 4.3	Pengujian Pemakaian Daya Pada kWh 1	67
Tabel 4.4	Pengujian Pemakaian Daya Pada kWh 2	69
Tabel 4.5	Pengujian Pemakaian Daya Pada kWh 3	71
Tabel 4.6	Pengujian Pemakaian Daya Pada Keseluruhan	71



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik merupakan salah satu kebutuhan penting bagi manusia dalam menjalankan aktivitas sehari-hari. Hampir semua gerak aktivitas manusia ditunjang dengan alat-alat elektronik yang tentunya memerlukan tenaga listrik. Untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrikpun sekarang tidaklah murah, listrik sekarang mempunyai nilai jual tersendiri, Di Indonesia tenaga listrik dikelola oleh Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yaitu PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN Persero). Jadi untuk mendapatkan tenaga listrik harus membuat kontrak perjanjian jual beli dahulu dengan PLN. Tetapi karena harga listrik mahal maka ada juga orang-orang yang berupaya mendapatkannya dengan cara ilegal atau tidak sah, dengan cara mencuri aliran listrik tersebut untuk memenuhi kebutuhan pribadinya.

Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL) merupakan program yang dibentuk oleh PT. PLN (Persero) dalam mengatasi salah satu penyebab berkurangnya pasokan energi listrik pada faktor non-teknis yang disebabkan banyaknya sambungan listrik ilegal, khususnya pada Kwh Pascabayar yang masih ada pelanggan yang melakukan tambah daya secara illegal, pelanggan sering melakukan pelanggaran-pelanggaran dalam pemakaian arus listrik. Pelanggaran pemakaian arus listrik pihak pelanggan tentunya dapat menimbulkan kerugian bagi pihak PT. PLN hingga saat ini pemakaian daya terpasang tidak sesuai dengan pembatas daya atau MCB yang

terdaftar dikarenakan besarnya kebutuhan pemakaian beban pada rumah sehingga secara langsung mengurangi pasokan listrik kepada konsumen listrik atau bisa disebut sebagai penggunaan tenaga listrik yang tidak sesuai dengan Standar Pemasangan dan Surat Perjanjian Jual Beli Tenaga Listrik (SPJBTL) sambungan listrik ilegal juga dapat menyebabkan kerugian oleh PT. PLN (Persero) dan juga dapat menimbulkan bahaya bagi pemakai tenaga listrik. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka PT. PLN (Persero) melakukan upaya pencegahan dan penangkalan melalui program P2TL, yang berguna untuk menertibkan pengguna tenaga listrik yang tidak sesuai dengan SPJBTL, seluruh kerugian kemudian dapat dihilangkan atau diminimalisir. (RUPTL 2018-2027 – PLN)

Berdasarkan pembahasan di atas dalam penulisan skripsi ini penulis akan merancang sebuah alat pembatas daya pada kwh meter pascabayar dengan memanfaatkan sistem IoT sebagai pengirim notifikasi daya terpakai oleh pengguna yang dapat dipantau melalui aplikasi blink dengan kode ID Pelanggan, sehingga penertiban dapat dilakukan dengan cepat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas maka rumusan masalah ini adalah:

1. Bagaimana Penerapan *Internet Of Things* (IoT) Sebagai Notifikasi Pembatas Daya Pada Kwh Pasca Bayar?

2. Bagaimana Sistem Kerja *Internet Of Thinks* (Iot) Sebagai Notifikasi Pembatas Daya Pada Kwh Pasca Bayar?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan yang semakin meluas maka penulisan perlu membatasi penelitian ini dalam beberapa hal:

1. Perancangan alat menggunakan Mikrokontroler NodeMcu
2. Perancangan dilakukan Menggunakan ID Pelanggan Kwh Paca Bayar
3. Menggunakan Aplikasi Blynk dan jaringan internet sebagai pengirim notifikasi

1.4 Tujuan Penelitian

Adapaun tujuan dari penulisan skripsi ini adalah:

1. Menerapkan *Internet Of Thinks* (Iot) Sebagai pesan Notifikasi Pembatas Daya Pada Kwh Pasca Bayar yang melebihi kapasitas daya terdaftar
2. Mengirimkan pesan notifikasi pada aplikasi blynk jika beban melebihi kapasitas daya terdaftar

1.5 Manfaat Penelitian

Pembuatan skripsi ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Untuk mempermudah P2TL dalam melakuka penertiban pemakaian daya listrik ilegal

2. Sebagai sarana untuk menerapkan ilmu pengetahuan, kemampuan dan keterampilan dalam bentuk sebuah produk teknologi yang lebih baik
3. Sebagai pembelajaran untuk kemajuan teknologi dalam pengontrolan atau monitoring sistem pemakaian daya listrik ilegal khususnya pada kwh pascabayar

1.6 Metode Penelitian

Metode Penelitian yang dilakukan ada beberapa tahap antara lain:

1. Studi Literatur

Studi ini digunakan untuk memperoleh informasi tentang teori-teori dasar sebagai sumber penulisan skripsi ini. Informasi dan pustaka yang berkaitan dengan masalah ini diperoleh dari literatur, penjelasan yang diberikan dosen pembimbing, rekan-rekan mahasiswa, Jurnal dan buku-buku yang berhubungan dengan skripsi ini.

2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan tahap awal untuk mencoba memahami, menerapkan, dan menggabungkan semua literatur yang diperoleh maupun yang telah dipelajari.

3. Uji Sistem

Uji sistem ini berkaitan dengan pengujian sistem.

4. Metode Analisis

Metode ini merupakan pengamatan terhadap data yang diperoleh dari alat ini. Setelah itu dilakukan analisis sehingga dapat ditarik kesimpulan dan saran saran untuk pengembangan lebih lanjut

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pemahaman pembahasan skripsi ini maka penulis menyajikan dalam beberapa bab sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari latar belakang pembuatan skripsi, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan

BAB 2 LANDASAN TEORI

Pada bab ini mengemukakan teori-teori yang mendukung dan yang melandasi dari masalah yang akan dibahas pada penulisan skripsi ini

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini membahas tentang sistem perancangan dan penerapan IoT sebagai pesan notifikasi pembatas daya yang kan dibahas untuk mempercepat tim P2TL dalam melakukan pemeriksaan pemakaian Listrik ilegal

BAB 4 HASIL DAN ANALISA

Pada bab ini mejabarkan analisis tentang hasil hasil pengukuran, perancangan pada penelitian yang telah dibahas di bab senelumnya

BAB 5 PENUTUP

Bab ini membahas kesimpulan dari pembahasan sistem perancangan alat untuk meningkatkan hasil akhir yang lebih baik diberikan saran- saran terhadap hasil pembuatan skripsi

DAFTAR PUSTAKA

Refrensi-refrensi pendukung dalam penulisan skripsi ini untuk menghindari terjadinya kesamaan dalam penulisan atau plagiat



BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Daya Listrik

Daya Listrik atau dalam bahasa Inggris disebut dengan Electrical Power adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah sirkuit/rangkaian. Sumber Energi seperti Tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik sedangkan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut. Dengan kata lain, Daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam sebuah sirkuit atau rangkaian listrik. Terdapat 3 jenis daya listrik, yaitu daya nyata, daya reaktif, dan daya semu:

1. Daya aktif (*Active Power*) adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Atau dengan kata lain daya aktif adalah daya sesungguhnya yang dibutuhkan oleh beban. Satuan daya aktif adalah Watt

$$P = V I \cos \varphi \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan:

P = Daya Nyata (W)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

$\cos \varphi$ = Faktor Daya

2. Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. satuan untuk daya reaktif adalah VAR (*Volt Ampere Reactive*)

$$Q = V I \sin \varphi \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan:

Q = Daya Reaktif (VAR)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

$\sin \varphi$ = Faktor Reaktif

3. Daya semu merupakan gabungan dari daya nyata dengan daya reaktif. dan satuan yang digunakan daya semu adalah VA (*Volt Ampere*)

$$S = V I \quad (2.3)$$

Dengan:

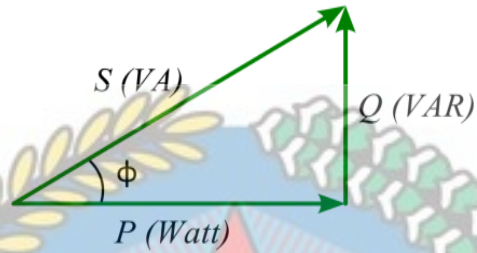
S = Daya Semu (VA)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

Faktor daya minimal yang harus dipenuhi oleh beban yang tersambung ke jaringan PLN adalah 0,85 lagging. Pelanggan akan dikenai denda jika memiliki faktor daya kurang dari batasan minimal tersebut. Denda tersebut dapat dikurangi atau dihilangkan dengan cara pemasangan kompensasi daya reaktif di sisi beban. Besar kecilnya rugi-rugi yang terjadi selama operasional suatu peralatan dapat dijadikan alat ukur efisiensi mesin atau peralatan listrik yang bersangkutan. Efisiensi mesin yang berputar/bergerak berkisar antara 50% hingga 60% karena terjadi rugi gesek dan angin. Pada trafo rugi-rugi tidak muncul karena trafo tidak memiliki bagian yang berputar/bergerak. (Muhammad Ali, 2018)

2.1.1 Segitiga daya



Gambar 2.1 Segitiga daya
 Sumber: (Muhammad Ali, 2018)

Hubungan antara ketiga daya tersebut:

$$S = V I \dots\dots\dots (2.4)$$

$$P = S \cos \varphi \dots\dots\dots (2.5)$$

$$Q = S \sin \varphi \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana:

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

S = daya semu (VA)

P = daya aktif (Watt)

Q = daya reaktif (VAR)

Mencari Sin φ , Cos φ , dan Tan φ :

$$\sin \varphi = \frac{Q}{S} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \dots\dots\dots (2.8)$$

$$\tan \varphi = \frac{Q}{P} \dots\dots\dots (2.9)$$

2.2 Beban Listrik

Untuk merencanakan suatu sistem distribusi tenaga listrik maka salah satu hal yang harus diperhatikan merupakan beban listrik. Untuk mengetahui beban listriknya ada beberapa hal yang perlu diperhatikan. Jenis beban listrik menurut daerah biasanya digolongkan banyak hal yaitu:

1. Jenis Beban

a. Berdasarkan lingkungan atau lokasi

- 1) Beban pusat perkantoran
- 2) Beban perumahan
- 3) Beban perumahan luar kabupaten
- 4) Beban pedesaan

b. Berdasarkan jenis pelanggan

- 1) Pelanggan umum
- 2) Pelanggan industri

c. Berdasarkan jadwal pelayanan

- 1) Beban perumahan
- 2) Beban penerangan jalan
- 3) Beban perkantoran
- 4) Beban industri

d. Berdasarkan jenis pelanggan

e. Beban perumahan

Beban perumahan merupakan beban yang dilayani oleh trafo distribusi yang terdiri dari seluruh atau sebagian besar merupakan tempat tinggal

penduduk. Pada beban perumahan kebutuhan maksimum biasanya berlangsung di malam hari jam 17:00 – 22:00 dan biasanya sangat bervariasi sesuai dengan kebiasaan penduduk setempat dalam mengkonsumsi energi listrik. Jumlah anggota rumah tangga menjadi salah satu faktor penentu pemakaian energi listrik yang dikonsumsi rumah tangga, sebagian besar digunakan untuk penerangan, peralatan rumah tangga seperti TV, radio, setrika, pompa air, keperluan memasak dan lain sebagainya. (Muhammad Ali, 2018)

2. Beban usaha bisnis

Beban usaha merupakan beban pelanggan yang terdiri dari suatu kelompok perdagangan atau usaha seperti pertokoan, rumah makan, dan lain sebagainya. Pada umumnya beban komersial ini terletak di pusat kabupaten. Beban puncak umumnya terjadi pada pagi hari sekitar pukul 09:00 sampai malam hari kira-kira 21:00.

3. Beban sosial (publik)

Beban sosial merupakan beban pelanggan yang terdiri dari tempat-tempat sosial seperti rumah sakit, sekolah, tempat beribadah dan lain sebagainya.

Beban puncak umumnya terjadi pada siang hari dan malam hari

4. Beban industri

Beban industri merupakan beban pelanggan yang terdiri dari kelompok pabrik-pabrik atau industri. Beban ini biasanya terpisah dari perumahan penduduk untuk mencegah terjadinya fluktuasi tegangan yang sering terjadi di industri yang mengganggu peralatan rumah tangga setempat. Beban yang

biasnya terdapat di industri berupa lampu sebagai penerangan dan motor-motor listrik. Kapasitas daya yang digunakan oleh industri pada umumnya lebih besar dibandingkan dengan pelanggan lainnya. Beban puncak biasanya terjadi pada siang hari karena motor-motor listrik beroperasi atau memproduksi saat-saat tersebut

5. Beban pemerintahan

Beban pemerintahan merupakan jenis beban yang digunakan untuk instansi pemerintahan dan penerangan jalan

6. Analisis beban sistem

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. Pembagian kelompok perkiraan beban yaitu:

1. 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

2. 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

3. 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. (*Muhammad Ali, 2018*)

2.2.1 Karakteristik beban listrik

Karakteristik beban merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam perencanaan operasi sistem tenaga listrik. Dengan karakteristik beban, maka pengoperasian sistem tenaga listrik dapat diatur sedemikian rupa sehingga dapat diharapkan suatu operasi sistem tenaga listrik yang optimal. Dalam mempelajari karakteristik beban listrik ada beberapa istilah yang perlu diketahui, yaitu:

1. Beban terpasang

Semua beban yang mungkin dipasang pada suatu saat, beban terpasang menyatakan kemungkinan kebutuhan beban paling besar

2. Beban terpakai

Keseluruhan beban yang terpakai pada saat satu waktu tertentu

3. Beban terukur

Jumlah beban yang terukur pada saat tertentu dengan menggunakan alat ukur

4. Beban maksimum

Kebutuhan keseluruhan sistem atau instalasi yang palig besar yang terjadi pada selang waktu tertentu

5. Faktor kebutuhan

Perbandingan antara beban maksimum suatu sistem dengan keseluruhan beban yang terpasang pada sistem tersebut. (Muhammad Ali, 2018)

2.3 Kebutuhan Maksimum

Beban puncak (kebutuhan maksimum) dari suatu instalasi didefenisikan sebagai suatu beban (kebutuhan) yang terbesar yang terjadi selama perioda tertentu. Perioda tertentu dapat dalam satu hari, satu bulan, maupun satu tahun

2.3.1 Faktor Kebutuhan (*Demand Factor*)

Faktor kebutuhan adalah perbandingan antara kebutuhan maksimum (beban puncak) terhadap total daya tersambung. Jumlah daya tersambung adalah jumlah dari daya tersambung dari seluruh beban dari setiap beban konsumen. Rumus yang digunakan adalah:

$$Faktor\ Kebutuhan(FK) = \frac{Faktor\ Kebutuhan\ Maksimum}{Jumlah\ Daya\ Terpasang} \dots\dots\dots (2.10)$$

2.3.2 Faktor Kapasitas

$$\text{Faktor Kapasitas} = \frac{\text{Beban Rata - Rata Normal}}{\text{Beban Terpasang}} \dots\dots\dots (2.11)$$

Sedangkan untuk mengetahui beban rata-rata dalam suatu kelompok beban listrik dapat ditentukan berdasarkan definisi berikut:

$$\text{Beban Rata - Rata} = \frac{\text{kWH yang digunakan dalam satu priode}}{\text{Jumlah Jam satu priode}} \dots\dots\dots (2.12)$$

