

## **BAB 2**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 KAJIAN PUSTAKA**

Penelitian oleh Arif Sandira, Jufrizel, Putut Son Maria, dan Aulia Ullah yang mempunyai judul “Alat Monitoring dan Notifikasi Penggunaan Daya Listrik Rumah Tangga Berbasis Internet Of Things Menggunakan Blynk 2.0” pada tahun 2022 membahas tentang efisiensi listrik yang berada pada rumah tangga. meskipun dalam beberapa tahun ke belakang perusahaan listrik negara atau yang biasa disingkat PLN telah meluncurkan program baru yaitu listrik pintar dengan menggunakan alat kWh meter digital. dengan menggunakan alat tersebut diharapkan pengguna listrik rumah tangga dapat memantau penggunaan listriknya sendiri secara mandiri. kelebihan lainnya yaitu pengguna dapat melihat langsung sisa token (pulsa listrik Prabayar) yang tersisa pada kWh meter. akan tetapi fitur tersebut hanya dapat dilihat secara langsung pada panel alat kWh meter & tidak dapat dipantau dari jarak jauh. alhasil pengguna kurang mengetahui secara detail penggunaan listrik sesuai beban pada alat tertentu dan biaya per kWh yang telah dikeluarkan. dalam hal ini tim peneliti berencana membuat sejenis perangkat monitoring yang berfungsi untuk memantau pergerakan daya listrik dan diinstall pada meteran listrik rumah, agar user dapat memantau dan mengetahui detail konsumsi arus listrik demi budgetting biaya listrik secara mandiri. peneliti menggunakan perangkat microcontroller WeMOS D1 R32 dan sensor PZEM-004T untuk membaca listrik AC. terdapat komponen lain seperti lampu LED, buzzer, relay, serta catu daya sebagai tools pendukung perangkat monitoring. interface output dari monitoring sendiri terbagi pada dua platform Blynk yaitu android based dan web based. untuk hasil pengujian sendiri, perangkat dapat memberikan hasil monitoring berupa tegangan dengan besar selisih rata-rata 0,7V dan arus dengan besar selisih rata-rata 0,143A. perangkat monitoring ini dapat melakukan pemantauan listrik rumah, serta memberikan notifikasi pada user di gadget dan perangkat monitoring itu sendiri seperti pemakaian melebihi limit daya yang sudah

ditentukan, dan pemakain bertambah sejumlah 5000 rupiah, dan perangkat monitoring dalam keadaan mati atau tidak terhubung dengan internet[6].

Penelitian oleh Indah Chairunnisa dan Wildian yang mempunyai judul “Rancang Bangun Alat Pemantau Biaya Pemakaian Energi Listrik Menggunakan Sensor PZEM-004T dan Aplikasi *Blynk*” penelitian ini membahas mengenai perancangan device monitoring biaya pemakaian daya listrik berbasis *IoT* dengan menggunakan sensor *PZEM-004T* dan *output* hasil *monitoring* terdapat pada aplikasi *Blynk*. Dengan ini masyarakat diharapkan dapat mengetahui besarnya biaya pemakaian daya listrik sehingga dapat dilakukan penghematan listrik secara mandiri. Cara kerja *device* ini yaitu beban listrik (alat elektronik) dihubungkan ke sensor *PZEM-004T* kemudian sensor akan mulai membaca tegangan dan arus, nilai yang terbaca akan di proses menggunakan papan induk mikrokontroler *WeMos D1 mini pro*. lalu dari *WeMos D1* mengirimkan data nilai tegangan dan arus dengan menggunakan koneksi internet ke aplikasi *Blynk* untuk ditampilkan data berupa nilai tegangan dan arus agar user dapat mengetahui besar daya listrik yang terpakai saat ini. Untuk pengujian beban daya listrik penulis menggunakan kipas angin, dispenser, *rice cooker*, setrika, laptop, gadget, *powerbank*, dan televisi. hasil pengujian menunjukkan bahwa device sudah berhasil bekerja dengan baik serta dapat menampilkan biaya pemakaian listrik pada LCD dan aplikasi *Blynk* dengan memiliki persentase *error* tegangan sebesar 0,004% & arus sebesar 0,1%[6].

Penelitian selanjutnya yaitu dari Amir Shodiq, Syamsyarief Baqaruzi, Ali Muhtar yang berjudul “Perancangan Sistem Monitoring dan Kontrol Daya Berbasis Internet of Things”. Penelitian ini membahas tentang pembuatan *device monitoring* daya listrik yang bernama *PEMoS*, *device* ini merupakan alat yang di desain untuk *memonitoring* serta mengontrol penggunaan daya listrik, perangkat ini menggunakan sensor tegangan *ZMPT101B VS01* dan sensor arus *ACS712*. dibuatnya perangkat ini bertujuan untuk memberi nilai acuan dalam pemakaian daya listrik dan memperkirakan pemakaian listrik terkini oleh *user*. Cara kerja perangkat menggunakan 2 buah *NodeMCU ESP8266* sebagai *client* dan server, dimulai dari data yang terbaca oleh *client* lalu dikirimkan ke *local* server kemudian dikirimkan ke cloud server. Dimana pada *client* terdapat sensor tegangan dan *relay*

sebagai saklar elektrik yang berfungsi untuk menghubungkan ataupun memutus tegangan arus listrik. mikrokontroller ini juga berfungsi sebagai jembatan komunikasi antara sensor dengan internet dan *database*. untuk antarmuka *monitoring* penulis menggunakan aplikasi android serta *database* menggunakan *MySQL*. peneliti menggunakan metode pengujian akurasi sensor tegangan *ZMPT101B*, akurasi sensor arus *ACS712*, dan pengujian aktuator. Hasil yang dicapai dalam penelitian ini yaitu Pada komunikasi antara client dan server terdapat keterlambatan pengiriman data selama  $\pm 6$  detik. Lalu didapatkan galat pada pembacaan sensor tegangan dengan nilai 1.60%. kemudian Untuk pengujian sensor arus didapatkan galat sebesar 9.93%[7].

Penelitian lainnya dari Mohamad Nursamsi Adiwiranto, dan Catur Budi Waluyo yang berjudul “Prototipe Sistem *Monitoring* Konsumsi Energi Listrik serta Estimasi Biaya pada Peralatan Rumah Tangga Berbasis *Internet of Things*”. Penelitian ini dilandasi oleh keresahan masyarakat tentang tagihan listrik yang membengkak saat *Work from Home* pada masa pandemi covid-19 dibandingkan tagihan sebelum pandemi berlangsung. maka dari itu penulis merancang perangkat yang bisa *monitoring* konsumsi energi listrik dan perkiraan biaya yang akan dibayar. penulis menggunakan *NodeMCU ESP8266* sebagai papan induk utama, Lalu sensor yang digunakan yaitu sensor *PZEM-004T* yang berfungsi untuk mengukur parameter listrik. kemudian menggunakan *LCD16x2* yang berfungsi menampilkan nilai yang telah diukur oleh sensor *PZEM-004T*. Parameter listrik yang diukur ialah : *VRMS (V)*, *IRMS (A)*, Daya Aktif (W), Faktor Daya ( $\cos \phi$ ), penggunaan daya listrik (dalam satuan kWh), dan perkiraan biaya penggunaan listrik dengan menggunakan sensor *PZEM-004T*. Data nilai parameter listrik yang telah didapatkan akan ditampilkan di *LCD* dan *web*. Data tersebut selain ditampilkan di *LCD* dan *web* langsung tersimpan di *database Ubidots* secara *realtime*. Data yang telah tersimpan di basis data *Ubidots* dapat diakses melalui *web* browser. Hasil pengujian yang didapat melalui pengukuran menggunakan sensor *PZEM-004T* untuk perancangan prototipe sistem *monitoring* energi memiliki nilai akurasi tegangan sebesar 98.94%, lalu Arus 99.18%, daya 98.87%, faktor daya 98.44%, serta konsumsi energi listrik 97.89%. Selain daripada itu peralatan listrik

rumah tangga (lampu *led*, televisi, kipas, *rice cooker*, dan *charger* laptop) didapatkan hasil konsumsi energi listrik dalam waktu sebulan sebesar 43.56 kWh dan estimasi biaya sebesar Rp. 114.781.52 dengan jumlah tagihan sebenarnya yang ditagihkan oleh PLN sebesar Rp. 113.567.7[4].