2.3.3 Faktor Beban

Faktor beban adalah perbandingan antara beban rata-rata dan beban puncak dalam periode tertentu. Beban rata-rata dan beban puncak dapat dinyatakan dalam kilowatt, kilovolt-ampere, ampere, dan sebagainya tetapi satuan keduanya harus sama. Faktor beban dapat dihitung untuk periode tertentu biasanya periode harian, bulanan, tahunan. (Muhammad Ali, 2018)

$$\text{Faktor Beban} = \frac{\text{Beban Rata - Rata Priode Tertentu}}{\text{Beban Puncak Priode Tertentu}} \dots\dots\dots (2.13)$$

2.4 kWh Meter

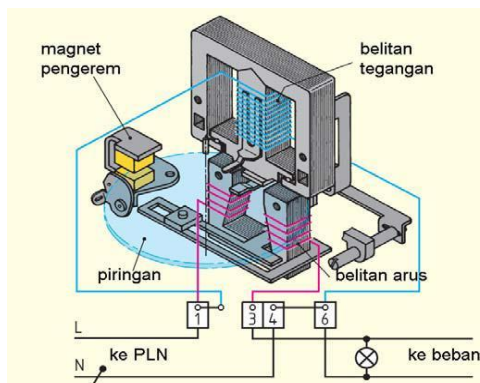
kWh meter merupakan alat ukur yang digunakan untuk menjumlah energi listrik seluruhnya yang dipakai pada waktu tertentu. Pemakaian energi listrik di industri maupun rumah tangga menggunakan satuan kWh. Alat yang digunakan untuk mengukur energi pada industri dan rumah tangga dikenal dengan watt hour meters. Dalam penggunaannya kWh ada dua jenis yaitu: kWh meter Pascabayar dan kWh meter Prabayar. (PT PLN (Persero) Tahun 2010)

2.4.1 kWh Meter Analog



Gambar 2.2 kWh Meter Analog
Sumber: Penulis, 2022

Gambar diatas merupakan gambar dari kWh meter analog salah satu salah satu kWh meter yang biasadipakaipada tarif listrik reguler/pascabayar. Konstruksi dari kWh meter analog dapat digambarkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.3 Konstruksi kWh meter
Sumber: (PT PLN (Persero) Tahun 2010)

Bagian-bagian kWh meter dapat dijelaskan Diantara piringan kWh meter ditempatkan dengan dua buah bantalan (atas dan bawah) yang berfungsi agar piringan

dapat berputar dengan mendapat gesekan sekecil mungkin. Rem magnet terbuat dari magnet permanen, mempunyai satu pasang kutub (utara dan selatan) yang berfungsi untuk mengerem/menetralkan ayunan perputaran piringan. Roda gigi dan alat pencatat (register), sebagai media transmisi perputaran piringan, sehingga alat pencatat merasakan adanya perputaran untuk mencatat jumlah energi yang diukur oleh kWh meter. Kumpulan tegangan terdiri atas kWh meter 1 fasa sebanyak 1 set, KWH meter 3 fasa 3 kawat sebanyak 2 set dan KWH meter 3 fasa 4 kawat sebanyak 3 set. Kumpulan arus sama jumlah setnya dengan kumpulan tegangan. Pada kumpulan arus dilengkapi dengan kawat tahanan atau lempengan besi yang berfungsi sebagai pengatur cosinus phi (faktor kerja).

2.4.2 Kwh Meter Digital

kWh meter digital merupakan kWh meter yang dirancang dengan menggunakan komponen elektronik sebagai pemroses utama. kWh meter digital dalam penggunaannya terdapat dua jenis yaitu pascabayar dan prabayar. Cara kerja kWh meter digital pascabayar sama dengan kWh meter analog. Sedangkan kWh meter digital prabayar dilengkapi dengan display informasi, keypad untuk memasukkan angka kode token/Stroom atau perintah lainnya. Secara teknis operasional sistem listrik prabayar dikenal ada 2 sistem yaitu sistem 1 (satu) arah dan sistem 2 (dua) arah, perbedaan yang mendasar pada operasionalnya untuk listrik prabayar 1 (satu) arah adalah komunikasi antara meter prabayar dengan vending sistem adalah melalui media token berupa 20 digit angka yang dimasukkan pada keypad kWh meter prabayar, sedangkan pada sistem 2 arah komunikasi antara vending sistem dengan meter prabayar melalui media Smart card/smart key yang di

isi ulang melalui card charger kemudian dimasukkan pada kWh meter prabayar. Salah satu contoh pada kWh meter dengan sistem 1 (satu) arah adalah KWH merek Actaris ACE9000 IBS. Berikut ini adalah fitur-fitur yang ada pada kWh meter prabayar. Fitur standar:

1. Label Informasi : Informasi umum untuk mengetahui nomor meter, daya maksimal.
2. Indikator LED Rate, 1000 pulsa/kWh: Informasi untuk mengetahui ketika pulsa hampir habis,
3. Indikator Contactor ON/OFF : Informasi untuk mengetahui status light
4. Segel Metrologi: Informasi untuk mengetahui segel tera dan segel metrologi.
5. LCD 7 segment untuk 8 karakter : Informasi untuk pengisian Token.
6. Keypad dengan lapis karet



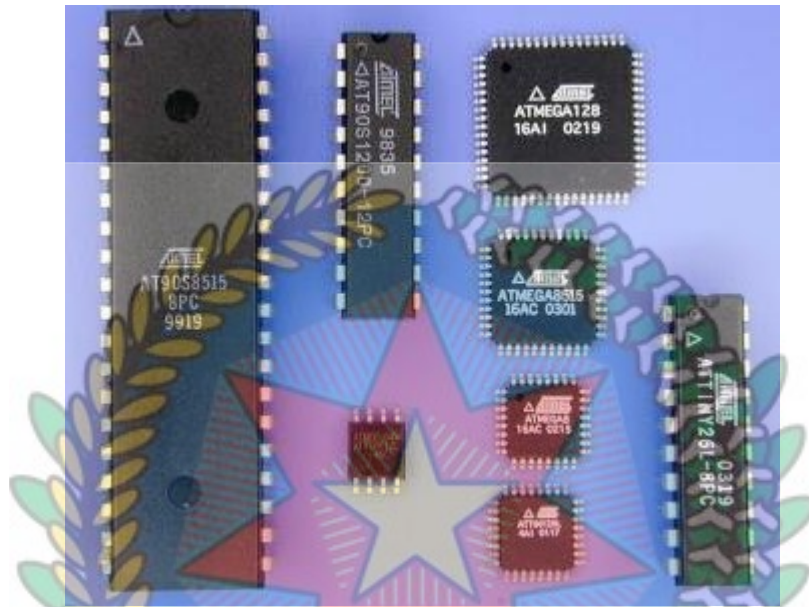
Gambar 2.4 kWh meter Digital
 Sumber: (PT PLN Persero) Tahun 2010)

Satu fasa 2-kawat, yaitu 1 kawat Fasa dan 1 kawat Netral, Range Voltage :
230V 50Hz atau 120V 60Hz, Range Arus Imin=10A dan Imax=60A.

Cara kerja kWh meter digital secara umum adalah dengan menghitung secara digital jumlah penggunaan energi listrik pelanggan. Untuk mendeteksi atau mengukur tegangan dan arus listrik digunakan sensor arus. Keluaran dari sensor tersebut akan dikonversi menjadi data digital yang kemudian akan diolah pada bagian mikrokontroler untuk menghasilkan harga atau jumlah pemakaian listrik pelanggan yang kemudian akan ditampilkan pada LCD. Selain ditampilkan pada LCD, data juga disimpan pada memori. Data yang tersimpan pada memori tidak hanya data dari kWh meter saja, tetapi juga nilai dari besaran pulsa. Besaran pulsa didefinisikan dengan angka-angka tertentu sebagai kode voucher. Apabila kode voucher yang dimasukkan itu benar, maka besar pulsa kWh akan bertambah dan akan berkurang seiring dengan pemakaian daya PLN. Kode voucher dimasukkan melalui keypad dan kode yang telah dimasukkan tidak dapat digunakan lagi. Data ini tidak boleh hilang saat tidak ada supply, oleh karena itu diperlukan sebuah mikrokontroler yang memiliki EEPROM internal. Relay digunakan untuk memutuskan daya PLN bila pulsa prabayar habis.

2.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil ("special purpose computers") di dalam satu IC yang berisi CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan paralel, Port input/output, ADC. Mikrokontroler digunakan untuk suatu tugas dan menjalankan suatu program



Gambar 2.5 IC Mikrokontroler

Sumber: Ahmad Risal, 2017

Mikrokontroler ini adalah ilmu terapan yang pengaplikasiannya dapat kita temui di kehidupan sehari-hari seperti jam digital, televisi, sistem keamanan rumah, dll. Mikrokontroler juga sangat banyak digunakan dalam penelitian dan pengembangan yang dilakukan oleh peneliti, dosen, guru, bahkan sekarang banyak mahasiswa yang mengangkat judul tesis/sekripsi/tugas akhir dengan berbasiskan mikrokontroler. Mikrokontroler adalah komponen yang sangat umum dalam sistem elektronika modern. Penggunaannya sangat luas, dalam kehidupan kita sehari-hari baik di rumah, kantor, rumah sakit, bank, sekolah, industri, dll. Mikrokontroler digunakan dalam sejumlah besar sistem elektronika seperti : sistem manajemen mesin mobil, keyboard komputer, alat ukur elektronik (multimeter digital, synthesizer frekuensi, dan osiloskop), televisi, radio, telepon digital, mobile phone, microwave oven, printer, scanner, kulkas, pendingin ruangan, CD/DVD player, kamera, mesin

cuci, PLC (programmable logic controller), robot, sistem otomasi, sistem akuisisi data, sistem keamanan, sistem EDC (Electronic Data Capture), mesin ATM, modem, router, dll.(Ahmad Risal, 2017)

Mikrokontroler dapat kita gunakan untuk berbagai aplikasi misalnya untuk pengendalian, otomasi industri, akuisisi data, telekomunikasi, dan lain-lain. Keuntungan menggunakan mikrokontroler yaitu harganya murah, dapat diprogram berulang kali, dan dapat kita program sesuai dengan keinginan kita. Saat ini keluarga mikrokontroler yang ada dipasaran yaitu intel 8048 dan 8051 (MCS51), Motorola 68HC11, microchip PIC, hitachi H8, dan atmel AVR.

2.5.1 Arsitektur Mikrokontroler

Berdasarkan arsitekturnya, mikrokontroler dibagi menjadi : CISC dan RISC

1. CISC (Complex Instruction Set Computer) Mikroprosesor CISC merupakan jenis mikrokontroler yang memiliki jumlah instruksi yang kompleks dan lengkap. Contoh: Mikrokontroler CISC: Intel 80C51 (MCS51) dan Motorola 68HC11 mengikuti arsitektur CISC
2. RISC (Reduce Instruction Set Computer) Mikroprosesor RISC merupakan jenis mikrokontroler yang memiliki jumlah instruksi yang terbatas dan sedikit. Pada arsitektur RISC jumlah instruksi lebih sedikit, tetapi memiliki banyak register dibandingkan dengan CISC. Selain itu pada arsitektur RISC kebanyakan instruksi dieksekusi hanya dalam satu clock cycle dan mode addressing memory yang sederhana. Contoh mikrokontroler RISC: ATMEAVR, Microchip PIC2/16CXX dan National Semiconductor COP8.

Program assembly dengan prosesor RISC menjadi lebih kompleks dibandingkan dengan program assembly prosesor CISC. Hal ini disebabkan hampir semua instruksi prosesor RISC adalah instruksi dasar, instruksi-instruksi ini umumnya hanya memerlukan 1 siklus mesin untuk menjalankannya. Sebagai contoh misalnya karena tidak ada instruksi untuk perkalian pada arsitektur RISC sehingga harus dibuat program perkalian dengan menggunakan instruksi-instruksi dasar seperti instruksi penjumlahan, dan lain-lain. Namun pada arsitektur RISC tidak diperlukan hardware yang kompleks, prosesor yang tidak rumit akan cepat dan andal. Untuk merealisasikan instruksi dasar yang jumlahnya tidak banyak ini, mikroprosesor RISC tidak memerlukan gerbang logik yang banyak. (Ahmad Risal, 2017)

dimensi IC dan konsumsi daya prosesor RISC umumnya lebih kecil dibanding prosesor CISC. Akan tetapi, program assembly pada prosesor CSIC menjadi lebih sederhana karena sudah ada instruksi yang kompleks. Untuk membuat instruksi yang kompleks seperti instruksi perkalian , pembagian, dan instruksi lain yang rumit pada prosesor CSIC, diperlukan hardware yang kompleks juga. Dibutuhkan ribuan gerbang logik (logic gates) transistor untuk membuat prosesor CSIC. Instruksi yang kompleks juga membutuhkan jumlah siklus mesin (machine cycle) yang lebih panjang untuk dapat menyelesaikan eksekusinya. Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu mikrokontroler AVR. AVR adalah mikrokontroler RSIC (reduce instruction set compute) 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard , yang dibuat oleh Atmel pada tahun 1996. AVR mempunyai kepanjangan Advanced versatile RSIC atau Alf and Vegards Risc processor yang berasal dari nama dua mahasiswa Norwegian institute of technology (NTH), yaitu Alf-Egil Bogen dan Vegard Wollan.

AVR memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain, keunggulan mikrokontroler AVR yaitu AVR memiliki kecepatan eksekusi program yang lebih cepat karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus clock, lebih cepat dibandingkan dengan mikrokontroler MCS51 yang memiliki arsitektur CISC (complex instruction set computer) di mana mikrokontroler MSC51 membutuhkan 12 siklus clock untuk mengeksekusi 1 instruksi. selain itu, mikrokontroler AVR memiliki fitur yang lengkap (ADC internal, EEPROM internal, Timer/counter, Watchdog Timer, PWM, Port I/O, Komunikasi serial, komparator, I2C, dll.), sehingga dengan fasilitas yang lengkap ini, programmer dan desainer dapat menggunakan untuk berbagai aplikasi sistem elektronika seperti robot, otomatis instruksi, peralatan telekomunikasi, dan berbagai keperluan lain. secara umum mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 5 kelompok yaitu keluarga Attiny, AT90SXX, Atmega, AVRXMega, dan AVR32 UC3. (Ahmad Risal, 2017)

2.5.2 Jenis-Jenis Mikrokontroler

1. Mikrokontroler TinyAVR (ATTiny) adalah mikrokontroler 8 bit. ATTiny merupakan mikrokontroler avr kecil dan memiliki peripheral yang terbatas
2. Mikrokontroler AT90S adalah mikrokontroler 8 bit jenis lama, merupakan mikrokontroler avr klasik
3. Mikrokontroler Atmega adalah mikrokontroler 8 bit. Atmega memiliki peripheral lebih banyak dibandingkan dengan seri ATTiny
4. Mikrokontroler Xmega adalah mikrokontroler 8/16 bit. Xmega memiliki peripheral baru dan canggih dengan untuk kerja, sistem monitoring event

dan DMA yang ditingkatkan,serta merupakan pengembangan keluarga AVR untuk pasar low power dan high performance. Dengan adanya fitur DMA(direct memory access) dapat mengurangi kemungkinan terjadinya kemacetan pada saat transfer data. Xmega mendukung kriptografi AES dan DES

5. Mikrokontroller AVR32 adalah mikrokontroller 32 bit, mikrokontroller ini pertama kali dibuat oleh atmel pada tahun 2006. AVR32 menggunakan arsitektur RISC 32 bit, mikrokontroller ini ditujukan untuk bersaing dengan mikrokontroller yang berbasis prosesor ARM mikrokontroller AVR32 tidak memiliki EEPROM internal, sebagai pengganti EEPROM , AVR32 dapat menggunakan SD Card dan MMC

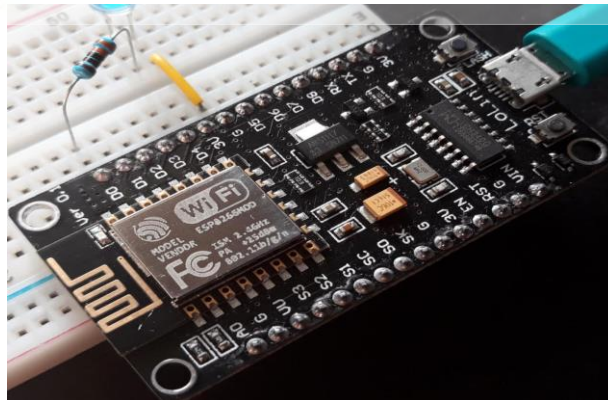
2.6 NodeMcu

NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat *opensource*. Terdiri dari perangkat keras berupa *System On Chip* ESP8266. dari ESP8266 buatan Espressif System, juga firmware yang digunakan, yang menggunakan bahasa pemrograman scripting Lua. Istilah NodeMCU secara default sebenarnya mengacu pada firmware yang digunakan dari pada perangkat keras development kit NodeMCU bisa dianalogikan sebagai board arduino-nya ESP8266.

Sejarah lahirnya NodeMCU berdekatan dengan rilis ESP8266 pada 30 Desember 2013, Espressif Systems selaku pembuat ESP8266 memulai produksi ESP8266 yang merupakan SoC Wi-Fi yang terintegrasi dengan prosesor Tensilica Xtensa LX106. Sedangkan NodeMCU dimulai pada 13 Oktober 2014 saat Hong

mecommit file pertama nodemcu-firmware ke Github. Dua bulan kemudian project tersebut dikembangkan ke platform perangkat keras ketika Huang R meng-commit file dari board ESP8266 , yang diberi nama devkit v.0.9. (Saputro, T. T, 2017)

Berikutnya, di bulan yang sama. Tuan PM memporting pustaka client MQTT dari Contiki ke platform SOC ESP8266 dan di-commit ke project NodeMCU yang membuatnya mendukung protokol IOT MQTT melalui Lua. Pemutakhiran penting berikutnya terjadi pada 30 Januari 2015 ketika Devsaurus memporting u8glib ke project NodeMCU yang memungkinkan NodeMCU bisa mendrive display LCD, OLED, hingga VGA. Demikianlah, project NodeMCU terus berkebang hingga kini berkat komunitas open source dibaliknya, pada musim panas 2016 NodeMCU sudah terdiri memiliki 40 modul fungsionalitas yang bisa digunakan sesuai kebutuhan developer.



Gambar 2.6 NodeMCU

Sumber: Penulis,2022

Karena jantung dari NodeMCU adalah ESP8266 (khususnya seri ESP-12, termasuk ESP-12E) maka fitur – fitur yang dimiliki NodeMCU akan kurang lebih sama ESP-12 (juga ESP-12E untuk NodeMCU v.2 dan v.3) kecuali NodeMCU telah

dibungkus oleh API sendiri yang dibangun berdasarkan bahasa pemrograman eLua, yang kurang lebih cukup mirip dengan javascript. Beberapa fitur tersebut antara lain:

1. 10 Port GPIO dari D0 – D10
2. 2. Fungsionalitas PWM
3. 3. Antarmuka I2C dan SPI
4. 4. Antarmuka 1 Wire
5. 5. ADC

Modul ini membutuhkan daya sekitar 3.3v dengan memiliki tiga mode wifi yaitu Station, Access Point dan Both (Keduanya). Modul ini juga dilengkapi dengan prosesor, memori dan GPIO dimana jumlah pin bergantung dengan jenis ESP8266 yang kita gunakan. Sehingga modul ini bisa berdiri sendiri tanpa menggunakan mikrokontroler apapun karena sudah memiliki perlengkapan layaknya mikrokontroler.

2.6.1 Versi NodeMCU

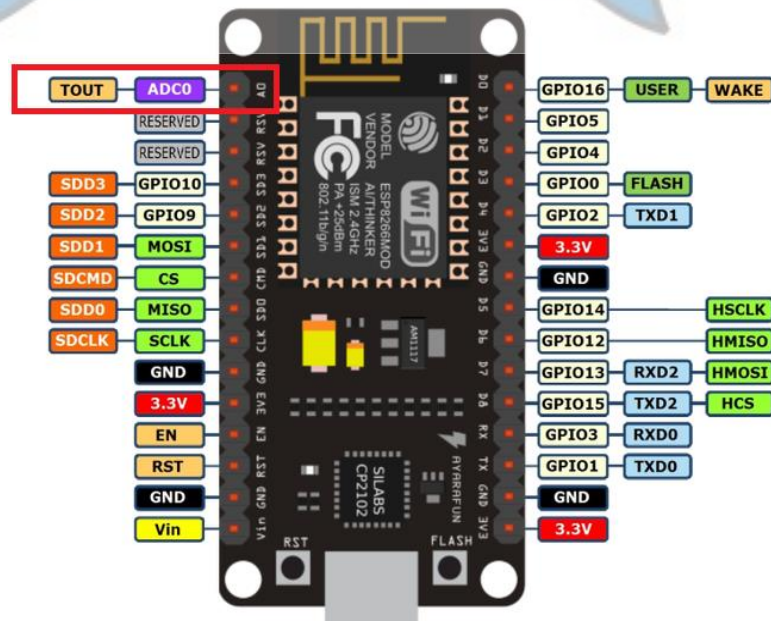
Beberapa pengguna awal masih cukup bingung dengan beberapa kehadiran board NodeMCU. Karena sifatnya yang open source tentu akan banyak produsen yang memproduksinya dan mengembangkannya. Secara umum ada tiga produsen NodeMCU yang produknya kini beredar di pasaran: Amica, DOIT, dan Lolin/WeMos. Dengan beberapa varian board yang diproduksi yakni V1, V2 dan V3.

1. Generasi pertama / *board* v.0.9 (Biasa disebut V1)



Gambar 2.7 Generasi Pertama NodeMCU
Sumber: Penulis,2021

Board versi 0.9 sering disebut di pasar sebagai V.1 adalah versi asli yang berdimensi 47mm x 31mm. Memiliki inti ESP-12 dengan flash memory berukuran 4MB. Berikut adalah pinout dari board v.0.9.



Gambar 2.8 Skematik Posisi Pin NodeMCU Devkit V1
Sumber: Saputro, T. T, 2017

Namun beberapa produk juga ada yang menggunakan chip ESP-12E sebagai inti dari board v.0.9 dengan tampilan board berubah menjadi hitam.

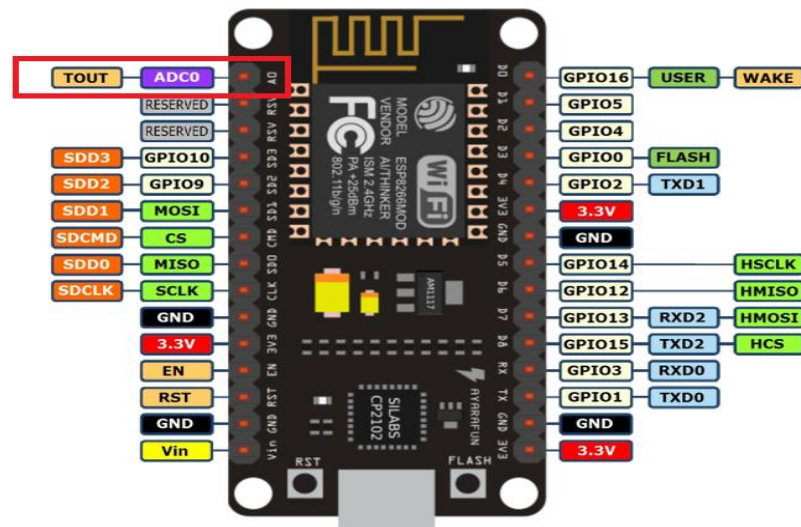
2. Generasi kedua / *board v 1.0* (biasa disebut V2)



Gambar 2.9 NodeMCU Dekvit V2

Sumber: Penulis,2021

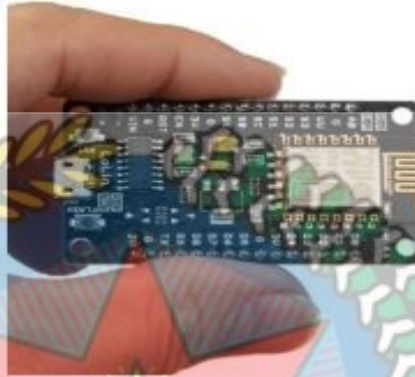
Generasi kedua adalah pengembangan dari versi sebelumnya, dengan chip yang ditingkatkan dari sebelumnya ESP12 menjadi ESP12E. Dan IC Serial diubah dari CHG340 menjadi CP2102.



Gambar 2.10 Skematik Posisi Pin NodeMCU Dekvit V2

Sumber: Saputro, T. T, 2017

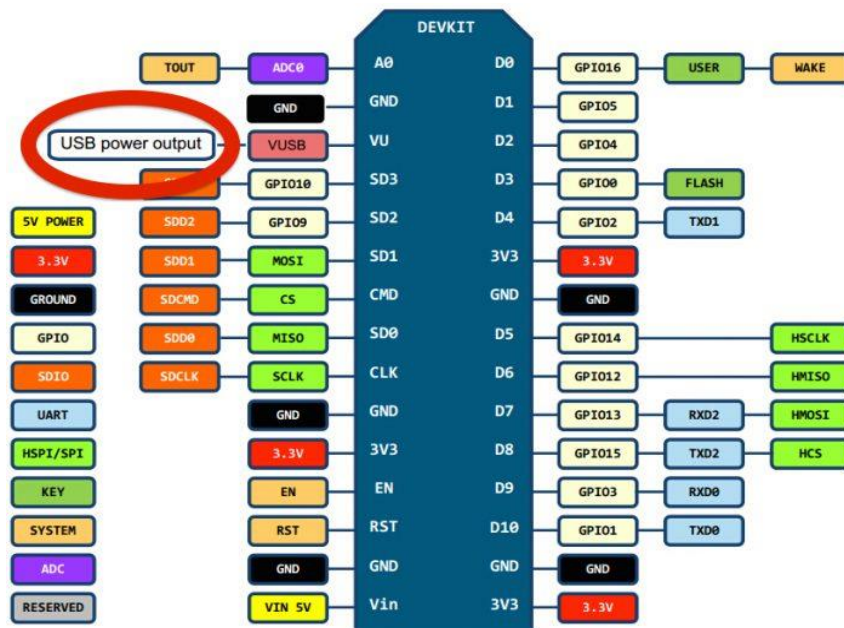
3. Generasi ketiga / *board* v 1.0 (biasa disebut V3 Lolin)



Gambar 2.11 Generasi ketiga / *board* v 1.0 (biasa disebut V3 Lolin)

Sumber: Saputro, T. T, 2017

Sedangkan untuk V3 sebenarnya bukanlah versi resmi yang dirilis oleh NodeMCU. Setidaknya sampai posting ini dibuat, belum ada versi resmi untuk V3 NodeMCU. V3 hanyalah versi yang diciptakan oleh produsen LoLin dengan perbaikan minor terhadap V2. Diklaim memiliki antarmuka USB yang lebih cepat



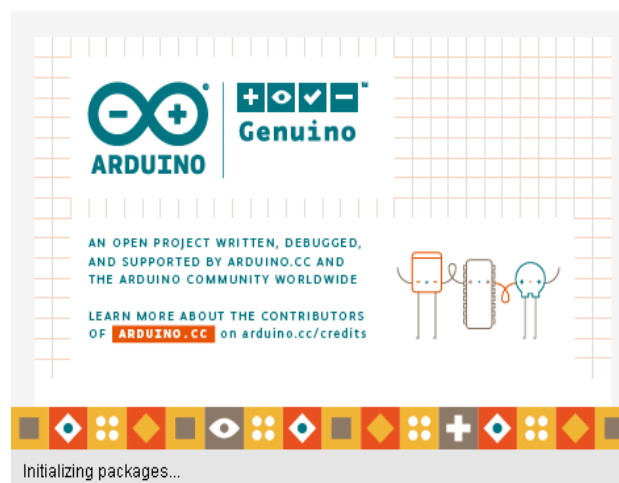
Gambar 2.12 Skematik Posisi Pin NodeMCU Devkit V3

Sumber: Saputro, T. T, 2017

Jika anda bandingkan dengan versi sebelumnya, dimensi dari board V3. akan lebih besar dibanding V2. Lolin menggunakan 2 pin cadangan untuk daya USB dan yang lain untuk GND tambahan. Tentu 3 jenis versi ini akan berkembang dan bertambah seiring dengan waktu karena sifatnya yang opensource. Mungkin beberapa bulan atau beberapa tahun setelah tulisan ini dibuat akan muncul versi- versi lain yang beredar.

2.7 Perangkat Lunak Software

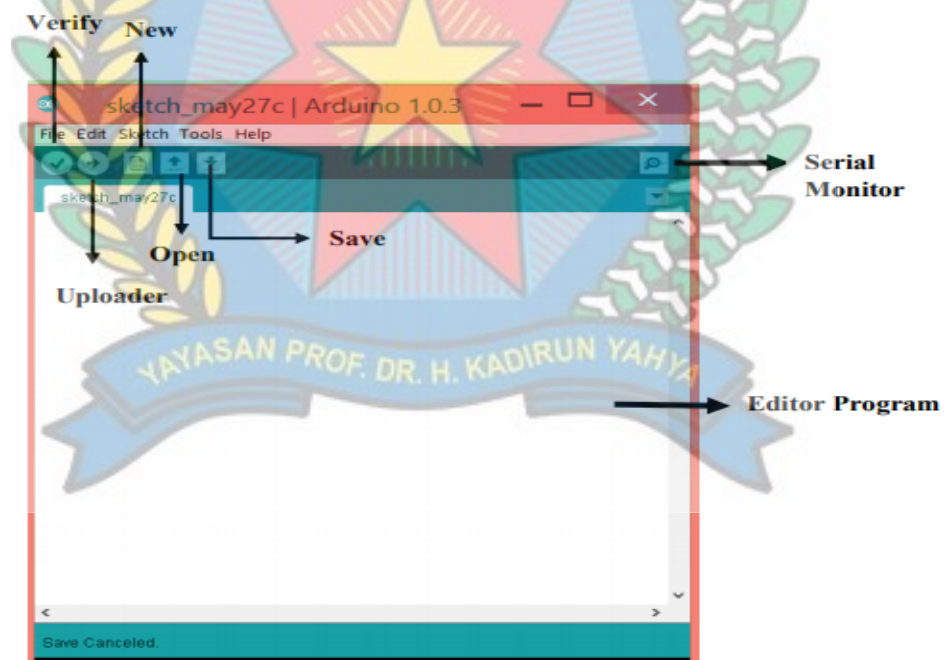
Arduino IDE dikatakan sebagai sebuah platform dari physical computing yang bersifat open source. Maksud dari platform bahwa Arduino bukan hanya sebagai alat pengembang, tetapi ia adalah kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan Integrated Development Environment (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan meng-upload ke dalam memory microcontroller. Software Arduino dapat di install di beberapa Operating system diantaranya: Windows, Mac OS, dan *Linux*.(Yuono marta dinata, 2016)



Gambar 2.13 Arduino Integrated Development Environment

Sumber: Penulis,2022

Secara umum, struktur program pada Arduino dibagi menjadi dua bagian yaitu setup dan loop. Bagian setup adalah bagian yang merupakan area menempatkan kodekode inisialisasi sistem sebelum masuk ke dalam bagian loop (body). Secara prinsip, setup merupakan bagian yang dieksekusi hanya sekali yaitu pada program dimulai (start). Sedangkan bagian loop adalah bagian yang merupakan inti utama dari program Arduino. Dan bagian ini yang dieksekusi secara terus menerus.