Penelitian oleh Rifqi Zumadilla Pratama, dan Heru Nurwarsito yang berjudul “*Monitoring* Penggunaan Daya Listrik menggunakan Protokol *MQTT* berbasis *Web*”. Penelitian ini dilandasi oleh pengguna energi listrik dari tahun ke tahun semakin meningkat. Salah satu layanan yang tersedia saat ini adalah layanan listrik pascabayar. Namun, dalam pendistribusian data pemakaian daya listrik masih dilakukan secara konvensional dan pengambilan data dilakukan dalam rentang waktu yang tidak menentu. Dari permasalahan tersebut dapat dilakukan pengambilan dan pengiriman data dengan cara yang lebih efisien yaitu dengan melakukan monitoring penggunaan daya listrik secara *realtime* protokol *MQTT* yang berbasis *publish-subscribe*. Untuk papan induk penulis menggunakan mikrokontroler *ESP8266*, lalu sensor *PZEM-004T* sebagai pembaca energi listrik. Sistem monitoring yang dijalankan ini memiliki *delay* yang kecil, yaitu sebesar 11 ms. Selain itu, protokol *MQTT* juga dapat dijalankan pada kondisi jaringan yang terbatas yaitu pada kondisi jaringan yang memiliki *bandwidth* yang rendah. Pada *bandwidth* 32KBps *delay* rata-rata yang dihasilkan sebesar 17 ms. Sehingga sistem dapat dijalankan pada jaringan yang terbatas[8].

Penelitian oleh Deni ardi putra, Riki mukhaiyar yang membahas mengenai judul “*Monitoring* Listrik secara *real time*”. Penelitian ini bertujuan untuk memonitoring penggunaan daya listrik serta proteksi pada beban listrik menggunakan Arduino Mega 2560 serta android secara *real time*. Metode penelitian ini menggunakan reverse engineering, yaitu suatu metode pengembangan sebuah produk tertentu yang dijadikan sebagai bahan acuan untuk menghasilkan sebuah produk baru dengan pengembangan pada komponen tertentu. Hasil pembuatan alat ini berupa prototype sistem monitoring serta proteksi pada daya listrik. Pada alat ini masing-masing ruangan arus dan tegangan dapat dilihat pemakaiannya, serta untuk pembatasan daya yang dipakai oleh pengguna pada masing-masing ruangan sebesar 2 Ampere (440 Watt), jika melebihi dari batas pemakaian maka sistem akan

secara otomatis akan mematikan stop kontak. Berdasarkan analisis pengukuran bahwa alat ini dapat bekerja dengan baik dan dapat diimplementasikan sesuai dengan tujuan pembuatan alat ini. Dari hasil pengujian yang dilakukan yakni monitoring daya listrik secara real time maka dapat diperoleh kesimpulan : Pembacaan penggunaan daya listrik yang telah digunakan oleh sebuah perangkat elektronik didapatkan yaitu mengetahui besar arus yang mengalir pada perangkat elektronik serta mengetahui tegangan yang dipakai selama alat tersebut hidup; Perancangan dan pembuatan alat monitoring daya listrik secara real time menggunakan android melalui koneksi Bluetooth telah dapat bekerja untuk monitoring. Sensor ACS712 masih belum stabil dalam kinerjanya, namun masih tetap bisa mengontrol dan mendeteksi beban yang aktif di masing – masing ruangan.

Tabel 2. 1 Resume dari 5 penelitian di atas

<b>Riset</b>	<b>Tujuan</b>	<b>Pendekatan</b>	<b>Hasil</b>
Arif Sandira, Jufrizel, Putut Son Maria, dan Aulia Ullah (2022)	Dapat melakukan <i>monitoring</i> penggunaan daya listrik yang terpasang pada meteran listrik rumah tangga agar konsumen lebih mengetahui detail pemakaian listrik untuk mengontrol biaya penggunaan listrik secara mandiri.	Menggunakan Wemos D1 R32 lalu modul PZEM-004T sebagai pembacaan tegangan, arus, daya, energi, dan faktor daya listrik. Dan menggunakan <i>Blynk 2.0</i> melalui <i>web dashboard</i> dari <i>Blynk.Cloud</i> dan <i>mobile dashboard</i> dari aplikasi <i>Blynk IoT</i> sebagai tampilan antarmuka <i>monitoring</i>	<i>Device</i> dapat melakukan <i>monitoring</i> penggunaan listrik rumah tangga, serta terdapat fitur notifikasi pada alat dan gadget berupa peringatan pemakaian melewati batas daya sesuai keinginan
Indah Chairunnisa dan Wildian (2022)	Masyarakat diharapkan dapat mengetahui besarnya biaya pemakaian daya listrik sehingga	Menggunakan <i>WeMos D1 mini pro.</i> lalu dari <i>WeMos D1</i> mengirimkan data nilai tegangan dan	<i>Device</i> sudah berhasil bekerja dengan baik serta dapat menampilkan biaya pemakaian listrik pada LCD dan