Gambar 2.14 Tampilan Toolbar Arduino

Sumber: Penulis,2022

Keterangan:

1. Editor Program

Sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa processing

2. Verify

Mengecek kode sketch yang error sebelum mengupload ke board arduino

3. Uploader

Sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori di dalam papan arduino

4. New

Membuat sebuah sketch baru

5. Open

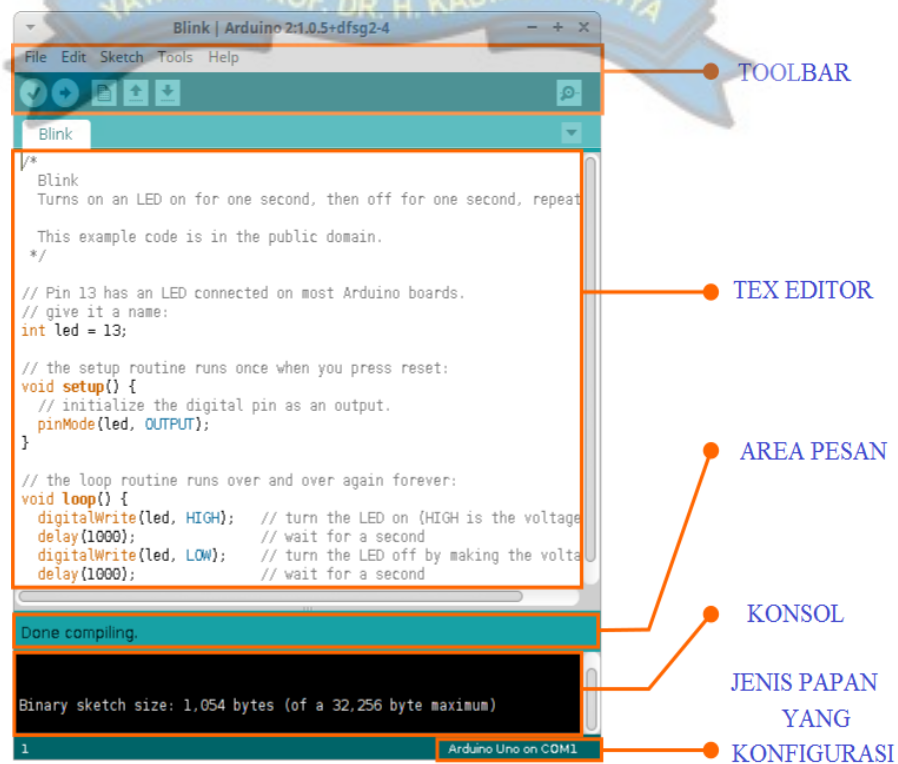
Membuka daftar sketch pada sketchbook arduino

6. Save

Menyimpan kode sketch pada sketchbook

7. Serial Monitor

Menampilkan data serial yang dikirimkan dari board arduino



Gambar 2.15 Struktur IDE

Sumber: Penulis,2022

2.8 IoT (*Internet of Thing*)

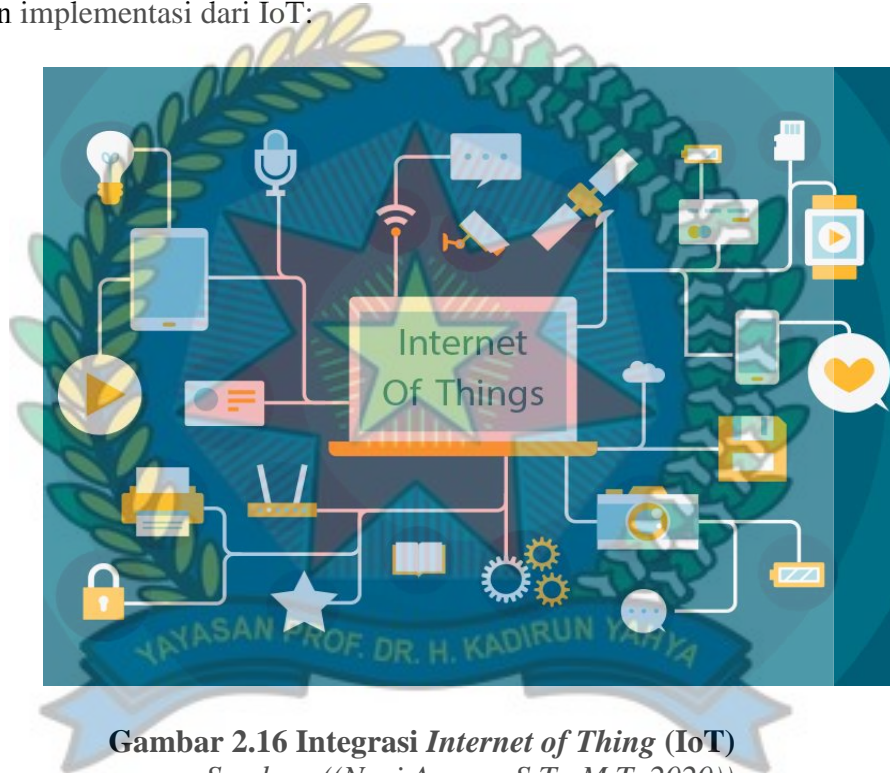
IoT adalah pola dasar yang bertujuan untuk memberikan gagasan baru di bidang teknologi informasi dan komunikasi, dalam model IoT “Segalanya” dapat terhubung dengan internet, sehingga Informasi dapat diolah dan disebarakan dengan cepat. Oleh karena itu IoT sangat berperan penting dalam pengembangan smart city.

Istilah IoT pertama kali diciptakan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999. Namun, dalam dekade terakhir definisi telah lebih inklusif yang mencakup berbagai aplikasi seperti kesehatan, utilitas dan transportasi. Meskipun definisi “Thing” telah berubah sebagai teknologi berkembang, tujuan utama adalah membuat informasi dalam pengertian komputer tanpa bantuan campur tangan manusia. Dimulai oleh prevalensi perangkat yang berbasis teknologi nirkabel terbuka seperti bluetooth, Radio Frequency Identification (RFID), Wi-Fi dan layanan data telepon serta adanya sensor dan node. IoT telah banyak melalui perkembangan dan pada ambang mengubah internet statis saat ini menjadi terintegrasi untuk internet masa depan.

(Novi Azman, S.T., M.T, 2020)

Terdapat tiga komponen utama yang ada dalam IoT yang harus terpenuhi antara lain: (a) hardware terdiri dari sensor, aktuator dan tertanam hardware komunikasi, (b) middleware on storage dan alat komputasi untuk analisis data dan (c) presentasi yang mudah dimengerti visualisasi dan alat-alat interpretasi yang dapat diakses secara luas pada platform yang berbeda dan yang dapat dirancang untuk aplikasi yang berbeda. IoT dapat diwujudkan dalam tiga paradigma-internet-oriented (middleware), hal berorientasi (sensor) dan semantik berorientasi (pengetahuan). Dalam implementasinya IoT bisa diintegrasikan dengan komponen-komponen

penting dalam sebuah tatanan masyarakat seperti infrastruktur, layanan administrasi, pendidikan, kesehatan, keselamatan publik, real estate, transportasi. Gambar dibawah merupakan implementasi dari IoT:



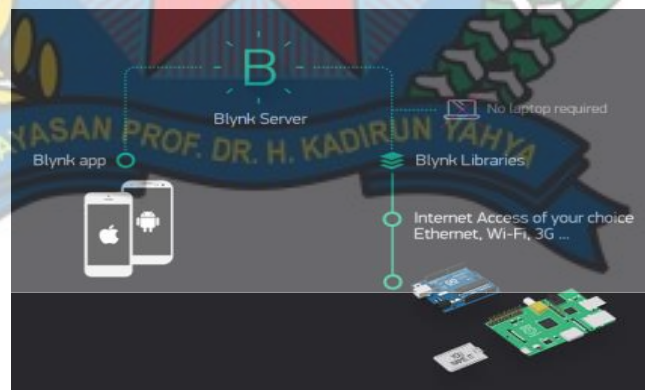
Gambar 2.16 Integrasi *Internet of Thing* (IoT)
 Sumber: ((Novi Azman, S.T., M.T, 2020))

2.9 Aplikasi *Blynk*

Aplikasi *Blynk* merupakan sebuah platform yang digunakan untuk mengendalikan modul Arduino, ESP8266, Raspberry Pi, dan modul lainnya melalui internet. Layanan server ini memiliki lingkungan mobile user baik Android maupun iOS yang mendukung berbagai macam *Hardware* yang dapat digunakan untuk project *Internet of Things*. Aplikasi *Blynk* dapat diunduh melalui *Google Play* dan *Apple Store*. *Blynk* diciptakan dengan tujuan untuk kontrol dan monitoring *Hardware*

secara jarak jauh menggunakan komunikasi data internet. Ada tiga komponen utama pada platform *Blynk*, antara lain:

1. *Blynk App* memungkinkan untuk membuat *Interface* pada project yang dibuat dengan menggunakan berbagai *Widget* yang sudah disediakan
2. *Blynk Server* bertanggung jawab untuk komunikasi antara smartphone dan hardware. *Blynk Libraries* untuk membantu pengembangan code. *Blynk library* tersedia pada banyak platform perangkat keras sehingga dapat memudahkan para pengembang *IoT* dengan fleksibilitas *Hardware* yang didukung oleh *Blynk*. (Vika Laeli Rismawati, dkk 2020).

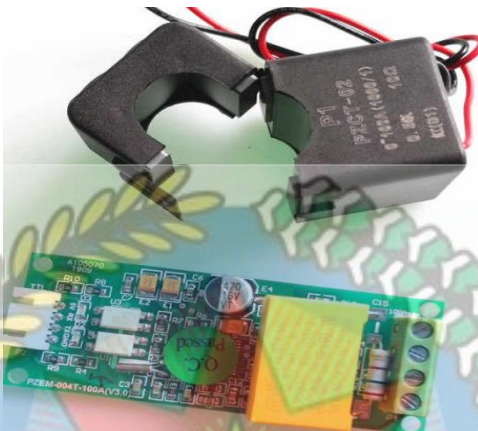


Gambar 2.17 Cara Kerja Blynk

Sumber: (Ade Rufaidah Mutmainah, dkk 2019)

2.10 PZEM-004T

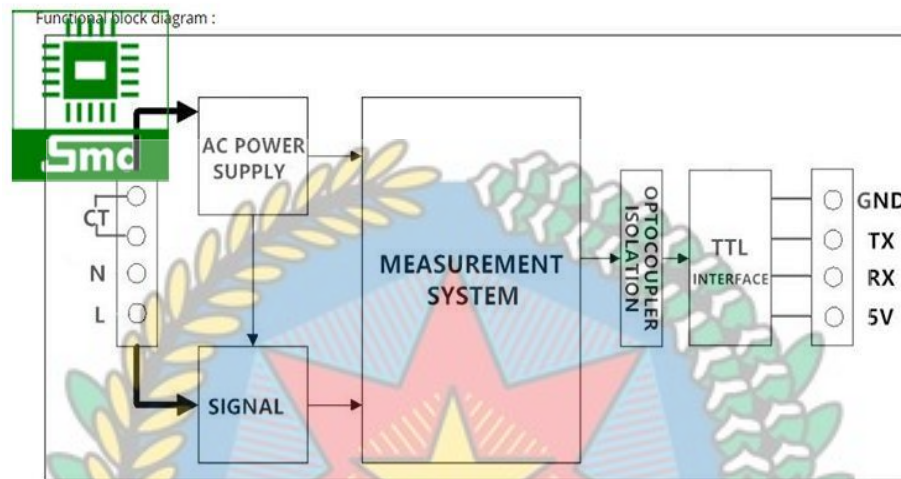
PZEM-004T adalah *hardware* yang berfungsi untuk mengukur parameter dari Tegangan, Arus, Daya aktif, dan konsumsi daya (wh). (Fatoni Nur Habibi, dkk 2017)



Gambar 2.18 Modul Sensor PAEM-004T
Sumber: Penulis,2022

Pengkabelan dari modul ini memiliki 2 bagian, yaitu dari pengkabelan terminal masukan tegangan dan arus, serta pengkabelan komunikasi serial. Berdasarkan pada kebutuhan, modul ini memiliki papan pin TTL untuk mendukung komunikasi data serial antar hardware. Jika pengguna ingin mengkomunikasikan PZEM-004T ini dengan perangkat yang memiliki port USB atau RS-232 (seperti komputer), diperlukan lagi kabel konverter (TTL ke USB, TTL ke RS232).

Modul ini juga melayani semua persyaratan dasar pengukuran PZEM-004T ini sebagai papan terpisah. Dimensi fisik papan PZEM-004T adalah $3,1 \times 7,4$ cm. Modul PZEM-004T dibundel dengan kumparan transformator arus berdiameter 33mm. Pengkabelan dari modul ini memiliki 2 bagian, yaitu pengkabelan terminal masukan tegangan dan arus, serta pengkabelan komunikasi serial. (Andriana,dkk 2019).



Gambar 2.19 Blok Diagram PZEM 004T

Sumber: (Andriana,dkk 2019)



Gambar 2.20 Wiring Diagram PZEM 004T

Sumber: (Andriana,dkk 2019)

Pada gambar wiring diagram PZEM-004T perkabelan modul ini dibagi menjadi dua bagian yaitu kabel terminal input tegangan dan arus tes dan kabel komunikasi serial.

1. Format Tampilan

- a. Power: rentang pengukuran 0 - 22kW

- 1) 0 - 10kW dalam format tampilan 0.000 hingga 9.999;
 - 2) Dalam 10 - 22kW format tampilan 10.00 hingga 22.00.
- b. Daya: rentang pengukuran 0 - 9999kWh
- 1) 0 - 10kWh dalam format tampilan 0,000 hingga 9,999.
 - 2) 10 - 100kWh dalam format tampilan 10,00 hingga 99,99.
 - 3) 100 - 1000kWh dalam format tampilan 100,0 hingga 999,9.
 - 4) 1000 - 9999kWh dan di atas format tampilan dari 1000 hingga 9999.
- c. Tegangan: rentang tes 80 - 260VAC
- 1) Format tampilan 110.0 V - 220.0 V.
- d. Arus: rentang pengukuran 0 - 100A
- 1) Format tampilan 00.00 hingga 99.99.

2. Komunikasi Serial

Modul ini dilengkapi dengan antarmuka komunikasi data serial TTL melalui port serial yang dapat dibaca dan mengatur parameter yang relevan, tetapi jika ingin menggunakan perangkat dengan USB atau RS232 (seperti komputer) untuk berkomunikasi, maka Anda harus dilengkapi dengan papan perangkat keras adaptor TTL yang berbeda (kebutuhan komunikasi USB dengan pelat adaptor TTL ke USB).

3. Karakteristik dari Modul PZEM-004T

- a. Mengukur konsumsi listrik.
- b. Antarmuka serial UART dengan kecepatan 9600 bps.
- c. Tegangan suplai 5V.

- d. Kemungkinan menghubungkan layar LCD atau LED

Pertimbangan yang sesuai untuk penggunaan sensor PZEM-004T yaitu:

- a. Modul ini cocok untuk penggunaan di dalam ruangan, bukan di luar ruangan
- b. Beban yang diterapkan tidak boleh melebihi daya pengenal
- c. Kabel tidak bisa salah

4. Spesifikasi parameter Modula PZEM-004T

- a. Tegangan kerja: 80 - 260VAC
- b. Tegangan uji: 80 - 260VAC
- c. Nilai daya: 100A / 22000W 32
- d. Frekuensi operasi: 45 - 65Hz
- e. Akurasi pengukuran: 1.0 (Datasheet PZEM-004T.2019)

2.11 *Liquid Cristal Display (LCD)*

Liquid cristal display(LCD) adalah komponen yang dapat menampilkan tulisan dengan memanfaatkan kristal cair, salah satu jenisnya adalah LCD 16x2 yang memiliki dua baris setiap baris terdiri dari enam belas karakter. Gambar LCD 16x2 dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 2.21 Liquid Cristal Display
Sumber: Penulis, 2022

LCD ini memiliki 16 pin dengan fungsi pin masing – masing diperlihatkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.1 PIN Liquid Cristal Display LCD 16x2

No PIN	Nama PIN	I/O	Keterangan
1	GND	Power	Catu daya Ground (0V)
2	VCC	Power	Catu daya positif
3	CONTR	Power	Pengatur kontras. Menurut datasheet, pin ini perlu dihubungkan dengan pin VSS melalui resistor 5k Ω . Namun, dalam praktik, resistor yang digunakan sekitar 2,2k Ω .
4	RS	Input	Register Select <ul style="list-style-type: none"> ➤ RS=HIGH: untuk mengirim data ➤ RS=LOW: untuk mengirim instruksi
5	R/W	Input	Read/Write control bus <ul style="list-style-type: none"> ➤ R/W=HIGH: mode untuk membaca data di LCD ➤ R/W=LOW: mode penulisan ke LCD ➤ Dihubungkan dengan LOW Untuk mengirim data ke layar

6	E	Input	Data <i>enable</i> untuk mengontrol LCD
7	D0	I/O	Data
8	D1	I/O	Data
9	D2	I/O	Data
10	D3	I/O	Data
11	D4	I/O	Data
12	D5	I/O	Data
13	D6	I/O	Data
14	D7	I/O	Data
15	NC	Power	Catu daya layar, positif (backlight)
16	NC	Power	Catu daya layar, negative (backlight)

Sumber: (Lukman Aditya, dkk 2021)

2.12 Cara Kerja *Liquid Cristal Display* (LCD)

LCD 16x2 terdiri dari dua bagian utama yaitu panel LCD sebagai media untuk menampilkan informasi dalam bentuk huruf atau angka dua baris, masing-masing baris dapat menampilkan 16 huruf atau angka dan rangkaian yang terintegrasi dengan panel LCD berfungsi untuk mengatur tampilan informasi serta mengatur komunikasi LCD 16x2 dengan mikrokontroler. LCD yang berupa 8 bit pada pin (D0-D7) diterima lebih dahulu pada mikrokontroler, berfungsi untuk mengatur data *input* dari mikrokontroler sebelum ditampilkan pada LCD. Selain itu LCD juga dilengkapi dengan pin E, R/W (*Read/Write*), dan RS (*Data Register*) yang berfungsi sebagai pengendali mikrokontroler. Pada proses pengiriman data (R/W=1) dan proses pengambilan data (R/W=0). (Lukman Aditya, dkk 2021)

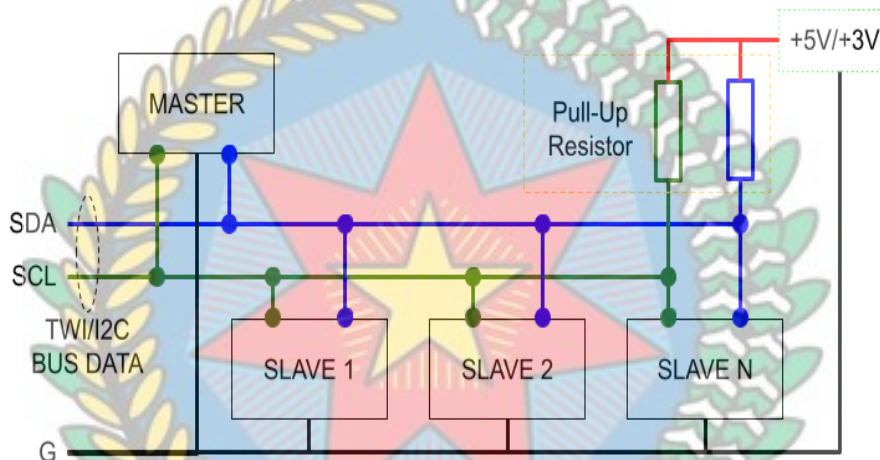
Pin RS digunakan untuk membedakan jenis data yang dikirim, jika (RS=0) data yang dikirim adalah perintah untuk mengatur kerja modul LCD, sedangkan jika (RS=1) data yang dikirim adalah kode ASCII yang ditampilkan. Demikian pula saat

pengambilan data, jika (RS=0) data yang diambil dari modul LCD merupakan data status yang mewakili aktivitas modul LCD, sedangkan jika(RS=1) data yang diambil merupakan kode *American Standard Code for Information Interchange*(ASCII) dari data yang ditampilkan. ASCII merupakan suatu standar internasional dalam kodehuruf dan simbol seperti Hex dan unicode, tetapi ASCII lebih universal. ASCII selalu digunakan oleh komputer dan alat komunikasi lain untuk menampilkan teks. LCD bekerja dengan memanfaatkan kristal cair yang dapat berubah ketika dialiri listrik, kristal cair tersebut akan mengalami perubahan fisika yang dikendalikan oleh arus listrik. Kristal cair digunakan untuk meneruskan cahaya dari backlight LCD. Kristal cair ini akan berputar 90 derajat ketika dialiri arus listrik dan bersifat sementara, molekul kimia LCD berputar hanya ketika dialiri arus listrik dan kembali ke bentuk semula (tampilan menghilang). (Lukman Aditya, dkk 2021)

2.13 I²C/TWI Connector

I²C (*Inter Integrated Circuit*) adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I²C/TWI terdiri dari saluran SCL (Serial Clock) dan SDA (Serial Data) yang membawa informasi data antara I²C dengan pengontrolnya serta pull up resistor. yang digunakan untuk transfer data antar perangkat. I²C/TWI juga merupakan transmisi serial setengah duplex oleh karena itu aliran data dapat diarahkan pada satu waktu. Tingkat transfer data mengacu pada sinyal clock pada SCL Bus 1/16th slave. informasi data antara I²C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I²C Bus dapat dioperasikan sebagai Master dan Slave. Master adalah piranti yang memulai transfer data pada I²C Bus dengan membentuk sinyal Start,

mengakhiri transfer data dengan membentuk sinyal Stop, dan membangkitkan sinyal clock. Slave adalah piranti yang dialamati master. Adapun konfigurasi fisik I²C/TWI dapat dilihat pada gambar.



Gambar 2.22 Konfigurasi fisik I²C/TWI

Sumber: (Lukman Aditya,dkk 2021)

Interface Komunikasi I²C/TWI Dengan Arduino Pada LCD 16x2 yang dilengkapi dengan I²C/TWI sistem komunikasi hanya memerlukan 4 kabel yang dihubungkan dengan pin NodeMcu



Gambar 2.23 Komunikasi 4 kabel I²C

Sumber: Penulis,2022

Gambar diatas merupakan bentuk modul komunikasi 4 kabel I²C pada LCD.

Berikut ini keterangan kabel untuk modul I²C:

1. Hitam : Ground
2. Merah : 5V
3. Putih : Analog pin 4
4. Kuning : Analog pin 5

Pada papan Arduino secara umum SDA (Serial Data) pada input analog pin 4 dan SCL (Serial Clock) pada input analog pin 5. Pada modul I²C/TWI juga dilengkapi dengan potensiometer yang dapat digunakan untuk menyesuaikan kontras cahaya dengan memutar searah jarum jam untuk mendapatkan tampilan yang diinginkan.

2.14 Power Supply (Catu Daya)

Power Supply atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Catu Daya adalah suatu alat listrik yang dapat menyediakan energi listrik untuk perangkat listrik ataupun elektronika lainnya. Pada dasarnya Power Supply atau Catu daya ini memerlukan sumber energi listrik yang kemudian mengubahnya menjadi energi listrik yang dibutuhkan oleh perangkat elektronika lainnya. Oleh karena itu, Power Supply kadang-kadang disebut juga dengan istilah Electric Power Converter, (Taufiq Dwi & Septian Suyadhi 2010, dalam buku Pintar Robotika).

2.14.1 Klasifikasikasi Umum Power Supply

Pada umumnya *Power Supply* dapat di klasifikasikasi menjadi 3 kelompok besar, yakni berdasarkan Fungsinya, berdasarkan Bentuk Mekanikalnya dan juga berdasarkan Metode Konversinya. Berikut ini merupakan penjelasan singkat mengenai ketiga kelompok tersebut:

1. Power Supply Berdasarkan Fungsi (*Functional*)

Berdasarkan fungsinya, Power Supply dapat dibedakan menjadi Regulated Power Supply, Unregulated Power Supply dan Adjustable Power Supply

- a. Regulated Power Supply adalah Power Supply yang dapat menjaga kestabilan tegangan dan arus listrik meskipun terdapat perubahan atau variasi pada beban atau sumber listrik (Tegangan dan Arus Input)
- b. Unregulated Power Supply adalah Power Supply tegangan ataupun arus listriknya dapat berubah ketika beban berubah atau sumber listriknya mengalami perubahan
- c. Adjustable Power Supply adalah Power Supply yang tegangan atau Arusnya dapat diatur sesuai kebutuhan dengan menggunakan Knob Mekanik. Terdapat 2 jenis Adjustable Power Supply yaitu Regulated Adjustable Power Supply dan Unregulated Adjustable Power Supply

2. Power Supply Berdasarkan Bentuknya

Untuk peralatan Elektronika seperti Televisi, Monitor Komputer, Komputer Desktop maupun DVD Player, Power Supply biasanya ditempatkan di dalam atau menyatu ke dalam perangkatperangkat tersebut sehingga kita sebagai konsumen tidak dapat melihatnya secara langsung. Jadi hanya sebuah kabel listrik yang dapat kita lihat dari luar. Power Supply ini disebut dengan Power Supply Internal (Built in). Namun ada juga Power Supply yang berdiri sendiri (stand alone) dan berada diluar perangkat elektronika yang kita gunakan seperti Charger Handphone dan Adaptor Laptop. Ada juga Power Supply stand alone yang bentuknya besar dan dapat disetel tegangannya sesuai dengan kebutuhan kita

3. Power Supply Berdasarkan Metode Konversinya

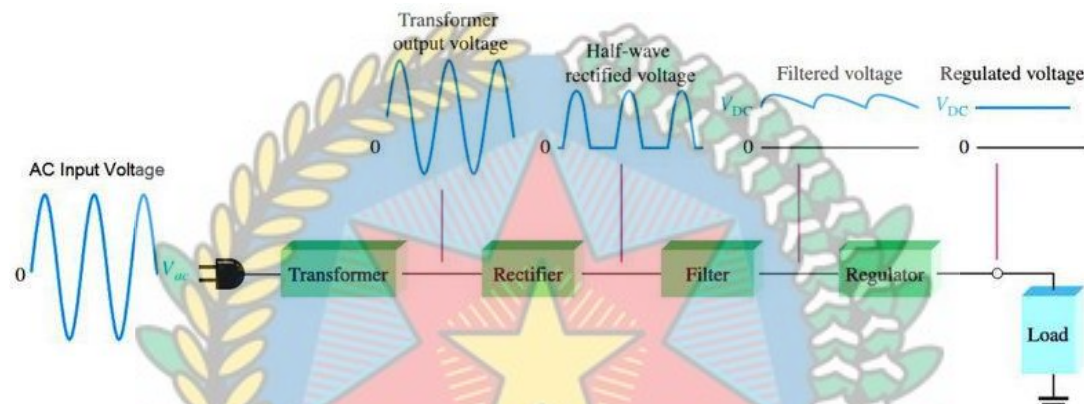
Berdasarkan Metode Konversinya, Power Supply dapat dibedakan menjadi Power Supply Linier yang mengkonversi tegangan listrik secara langsung dari Inputnya dan Power Supply Switching yang harus mengkonversi tegangan Input ke pulsa AC atau DC terlebih dahulu

2.14.2 Prinsip Kerja DC Power Supply

Arus Listrik yang kita gunakan di rumah, kantor dan pabrik pada umumnya adalah dibangkitkan, dikirim dan didistribusikan ke tempat masing-masing dalam bentuk Arus Bolak-balik atau arus AC (*Alternating Current*). Hal ini dikarenakan pembangkitan dan pendistribusian arus Listrik melalui bentuk arus bolak-balik (AC) merupakan cara yang paling ekonomis dibandingkan dalam bentuk arus searah atau arus DC (*Direct Current*). Akan tetapi, peralatan elektronika yang kita gunakan sekarang ini sebagian besar membutuhkan arus DC dengan tegangan yang lebih rendah untuk pengoperasiannya. Oleh karena itu, hampir setiap peralatan Elektronika memiliki sebuah rangkaian yang berfungsi untuk melakukan konversi arus listrik dari arus AC menjadi arus DC dan juga untuk menyediakan tegangan yang sesuai dengan rangkaian Elektronika-nya. (*Taufiq Dwi & Septian Suyadhi 2010*)

Rangkaian yang mengubah arus listrik AC menjadi DC ini disebut dengan DC Power Supply atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Catu daya DC. DC Power Supply atau Catu Daya ini juga sering dikenal dengan nama “Adaptor”. Sebuah DC Power Supply atau Adaptor pada dasarnya memiliki 4 bagian utama agar dapat menghasilkan arus DC yang stabil. Keempat bagian utama tersebut diantaranya

adalah Transformer, Rectifier, Filter dan Voltage Regulator. Dibawah ini adalah Diagram Blok DC Power Supply (Adaptor) pada umumnya



Gambar 2.24 Diagram Blok Power Supply
 Sumber: (Taufiq Dwi & Septian Suyadhi 2010)

Berikut ini adalah penjelasan singkat tentang prinsip kerja DC Power Supply (Adaptor) pada masing-masing blok berdasarkan Diagram Blok diatas.