Riset	Tujuan	Pendekatan	Hasil
	dapat dilakukan penghematan listrik secara mandiri	arus dengan menggunakan koneksi internet ke aplikasi <i>Blynk</i> . Menggunakan sensor PZEM-004T untuk membaca tegangan dan arus	aplikasi Blynk dengan memiliki persentase error tegangan sebesar 0,004% & arus sebesar 0,1%.
Amir Shodiq, Syamsyarief Baqaruzi, dan Ali Muhtar (2021)	Pembuatan <i>device monitoring</i> daya listrik yang bernama <i>PEMoS</i> , <i>device</i> ini merupakan alat yang di desain untuk <i>memonitoring</i> serta mengontrol penggunaan daya listrik. bertujuan untuk memberi nilai acuan dalam pemakaian daya listrik dan memperkirakan pemakaian listrik terkini oleh <i>user</i>	Menggunakan sensor tegangan ZMPT101B VS01 dan sensor arus ACS712. <i>NodeMCU ESP8266</i> sebagai <i>client</i> dan server. dan antarmuka <i>monitoring</i> penulis menggunakan aplikasi android serta <i>database</i> menggunakan <i>MySQL</i>	Sistem Monitoring dan kontrol tegangan, arus dan daya listrik pada rumah berbasis IoT dapat dirancang dan digunakan. Pembacaan akuisisi data sensor pada sistem PEMoS telah berhasil disimpan pada database. didapatkan galat pada pembacaan sensor tegangan dengan nilai 1.60%. kemudian Untuk pengujian sensor arus didapatkan galat sebesar 9.93%
Mohamad Nursamsi Adiwiranto, dan Catur Budi Waluyo (2021)	Merancang perangkat <i>monitoring</i> konsumsi energi listrik dan perkiraan biaya yang akan dibayarkan.	menggunakan <i>NodeMCU ESP8266</i> sebagai papan induk utama, Lalu sensor yang digunakan yaitu sensor <i>PZEM-004T</i> yang berfungsi untuk mengukur parameter listrik. kemudian menggunakan <i>LCD16x2</i>	Data nilai parameter listrik yang telah didapatkan akan ditampilkan di <i>LCD</i> dan <i>web</i> . Data tersebut selain ditampilkan di <i>LCD</i> dan <i>web</i> langsung tersimpan di <i>database Ubidots</i> secara <i>realtime</i> . Data yang telah tersimpan di basis data <i>Ubidots</i> dapat diakses melalui <i>web</i> browser

Riset	Tujuan	Pendekatan	Hasil
Rifqi Zumadilla Pratama, dan Heru Nurwarsito (2019)	Melakukan monitoring penggunaan daya listrik secara <i>realtime</i> protokol <i>MQTT</i> yang berbasis <i>publish-subscribe</i>	Menggunakan mikrokontroller <i>ESP8266</i> , lalu sensor <i>PZEM-004T</i> sebagai pembaca energi listrik.	Sistem monitoring yang dijalankan memiliki delay yang kecil, yaitu sebesar 11 ms. Selain itu, protokol <i>MQTT</i> juga dapat dijalankan pada kondisi jaringan yang terbatas yaitu pada kondisi jaringan yang memiliki bandwidth yang rendah. Pada bandwidth 32KBps delay rata-rata yang dihasilkan sebesar 17 ms.

## 2.2 DASAR TEORI

Pada bagian ini membahas tentang dasar-dasar teori yang menyangkut tentang sistem pengembangan IoT seperti NodeMCU, PZEM-004T, Multimeter, Adaptor, Arduino IDE, I2C, LCD 16x2, Error Percentage, Golongan Listrik PLN, Internet, Internet Of Things, dan Blynk. Bab selanjutnya menjelaskan mengenai perangkat-perangkat utama yang digunakan untuk penelitian.

### 2.2.1 NodeMCU

NodeMCU merupakan mikrokontroller buatan perusahaan *Espressif Systems* yang merupakan pengembangan lebih lanjut dari modul ESP8266.