2.15 Regulator Tegangan

IC jenis Pengatur Tegangan Tetap (Fixed Voltage Regulator) ini memiliki nilai tetap yang tidak dapat disetel (di-adjust) sesuai dengan keinginan Rangkaiannya. Tegangannya telah ditetapkan oleh produsen IC sehingga Tegangan DC yang diatur juga Tetap sesuai dengan spesifikasi IC-nya. Misalnya IC Voltage Regulator 7805, maka Output Tegangan DC-nya juga hanya 5 Volt DC. Terdapat 2 jenis Pengatur Tegangan Tetap yaitu Positive Voltage Regulator dan Negative Voltage Regulator. Jenis IC Voltage Regulator yang paling sering ditemukan di Pasaran adalah tipe 78XX. (Sintiani Perdani, dkk 2022)

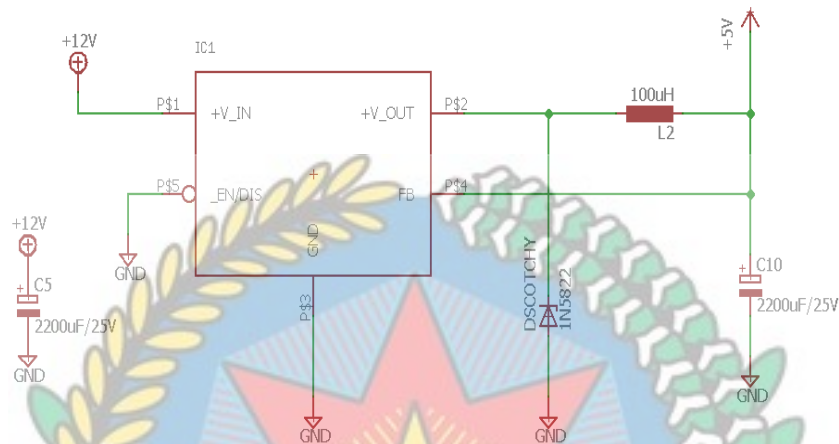
Tanda XX dibelakangnya adalah Kode Angka yang menunjukkan Tegangan Output DC pada IC Voltage Regulator tersebut. Contohnya 7805, 7809, 7812 dan lain

sebagainya. IC 78XX merupakan IC jenis Positive Voltage Regulator. IC yang berjenis Negative Voltage Regulator memiliki desain, konstruksi dan cara kerja yang sama dengan jenis Positive Voltage Regulator, yang membedakannya hanya polaritas pada Tegangan Outputnya. Contoh IC jenis Negative Voltage Regulator diantaranya adalah 7905, 7912 atau IC Voltage Regulator berawalan kode 79XX. IC Fixed Voltage Regulator juga dikategorikan sebagai IC Linear Voltage Regulator. Tabel spesifikasi IC Regulator LM78XX dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.2 Spesifikasi IC Regulator LM78XX

Type	V_{Out}	I_{Out}			V_{in}	
		78xxC	78Lxx	78Mxx	Min	Max
7805	5	1	0,1	0,5	7,5	20
7806	6	1	0,1	0,5	8,6	21
7808	8	1	0,1	0,5	10,6	23
7809	9	1	0,1	0,5	11,7	24
7810	10	1	0,1	0,5	12,7	25
7812	12	1	0,1	0,5	14,8	27
7815	15	1	0,1	0,5	18	30
7818	18	1	0,1	0,5	21	33
7824	24	1	0,1	0,5	27,3	38

Sumber: (Sintiani Perdani, dkk 2022)



Gambar 2.25 Rangkaian Fixed Voltage Regulator
Sumber: Penulis,2022

2.16 Modul LM 2596

Modul konverter DC ke DC (DC-DC Converter) ini menggunakan IC LM2596S yang merupakan Integrated Circuit (IC) untuk mengubah tingkatan tegangan (voltage level) arus searah / Direct Current (DC) menjadi lebih rendah dibanding tegangan masukannya. (Sintiani Perdani, dkk 2022)

Tegangan masukan (input voltage) dapat dialiri tegangan berapa pun antara 3 Volt hingga 40 Volt DC, yang akan diubah menjadi tegangan yang lebih rendah di antara 1,5 Volt hingga 35 Volt DC. Besar arus berkelanjutan (continuous current) yang dapat ditangani modul elektronika ini sebesar $\pm 1,5A$ dengan arus puncak / momentary peak current 3A (catatan: 3A hanya untuk waktu yang sangat singkat, nilai 3A ini jangan dijadikan acuan). Tegangan keluaran yang diinginkan dapat disetel dengan memutar sekrup pada potensiometer (sekrup kuningan pada komponen elektro yang berwarna biru), dengan catatan perbedaan tegangan antara tegangan masukan dengan tegangan keluaran minimal 1,5 Volt (contoh: dari 12V bisa ke

tegangan berapapun antara 1,5 Volt hingga 10,5 Volt). IC LM2596S ini dirangkaikan dengan komponen-komponen elektronika dengan kualitas terbaik seperti kapasitor menggunakan SMD Solid Capacitor merk Sanyo yang terkenal dengan kualitasnya yang prima, induktor berintikan ferrite-drum induktansi tinggi (high-Q inductance) dengan pelindung magnetik, multi-turn potentiometer dengan resolusi dan akurasi hambatan yang tinggi (bukan potensiometer biasa yang resolusinya rendah), dan dioda SMD tipe Schottky SS54 yang bersifat low dropout (LDO) voltage. Maka dapat dilihat pada gambar modul LM 2596 adalah sebagai berikut.



Gambar 2.26 Modul LM2596

Sumber: Penulis,2022

BAB 3

PERANCANGAN ALAT

Bab ini meliputi waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, rancangan alat, metode penelitian, dan prosedur penelitian. Pada prosedur penelitian akan dilakukan beberapa langkah pengujian untuk mengetahui cara kerja pada Alat *Internet Of Thinks* (Iot) Sebagai Notifikasi Pembatas Daya Pada Kwh Pasca Bayar Berbasis Microcontroler.

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2022 di PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Pematang Raya, Jl. Jend. Sudirman No.02, Pematang, Kec. Raya, Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara 21162

3.2 Alat dan bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam perancangan alat ini sebagai berikut:

1. Alat
 - a. Laptop
 - b. Tang Jepit
 - c. Tang potong
 - d. Obeng minus dan plus
 - e. Solder
 - f. Kabel downloader
 - g. Piasu cutter

2. Bahan

- a. Mikrokontroler NodeMcu Esp 8266
- b. Power Suplay
- c. LCD 2x16
- d. Regulator Tegangan
- e. Sensor PZEM004t
- f. Stop Kontak
- g. Lampu Pijar
- h. Hanphone
- i. Terminal Listrik
- j. Akrilik
- k. Kabel

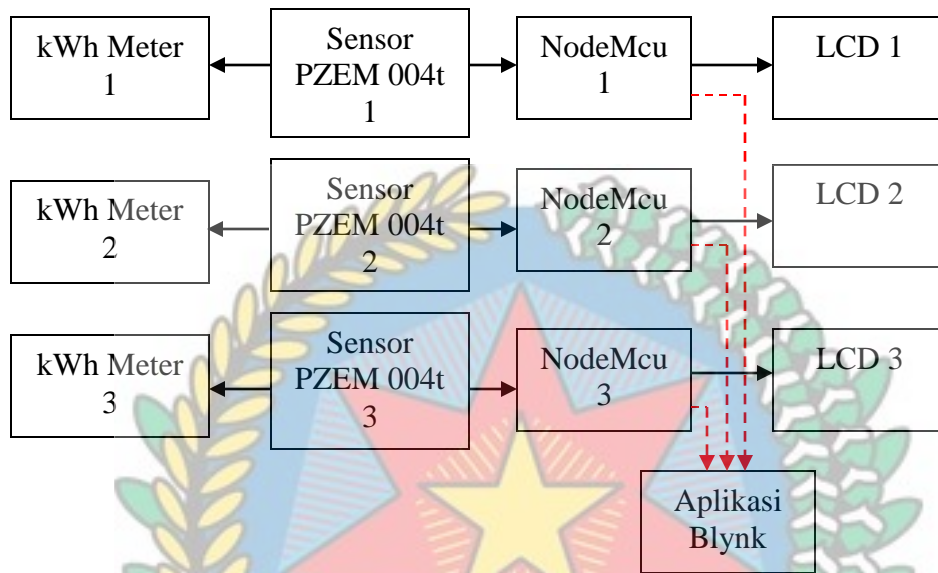


3.3. *Hardware*

Adapun yang dimaksud dengan sistem adalah sekumpulan elemen yang saling berkaitan yang memproses masukan (*input*) yang satu dengan masukan yang lain sehingga mampu menghasilkan keluaran (*output*) berupa informasi yang dapat digunakan dalam mengambil suatu keputusan

3.3.1 Blok Diagram

Blok Diagram adalah salah satu bentuk diagram proses untuk sistem yang terspesialisasi di dalam aktivitas rekayasa (*engineering*). Bentuk diagram tersusun dalam sudut pandang *high level* atau tidak menonjolkan bagian yang terlalu detail pada sistem. Tujuan pembuatannya ialah untuk menunjukkan bagian utama pada saat pembuatan sistem baru maupun perbaikan sistem yang sudah ada.



Gambar 3.1 Blok Diagram

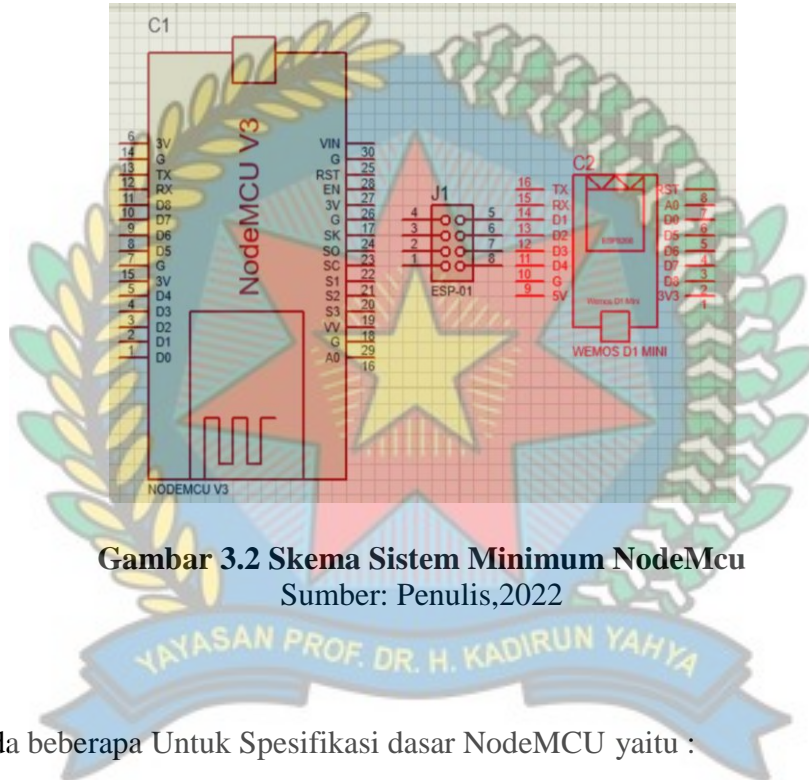
Sumber: Penulis,2022

Pada gambar blok diagram diatas penulis menjelaskan bahwa sensor Pzem berfungsi untuk mendeteksi pemakaian daya yang ada pada kwh meter, data dari kwh dibaca oleh sensor sehingga data yang dibaca sensor dikirimkan pada NodeMcu, dari NodeMcu mengirimkan data kepada LCD dan aplikasi blynk. Jika daya pemakaian dari salah satu kwh meter melebihi dari daya yang sudah ditentukan pada program maka NodeMcu akan mengirimkan Kode ID Pelanggan kepada aplikasi blynk melalui internet, sehingga memudahkan pelayan untuk melakukan perbaikan atau penertiban.

3.3.2 Rangkaian Sistem Minimum NodeMCU

Modul NodeMCU yang didalamnya ditanam chip merupakan pusat sebuah sistem. Pada rangkaian board sistem minimum NodeMCU tersambung dengan relay untuk nantinya dapat menghidupkan dan mematikan rangkaian listrik sesuai dengan perintah yg di inginkan. Pada modul ini terdapat kaki-kaki yang sudah terkonfigurasi

dengan socket yang ada pada driver. Sekema rangkaian Modul NodeMCU bisa dilihat pada Gambar dibawah ini:



Gambar 3.2 Skema Sistem Minimum NodeMcu
Sumber: Penulis,2022

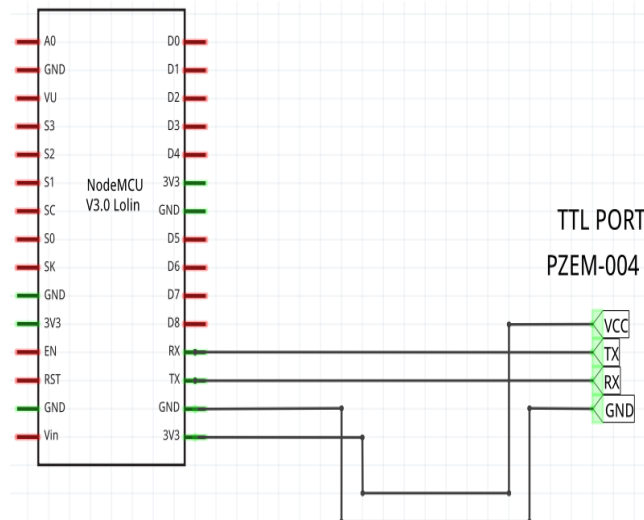
Ada beberapa Untuk Spesifikasi dasar NodeMCU yaitu :

1. Microcontroller : Tensilica 32 bit
2. Flash Memory : 4 KB
3. Tegangan Operasi : 3.3 V
4. Tegangan Input : 7 – 12 V
5. Digital I/O : 16
6. Analog Input : 1 (10 Bit)
7. Interface UART : 1
8. Interface SPI : 1
9. Interface I2C : 1

Sebagaimana juga Arduino, NodeMCU ini harus diprogram terlebih dahulu agar dapat bekerja sesuai dengan *design* sistem yang kita inginkan. Pemrogramannya sama dengan Arduino, memakai Arduino IDE (*sketch*), tentu dengan menyesuaikan tipe/jenis *board*. Agar *board* NodeMCU ini terdeteksi di Arduino IDE perlu diinstal terlebih dahulu '*board* NodeMCU' nya.