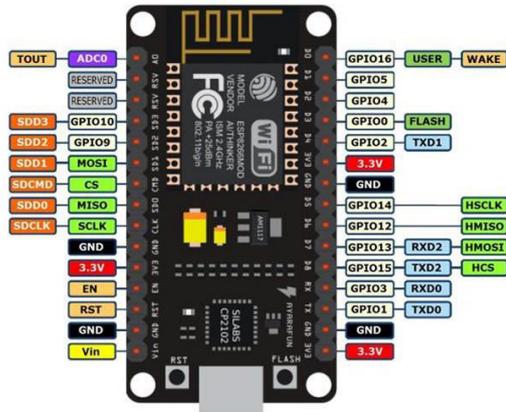
Gambar 2. 1 NodeMCU[9]

NodeMCU menggunakan *firmware e-Lua* serta memakai bahasa pemrograman *Lua* walaupun sebenarnya juga *support* dengan bahasa *C* yang

terdapat pada *Arduino IDE*. mikrokontroler ini juga bersifat *open source* jadi memudahkan siapapun untuk mengembangkannya. modul ini juga telah *include ESP8266* sehingga terdapat fitur *I2C, ADC, PWM, Wire, dan GPIO*. Selain itu juga pada NodeMCU dilengkapi dengan 2 buah tombol *push button* yaitu tombol *flash* dan *reset*[4]. Untuk lebih jelasnya terdapat pada tabel 2.2, tabel 2.3 spesifikasi dan gambar 2.2.

Tabel 2. 2 Tabel spesifikasi NodeMCU[10]

Mikrokontroler	Tensilica 32-bit RISC CPU Xtensa LX106
Tegangan Pengoperasian	3.3V
Tegangan input	7-12V
pin digital	16
Pin analog (ADC)	1
Serial Komunikasi UARTs	1
Serial Komunikasi SPI	1
Memori flash	4 MB
SRAM	64 KB
Kecepatan clock	80 MHz
USB-TTL Support	Yes
Antena Onboard	Yes



Gambar 2. 2 NodeMCU diagram Pinout

Tabel 2. 3 Fungsi dari masing-masing PIN[10]

Nama	Fungsi
Micro USB	Power, sebagai jalur pengiriman sketch (source code)
Kontrol PIN (EN, RST)	Memulai ulang nodemcu
3.3V	Memberi tegangan 3.3v kepada modul atau sensor yang membutuhkan
GND	Jalur negatif arus
VIN	Input power external
A0	PIN analog, fungsi input fitur analog
SDD1, CMD, SD0, SCLK	Jalur Komunikasi Serial SPI
GPIO 0 – GPIO 16	Pin input output digital maupun analog
TXD0, RXD0, TXD2, RXD2	Jalur komunikasi interface UART
SDA, SCL	Jalur komunikasi serial I2C

### 2.2.2 PZEM-004T

PZEM-004T merupakan modul yang berfungsi untuk mengukur daya listrik, arus listrik, tegangan listrik, energi listrik, power factor, dan frekuensi listrik. dari fitur yang telah disebutkan sebelumnya memungkinkan modul ini digunakan untuk keperluan sebagai alat pengukur daya atau *project IoT*.



Gambar 2. 3 Modul PZEM-004T[11]

Modul PZEM-004T merupakan buatan perusahaan *Peacefair*. Dimensi modul PZEM- 004T adalah 3,1 x 7,4 cm. Pada modul PZEM-004T terdapat kumparan trafo arus diameter 3mm yang dapat digunakan untuk mengukur arus maksimal 100A. Untuk dapat bekerja modul sensor PZEM-004T dihubungkan dengan sumber tegangan AC sehingga nilai tegangan dan arus listrik dapat diketahui oleh modul sensor PZEM-004T tersebut. Sesuai *datasheet*, modul sensor PZEM-004T memiliki prinsip kerja yaitu bekerja pada tegangan 80~260VAC[5].

Tabel 2. 4 Spesifikasi PZEM-004T[12]

Pengukuran tegangan	80-260V
Pengukuran Arus	0-100A
Pengukuran daya	0-23kW
Faktor daya	0.00-1.00
Frekuensi listrik	45-65Hz

Beban listrik	0-9999.99kWh
Antarmuka	RS485
Communication protocol	UART

### 2.2.3 Multimeter

Multimeter adalah suatu alat ukur yang digunakan untuk mengukur lebih dari 1 besaran atau muatan listrik. Sebelum mempelajari tentang alat ukur listrik, diharuskan mengetahui terlebih dahulu tentang listrik atau muatan listrik yang akan diukur. ada 2 jenis multimeter yaitu analog dan digital. multimeter analog biasanya menampilkan hasil ukurnya dengan menggunakan jarum penunjuk sedangkan multimeter digital menampilkan hasil ukurnya dengan menggunakan layar LCD dan beberapa digit angka. Cara pakainya cukup sederhana, cukup dengan menghubungkan langsung probe + dan - ke komponen atau media listrik yang ingin diukur lalu display akan menunjukkan hasil ukurnya[13].