3.3.3 Rangkaian Sensor PZEM 004t

Setiap masukan dari sensor akan dikirim melalui pin RX dan TX yang ada pada sensor PZEM-004T ke mikrokontroler NodeMcu yang berfungsi sebagai penerima. Masukan yang dikirim oleh PZEM-004T ini berupa hasil deteksi dari tegangan, arus dan daya listrik, yang didapatkan dengan cara dengan cara memasang kabel steker ke *port* sensor tegangan untuk disambungkan ke sumber tegangan PLN dan memasang kabel coil ke *port* sensor arus untuk disambungkan ke kabel fasa



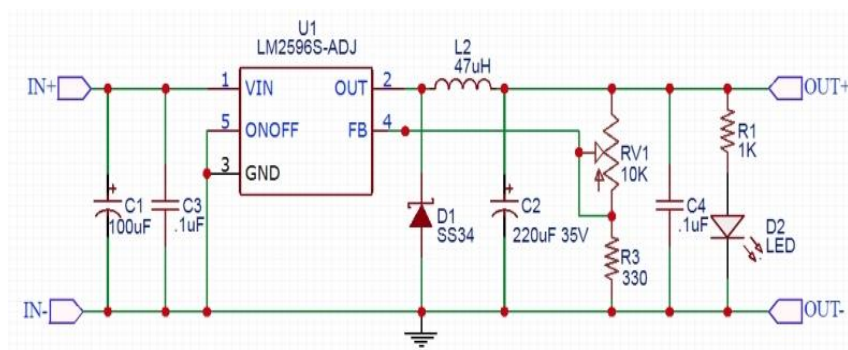
Gambar 3.3 Rangkaian Sensor PZEM 004t

Sumber: Penulis,2022

3.3.4 Rankgian Regulator Tegangan LM2596

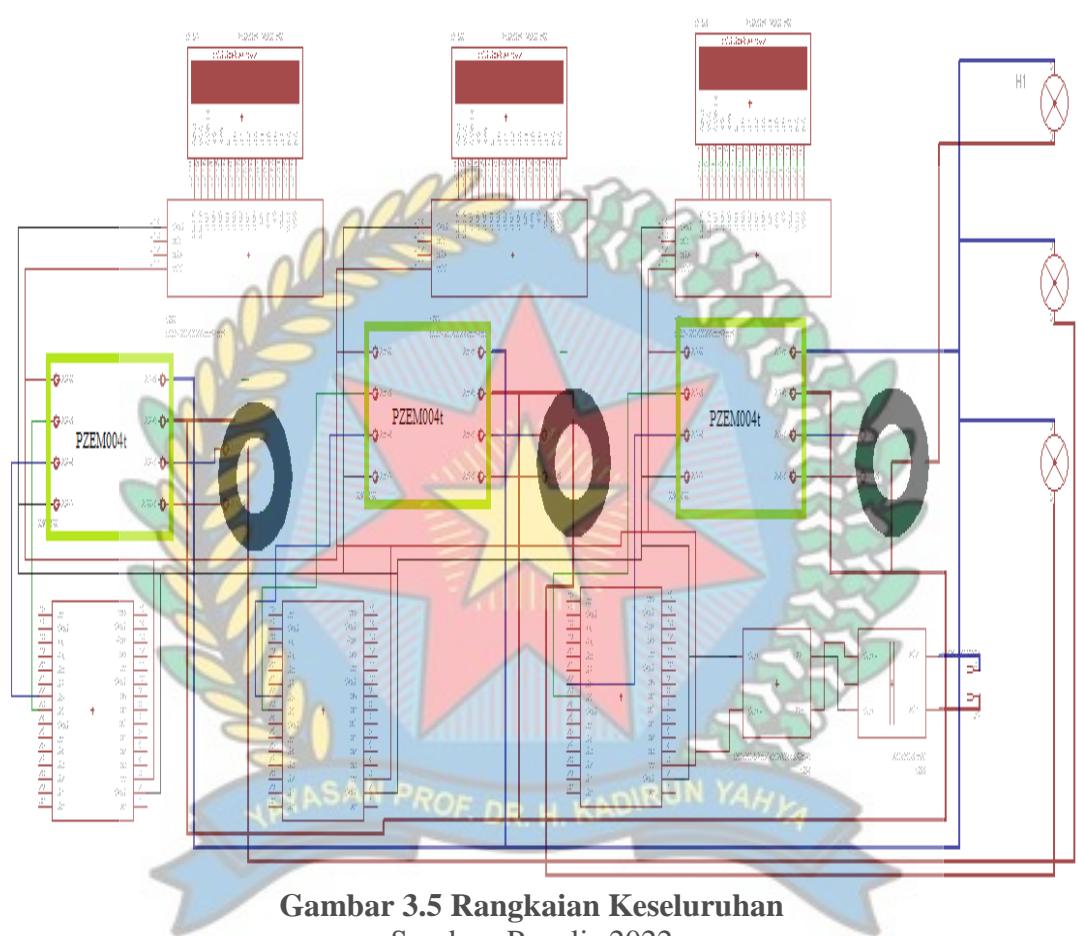
Modul Step-Down Voltage Regulator/ DC Buck Converter adalah modul yang sangat praktis digunakan untuk mengkonversi atau menurunkan tegangan dari catu daya sumber menjadi tegangan keluaran yang lebih rendah. Modul elektronika ini menggunakan Integrated Circuit/ IC LM2596, 3A Step-Down.

Chip LM2596 bekerja pada *switching frequency* 150 kHz, memungkinkan komponen penyangkai berukuran lebih kecil dibanding komponen penyangkai yang biasa dibutuhkan oleh *switching regulator* berfrekuensi rendah. Produsen IC ini menjamin toleransi perbedaan tegangan keluaran hanya $\pm 4\%$ pada tegangan masukan dan kondisi beban keluaran sesuai spesifikasi, dan $\pm 15\%$ toleransi pada frekuensi osilator. IC ini dapat ditidurkan secara eksternal, dengan konsumsi daya hanya sebesar $80\mu\text{A}$ pada moda siaga. Fitur proteksi termasuk pembatas arus pengurang frekuensi dua tahap (*two stage frequency reducing current limit*) untuk *output switch* dan fitur mematikan chip secara otomatis pada kondisi kelebihan panas (*over temperature*)



Gambar 3.4 Rangkaian Regulator Tegangan LM2596

Sumber: Penulis,2022



3.4 Software

Skripsi ini menggunakan beberapa software, yaitu IDE Arduino (untuk membuat program yang nantinya di-upload ke dalam mikrokontroler NodeMCU esp8266) dan pembuatan program IoT dengan aplikasi Blynk. Untuk memudahkan dalam pembuatan sebuah program, maka penulis akan memaparkan tahap awal dalam merancang perangkat lunak ini

3.4.1 Konfigurasi IDE Arduino

ESP8266 dapat di program dengan menggunakan Arduino IDE. Arduino IDE *standard* tidak memiliki *library* ESP8266 dan *Blynk* sehingga sebelum

memrogram ESP8266 menggunakan Arduino IDE harus dilakukan instalasi *addon ESP8266 Library* dan *Blynk Library*:

1. Instalasi addon ESP8266 dengan Arduino Board Manager

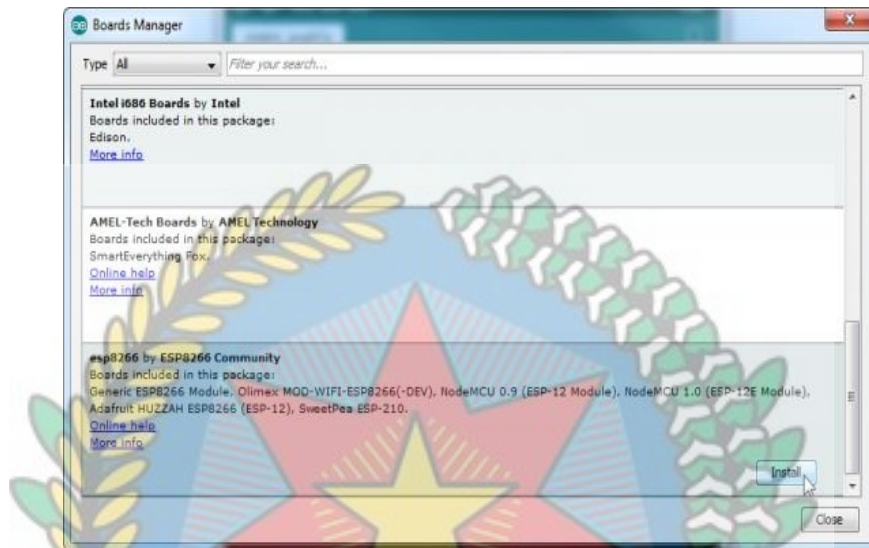
Untuk install library ESP8266 buka Arduino IDE kemudian masuk ke menu preferences (File > Preferences). Berikut ini adalah tampilan gambar untuk menu preferences pada aplikasi Arduino.



Gambar 3.6 menu preferences

Sumber: Penulis,2022

Setelah menambahkan URL pada *Additional Board Manager* kemudian masuk ke menu *Board Manager* (**Tools > Boards > Boards Manager**). Kemudian cari ESP8266 pada Filter untuk memudahkan pencarian. Setelah itu klik Install

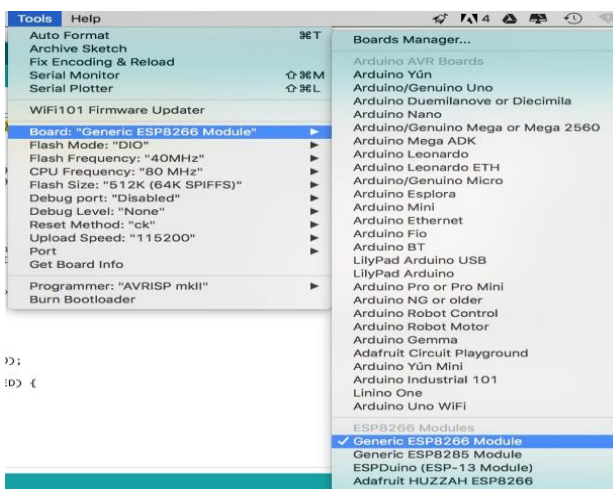


Gambar 3.7 menu Board Manager

Sumber: Penulis,2021

2. Memilih board ESP8266

Setelah menambahkan board ESP8266 kedalam IDE selanjutnya memilih *board* ESP8266. Dalam penelitian ini jenis ESP8266 yang digunakan pada IDE adalah *Generic ESP8266 Module*. Untuk seting yang lainnya seperti pada gambar



Gambar 3.8 Memilih *board* ESP8266

Sumber: Penulis,2022

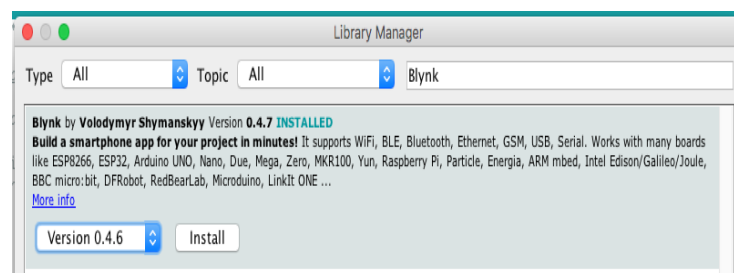
3. Install Library Blynk

Pada saat memrogram ESP8266 yang mampu berkomunikasi dengan *Blynk Apps* digunakan *library Blynk* arduino sketch. *Library Blynk* untuk arduino dapat diunduh melalui menu **Sketch** **Manage Libraries** Berikut ini adalah tampilan gambar untuk menu *library blynk* pada aplikasi Arduino



Gambar 3.9 library Blynk
Sumber: Penulis,2022

Setelah itu dilanjutkan dengan pencarian dengan keyword *Blynk* pada isian pencarian.



Gambar 3.10 library manager
Sumber: Penulis, 2022

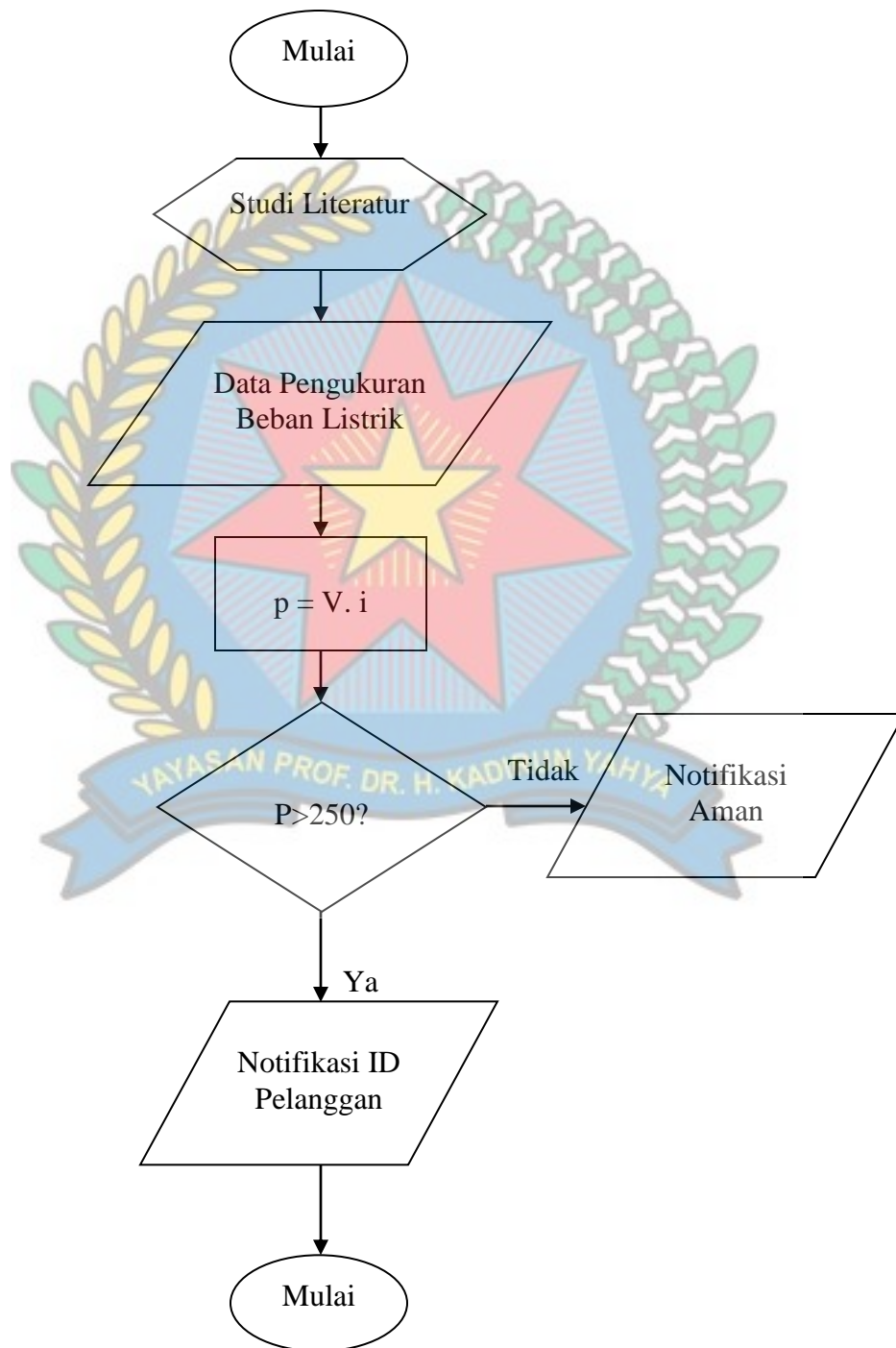
Library Blynk terbaru saat ini adalah Version 0.4.7. Apabila instalasi *library Blynk* sudah selesai Menu *Library Blynk* pada *Sketch* → *Include Library* → *Blynk* sudah tersedia. Berikut ini adalah tampilan gambar untuk menu untuk menambahkan *blynk* pada aplikasi Arduino.



Gambar 3.11 Menu library blink
Sumber: Penulis,2022

3.4.2 Flowchart

Flowchart merupakan penggambaran secara grafik dari langkah-langkah dan urutan prosedur suatu program. Biasanya mempengaruhi penyelesaian masalah yang khususnya perlu dipelajari dan dievaluasi lebih lanjut. Adapun flowchart dari sistem kerja alat yang dirancang oleh penulis ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.12 *Flowchart*

Adapaun keterangan flowchart diatas adalah diawali dengan mulai beban pada alat dalam keadaan hidup atau aktif, sensor bekerja mendeteksi beban pada kWh jika beban yang dideteksi pada kWh lebih besar daripada 250 watt maka notifikasi akan terkirim pada aplikasi blynk dengan mengirimkan kode ID Pelanggan bahwasanya kWh meter melebihi daya yang terpasang, jika beban pada kWh lebih kecil dari pada 250 watt maka tampilan pada aplikasi blynk dalam keadaan aman.