Gambar 2. 4 Multimeter[14]

### 2.2.4 Adaptor

Adaptor merupakan sebuah alat yang berperan dalam mengonversi tegangan AC menjadi tegangan DC. Adaptor sendiri terdiri atas beberapa komponen seperti *transformator*, *rectifier*, *filter*, *voltage regulator*. Adaptor pada penelitian ini berfungsi untuk mensuplai daya kepada NodeMCU, PZEM-004T, dan

LCD i2c. Gambar 2.4 Merupakan bentuk fisik dari adaptor yang digunakan pada penelitian ini.

Spesifikasi teknis adaptor ini :

1. Tegangan input : 100-240v AC
2. Arus Input : 0.3A AC
3. Tegangan ouput : 5v DC
4. Arus Output : 2A DC



Gambar 2. 5 Adaptor 5V 2A[15]

### 2.2.5 Arduino IDE

*Arduino IDE* adalah *tool text editor* yang bermanfaat untuk menuliskan program (yang secara khusus dinamakan sketsa di *Arduino*), mengompilasinya, dan sekaligus mengunggahnya ke mikrokontroler arduino ataupun yang lainnya yang *support* dengan *arduino IDE*. *Arduino IDE* saat ini hanya menggunakan bahasa pemrograman *C*. *IDE* ini berfungsi untuk melakukan pengembangan terkait sistem mikrokontroler arduino dalam bentuk sintaks[16].



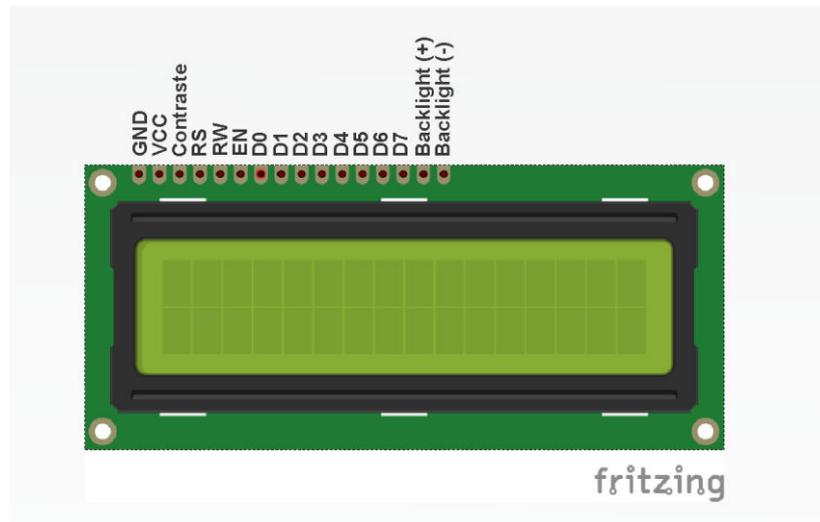
Gambar 2. 6 *Arduino IDE*

### 2.2.6 *I2C*

*Inter-Integrated Circuit (I2C)* adalah sebuah metode komunikasi serial dua arah yang menggunakan dua jalur untuk mengirim dan menerima data. I2C terdiri dari jalur *Serial Data (SDA)* dan *Serial Clock (SCL)*, yang berfungsi untuk mengirim dan menerima data I2C antara mikrokontroler dan perangkat lainnya. Perangkat yang terhubung dengan bus I2C dapat berperan sebagai *slave* atau *master*. Sebagai *slave*, perangkat tersebut memulai transfer data pada bus I2C dengan mengirimkan sinyal start dan mengakhiri dengan sinyal *stop*, serta mengatur sinyal *clock*. Sementara itu, sebagai *master*, perangkat tersebut memilih alamat *slave* yang akan dituju[17].

### 2.2.7 *LCD 16x2*

Penampil LCD 16×2 merupakan salah satu perangkat yang banyak digunakan sebagai antarmuka antara mikrokontroler dan pengguna. Dengan menggunakan penampil LCD 16×2 ini, pengguna dapat memantau dan melihat kondisi sensor serta jalannya program. Penampil LCD 16×2 ini dapat dihubungkan dengan berbagai jenis mikrokontroler, termasuk mikrokontroler keluarga AVR seperti ATmega32, ATmega16, ATmega8535, dan ATmega8 serta mikrokontroler yang terdapat pada NodeMCU.