BAB 4

HASIL DAN ANALISA

Pada bab ini penulis melakukan pengujian pada alat *Internet Of Things (Iot)* Sebagai Notifikasi Pembatas Daya Pada Kwh Pasca Bayar Berbasis Microcontroler yang telah dirancang, pengujian dilakukan dengan menggunakan dua pengujian yaitu pengujian hardware dan penfujian software untuk emndapatkan hasil yang lebih baik.

4.1 Pengujian Catu daya

Sumber tegangan yang digunakan sebagai tegangan kerja pada Rangkaian *Internet Of Things (Iot)* Sebagai Notifikasi Pembatas Daya Pada Kwh Pasca Bayar Berbasis Microcontroler ini memiliki sumber berasal dari DC12 V. Pada perancangan alat ini akan dilakukan pengujian terhadap rangkaian catu daya yaitu dengan cara mengukur tegangan keluaran yang dihasilkan oleh masing-masing sumber tegangan yang dialirkan pada rangkaian.



Gambar 4.1 Pengujian Keluaran Catu Daya

Pengujian catu daya dilakukan hingga lima kali pengujian untuk mendapatkan hasil yang baik berdasarkan data sheet dari catu daya tersebut, namun pengukuran yang dilakukan secara langsung menggunakan multimeter terlihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.1 Pengukuran Uji kestabilan catu daya

Percobaan	Diharapkan berdasarkan data sheet	Hasil Pengukuran
	Vcc	Vcc
Ke-1	12 V	11,98 V
Ke-2	12 V	12,06 V
Ke-3	12 V	11,98 V
Ke-4	12 V	12,06 V
Ke-5	12 V	12,06 V

4.2 Pengujian *Output Regulator Tegangan*

Penggunaan regulator tegangan pada Alat *Internet Of Things* (Iot) Sebagai Notifikasi Pembatas Daya Pada Kwh Pasca Bayar Berbasis Microcontroler berfungsi untuk memberikan tegangan konstan pada rangkaian sistem minimum alat. Pada Rangkaian alat ini penulis menggunakan IC regulator LM2596, menurut *data sheet* pada IC regulator LM2596 ini mengeluarkan tegangan sebesar 5 volt DC yang mana tertera pada dua digit angka dari belakang pada *body* regulator. Sistem pengujian pada IC regulator LM2596 dilakukan untuk mengetahui tegangan keluaran yang dihasilkan oleh IC regulator dikarenakan pada setiap komponen pada alat yang dirancang rata-rata bekerja berdasarkan tegangan 5V DC. Untuk Mencapai hasil pengujian yang lebih akurat pengujian keluaran regulator tegangan ini dilakukan hingga 3 kali pengujian. Berikut tabel pengujiannya

Tabel 4.2 Hasil Pengujian IC Regulator

Percobaan	Diharapkan	Hasil Pengukuran
Ke-1	5 V	5,3 V
Ke-2	5 V	4,99 V
Ke-3	5 V	4,96V

4.3 Pengujian Sensor PZEM-004T Pada Terminal 1 Sebagai kWh

Pengujian sensor PZEM-004T dilakukan dengan memasukkan program kedalam mikrokontroler NodeMCU ESP8266, kemudian dilakukan pengujian dengan mengukur daya listrik dari suatu beban listrik, Pengujian ini dilakukan dengan beberapa prangkat elektronik, Pada pengujian ini penulis menggunakan sebuah setrika untuk menghitung daya beban yang dideteksi oleh sensor



Gambar 4.2 Pengujian Terminal 1

Pada gambar 4.2 diatas penulis melakukan pengujian Terminal 1 yang disimulasikan sebagai kWh. Pada pengujian yang dilakukan sensor mendeteksi daya

terpakai lebih besar daripada daya yang terdaftar sehingga aplikasi blynk mengirimkan dan menampilkan pesan notifikasi pada oprator dengan kode ID Pelanggan yang melakukan pelanggaran.



Gambar 4.3 Tampilan Pengujian 1 IoT pada Aplikasi

Tabel 4.3 Pengujian Pemakaian Daya Pada kWh 1

kWh	Pengujian Ke	Besar Daya Terpakai Pada Aplikasi (W)	ID Pelanggan Terkirim
1	I	200 w	-
	II	230 w	-
	III	244 w	-
	IV	356 w	3277123458

Hasil pengujian pada tabel 4.3 diatas menunjukkan ID pelanggan terkirim pada palikasi blynk dikarenakan pemakaian daya pada kWh melebihi daripada daya yang terdaftar sehingga ID pelanggan yang melakukan pelanggaran dapat di tindak lanjuti dengan cepat melalui pelcakan Kode ID pelanggan yang terdaftar.

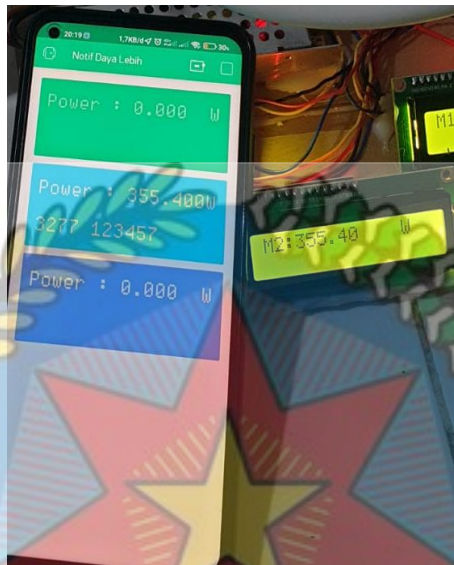
4.4 Pengujian Sensor PZEM-004T Pada Terminal 2 Sebagai kWh

Pada pengujian ini penulis menggunakan sebuah setrika untuk menghitung daya beban yang dideteksi oleh sensor



Gambar 4.4 Pengujian Terminal 2

Pada gambar 4.3 diatas penulis melakukan pengujian Terminal 2 yang disimulasikan sebagai kWh. Pada pengujian yang dilakukan sensor mendeteksi daya terpakai lebih besar daripada daya yang terdaftar sehingga aplikasi blynk mengirimkan dan menampilkan pesan notifikasi pada oprator dengan kode ID Pelanggan yang melakukan pelanggaran



Gambar 4.5 Tampilan Pengujian 2 IoT pada Aplikasi

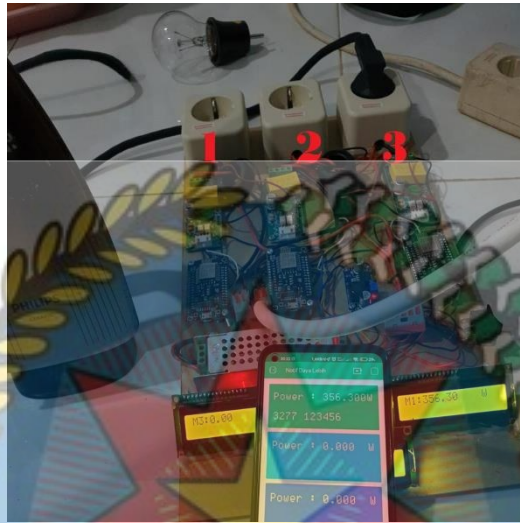
Tabel 4.4 Pengujian Pemakaian Daya Pada kWh 2

kWh	Pengujian Ke	Besar Daya Terpakai Pada Aplikasi (W)	ID Pelanggan Terkirim
2	I	215 w	-
	II	230 w	-
	III	234 w	-
	IV	353 w	3277123457

Hasil pengujian pada tabel 4.4 diatas menunjukkan ID pelanggan terkirim pada palikasi blynk dikarenakan pemakaian daya pada kWh melebihi daripada daya yang terdaftar sehingga ID pelanggan yang melakukan pelanggaran dapat di tindak lanjuti dengan cepat melalui pelcakan Kode ID pelanggan yang terdaftar

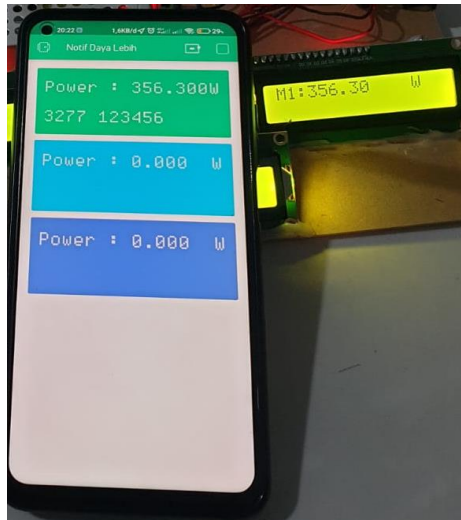
4.5 Pengujian Sensor PZEM-004T Pada Terminal 3 Sebagai kWh

Pada pengujian ini penulis menggunakan sebuah setrika untuk menghitung daya beban yang dideteksi oleh sensor



Gambar 4.6 Pengujian Terminal 3

Pada gambar 4.4 diatas penulis melakukan pengujian Terminal 3 yang disimulasikan sebagai kWh. Pada pengujian yang dilakukan sensor mendeteksi daya terpakai lebih besar daripada daya yang terdaftar sehingga aplikasi blynk mengirimkan dan menampilkan pesan notifikasi pada oprator dengan kode ID Pelanggan yang melakukan pelanggaran



Gambar 4.7 Tampilan Pengujian 3 IoT pada Aplikasi

Tabel 4.5 Pengujian Pemakaian Daya Pada kWh 3

kWh	Pengujian Ke	Besar Daya Terpakai Pada Aplikasi (W)	ID Pelanggan Terkirim
3	I	215 w	-
	II	230 w	-
	III	234 w	-
	IV	356 w	3277123456

Hasil pengujian pada tabel 4.4 diatas menunjukkan ID pelanggan terkirim pada palikasi blynk dikarenakan pemakaian daya pada kWh melebihi daripada daya yang terdaftar sehingga ID pelanggan yang melakukan pelanggaran dapat di tindak lanjuti dengan cepat melalui pelcakan Kode ID pelanggan yang terdaftar

Tabel 4.6 Pengujian Pemakaian Daya Pada Keseluruhan

kWh	Daya Terdaftar	Daya Terpakai (Wout)	Menampilkan Daya Terpakai (Ya/Tidak)	Menampilkan ID Pelanggan (Ya/Tidak)
1	250W	200 w	Ya	Tidak
		230w	Ya	Tidak
		244w	Ya	Tidak
		356w	Ya	Ya
2	250W	215w	Ya	Tidak
		230w	Ya	Tidak
		234w	Ya	Tidak
		353w	Ya	Ya
3	250W	215w	Ya	Tidak
		230w	Ya	Tidak
		234w	Ya	Tidak
		356w	Ya	Ya

BAB

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan pada bab sebelumnya maka penulis akan membuat kesimpulan dalam penulisan skripsi ini sebagai berikut:

1. Penulis membatasi pemakaian daya yang terdaftar pada alat 250 watt
2. Jika pemakaian daya lebih besar daripada 250 watt maka IoT akan mengirimkan notifikasi ID pelanggan pada aplikasi blynk
3. Sistem monitoring pemakaian daya menggunakan *Internet Of Things* (IoT) dan aplikasi blynk dapat digunakan dengan jarak jauh jika aplikasi dan alat masih terhubung dengan jaringan internet
4. Sistem Monitoring menggunakan IoT dan aplikasi blynk dapat berjalan dengan baik

5.2 Saran

Adapun saran dari penulisan skripsi ini adalah:

1. Untuk pengembangan lebih lanjut alat dapat digunakan memutus aliran listrik jarak jauh dengan sistem IoT
2. Diperlukan rancangan yang lebih teliti lagi pada alat agar rangkaian ini dapat bekerja lebih sempurna dan dapat diterapkan dalam sistem kWh meter pelanggan 1 phasa
3. Agar dilakukan peningkatan kemampuan pada alat ini, sehingga semakin cerdas dengan mengkombinasikan dengan komponen lain, sehingga sistem kerjanya akan lebih baik lagi

DAFTAR PUSTAKA

- Ade Rufaidah Mutmainah, dkk 2019 Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer, 7(4), 2019, 161-165 Available at <https://jtsiskom.undip.ac.id> (3 October 2019) DOI:10.14710/jtsiskom.7.4.2019.161-165
- Ahmad Risal, 2017 BUKU AJAR MIKROKONTROLER DAN INTERACE Universitas Negeri Makassar Fakultas Teknik Pendidikan Teknik Elektronika
- Andriana, dkk 2019 Sistem kWh Meter Digital Menggunakan Modul PZEM-004T Jurnal Vol 16 No 1 (2019): Jurnal TIARSIE 16.1 ISSN-p [1411-2248](#) ISSN-e [2623-2391](#)
- Dani Sasmoko, S.T., M.Eng, 2018, Buku Arduino dan Sensor pada Project Arduino DIY. ISBN : 978-623-6141-37-3 (PDF) Penerbit : Yayasan Prima Agus Teknik UNIVERSITAS STEKOM Jln Majapahit No 605 Semarang
- Lukman Aditya, dkk 2021 JURNAL ILMIAH ELEKTROKRISNA Vol. 09 No. 3 Juli 2021 ISSN : 2302 - 4712
- Muhammad Ali, 2018 Buku APLIKASI ELEKTRONIKA DAYA PADA SISTEM TENAGA LISTRIK ISBN: 978-602-5566-79-0. Diterbitkan dan dicetak oleh: UNY Press Jl. Gejayan, Gg. Alamanda, Komplek Fakultas Teknik UNY Kampus UNY Karangmalang Yogyakarta 55281
- Novi Azman, S.T., M.T, 2020 Buku INTERNET OF THINGS DAN KOMPUTASI EDGE PENGENALAN HINGGA KEAMANAN Perpustakaan Nasional : Katalog Dalam Terbitan (KDT) ISBN 978-602-60554-8-4
- PT PLN (Persero) Tahun 2010 LAMPIRAN KEPUTUSAN DIREKSI PT PLN (Persero) NOMOR:474.K/DIR/2010 TANGGAL:11 Agustus 2010.73 BUKU 2 STANDAR KONSTRUKSI SAMBUNGAN TENAGA LISTRIK
- ruptl 2018-2027 – PLN Surat Direktur Utama PT Perusahaan Listrik Negara MoU perjanjian jual beli tenaga listrik dari Pembangkit Listrik
- Saputro, T. T, 2017. Mengenal NodeMCU: Pertemuan Pertama. Oktober 4, 2019. <https://embeddednesia.com/v1/tutorialnodemcu-pertemuan-pertama>
- Sintiani Perdani, dkk 2022 Religion Education Social Laa Roiba Journal Volume 4 Nomor 3 (2022) 461-473 P-ISSN 2656-274x E-ISSN 2656-4691 DOI: 10.47476/reslaj.v4i3.797

SPLN LISTRIK PRABAYAR (LPB) D3.009-1:2020 Lampiran Surat Keputusan Direksi PT.PLN (Persero) No.0070.P/DIR/2020 Meter Statik Prabayar Dengan Sistem *Standart Transfer Specification* (STS) X06H0F

Taufiq Dwi & Septian Suyadhi 2010 Buku Pintar Robotika Penerbitan Yogyakarta 2010 ISBN: 978-979-29-1746-8

Yuono marta dinata, 2016 Buku “Arduino Itu Pintar” Penerbit PT.Elex Media Komputindo Kompas Gramedia ISBN: 978-602-02-8783-6