Gambar 2. 7 LCD 16x2

Dari gambar di atas tersebut dapat dilihat bahwa LCD 16×2 mempunyai 16 pin. sedangkan jalurnya adalah sebagai berikut :

1. Ground (GND) terhubung dengan kaki 1 dan 16.
2. VCC (+5V) terhubung dengan kaki 2 dan 15.
3. Kaki 3 pada LCD 16×2 berfungsi untuk mengatur kecerahan LCD. Untuk mengatur kecerahannya, kita dapat menggunakan trimpot 10k. Pemasangan trimpot dilakukan sesuai dengan gambar rangkaian. Perubahan tegangan pada pin 3 ini akan mempengaruhi kecerahan LCD.
4. Pin 4 (RS) terhubung dengan pin mikrokontroler.
5. Pin 5 (RW) terhubung dengan Ground (GND).
6. Pin 6 (E) terhubung dengan pin mikrokontroler.
7. Pin 11 hingga 14 dihubungkan dengan pin mikrokontroler sebagai jalur data[15].

### 2.2.8 Error Percentage

Rumus *Error percentage* digunakan untuk menentukan sejauh mana error pembacaan yang terjadi. Berikut ini rumus *error percentage*.

$$\%Error = \left| \frac{AV-TV}{AV} \right| \times 100\% \quad (2.1)$$

Pada formula 2.1, AV sebagai *actual value*, dimana nilai ini berisi pembandingan ketelitian bisa berupa alat ukur yang lebih akurat, dalam hal ini penulis

menggunakan multimeter. Kemudian TV sebagai *test value*, dimana nilai ini berisi nilai dari sensor yang akan diujikan. Nilai %Error sendiri diperoleh dari selisih nilai aktual (AV) pembacaan dari *multimeter* dikurangi dengan nilai tes pembacaan (TV) dari sensor *PZEM-004T* dibagi dengan nilai aktual dalam nilai mutlak dan dikalikan dengan 100%[18].

### 2.2.9 Listrik

Listrik merupakan aliran elektron dari atom ke atom pada sebuah penghantar atau suatu energi yang berpengaruh terhadap kehidupan manusia sehari-hari. Energi listrik ini dimanfaatkan untuk menggerakkan alat-alat elektronik seperti komputer dan lainnya yang berfungsi untuk mempermudah kegiatan atau pekerjaan manusia. Listrik diartikan sebagai suatu daya yang muncul karena adanya suatu gesekan atau dikarenakan sebab lain dari suatu proses kimia. Listrik tersebut terbagi menjadi dua, yaitu listrik statis & listrik dinamis.

- Listrik Statis

Merupakan energi yang dikandung didalam benda yang bermuatan listrik. Muatan listrik benda tersebut dapat positif bisa juga bermuatan negatif. Bila diperinci lebih jauh lagi, semua zat tersebut dibentuk dari sejumlah atom. Setiap atom memiliki inti atom yang terdiri dari elektron dan proton yang meliputinya. Proton bermuatan listrik positif, sementara elektron bermuatan listrik yang negatif. Disaat 2 zat atau benda contohnya seperti ketika tangan kita dan balon saling digesek-gesekan, material yang memiliki daya tarik lebih lemah yaitu tangan akan ditarik elektronnya dan menempel pada benda yang daya tariknya lebih kuat yakni balon. Dengan demikian maka kedua zat tersebut memiliki muatan listrik, yang mana material yang elektronnya hilang akan memiliki muatan positif dan material yang mendapat elektron menjadi bermuatan negatif.

- Listrik Dinamis

Adalah listrik yang bisa bergerak. Cara mengukur kuat arus pada listrik dinamis yakni dengan cara muatan listrik dibagi waktu dengan satuan muatan listrik merupakan coulomb dan satuan waktu ialah detik. Kuat arus pada rangkaian bercabang dengan kuat arus yang masuk dengan kuat arus yang keluar. Sementara itu, rangkaian seri, kuat arus tetap sama di pada tiap ujung-ujung hambatan. Sebaliknya, tegangan berbeda hambatan. Pada rangkaian seri, tegangan bergantung terhadap hambatan. Namun, pada rangkaian bercabang tegangan tidak berpengaruh pada hambatan. Yang mana semua itu telah dikemukakan dalam hukum Kirchoff yang berbunyi “Jumlah kuat arus listrik yang masuk sama dengan jumlah kuat arus listrik yang keluar”[19].

### 2.2.10 Golongan Listrik PLN

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) telah menetapkan daftar tarif dasar listrik terbaru. Tarif tersebut bervariasi sesuai dengan golongan pengguna. Sesuai dengan Peraturan Menteri ESDM No. 31 Tahun 2014 dan No. 9 Tahun 2015, terdapat 5 golongan yang tarifnya disesuaikan setiap bulan. Selain itu, penyesuaian besaran tarif dasar listrik juga dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk harga minyak mentah atau Indonesian Crude Price (ICP), inflasi, dan nilai tukar dolar Amerika Serikat terhadap rupiah. Berdasarkan faktor-faktor tersebut, Kementerian ESDM dan Perusahaan Listrik Negara (PLN) telah mengeluarkan tarif dasar listrik terbaru yang telah disesuaikan. Berikut ini adalah tabel 2.2 yang memuat daftar tarif dasar listrik terbaru yang mengalami penyesuaian sesuai dengan peraturan Kementerian ESDM[20].

Tabel 2. 5 Golongan Listrik Tegangan Rendah

Golongan Tarif Listrik	Batas Daya	Biaya per kWh
Golongan Tegangan Rendah (TR) R1	900VA	Rp.1.352
Golongan TR R1	1.300VA	Rp.1.444
Golongan TR R1	2.200VA	Rp.1.444
Golongan TR R2	3.500-5.500VA	Rp.1.699
Golongan TR R3	> 6.600VA	Rp.1.699

### **2.2.11 Daya Listrik**

Daya listrik adalah energi listrik yang ada dalam sebuah rangkaian yang nantinya bisa dihasilkan atau bahkan diserap. ketika sumber energi menghasilkan daya listrik, maka beban yang dihubungkan pada sumber energi tersebut akan menyerap energi yang kemudian energi ini akan diubah menjadi bentuk lain sesuai kebutuhan. Misalnya saja diubah menjadi energi cahaya, energi panas, energi gerak dan lain sebagainya.

Watt sebagai salah satu satuan daya. satuan Watt ini umumnya umumnya bisa kita temui pada label stiker di beragam peralatan elektronik rumahan. Fungsinya yakni untuk menyatakan tingkat besaran daya listrik yang dibutuhkan untuk mengoperasikan sebuah alat. Setiap alat listrik tentunya mempunyai kebutuhan yang beragam. Ini tergantung pada fungsi dari alat itu sendiri. Semakin canggih dan kaya fungsinya, biasanya kapasitas daya yang dibutuhkan juga semakin besar.

### **2.2.12 Internet**

Internet adalah sebuah kumpulan jaringan komputer yang menghubungkan berbagai jenis entitas, seperti situs akademik, pemerintahan, komersial, organisasi, dan individu. Internet memberikan akses kepada jutaan pengguna di seluruh dunia untuk layanan telekomunikasi dan sumber daya informasi.

Untuk terhubung ke jaringan Internet, pengguna perlu menggunakan layanan khusus yang disebut Internet Service Provider (ISP). Salah satu media yang umum digunakan adalah melalui saluran telepon menggunakan PPP (Point to Point Protocol). Pengguna menggunakan komputer yang dilengkapi dengan modem untuk melakukan koneksi dial-up ke server milik ISP. Setelah terhubung ke server ISP, komputer pengguna siap digunakan untuk mengakses jaringan Internet[21].



Gambar 2.8 Internet

### 2.2.13 *Blynk*

*Blynk* merupakan sebuah platform yang dibuat khusus untuk aplikasi berbasis sistem operasi *mobile* (*iOS* dan *Android*). Tujuan utamanya ialah untuk mengontrol modul papan induk mikrokontroler seperti *Arduino*, *Raspberry Pi*, *ESP8266*, *WEMOS D1*, dan sejenisnya melalui koneksi internet. *software* ini memberikan fleksibilitas bagi pengguna untuk membentuk antarmuka grafis proyek dengan mudah, menggunakan metode *drag and drop* untuk menambahkan *widget* serta menggunakan API sebagai koneksi mikrokontroler ke *Blynk*. Aplikasi *Blynk* memiliki 3 komponen utama, yaitu Aplikasi, Server, dan Libraries. *Blynk* server berfungsi untuk menangani semua komunikasi diantara smartphone dan hardware. *Widget* yang tersedia pada *Blynk* diantaranya adalah *Button*, *Value Display*, *History Graph*, *Twitter*, dan *Email*.

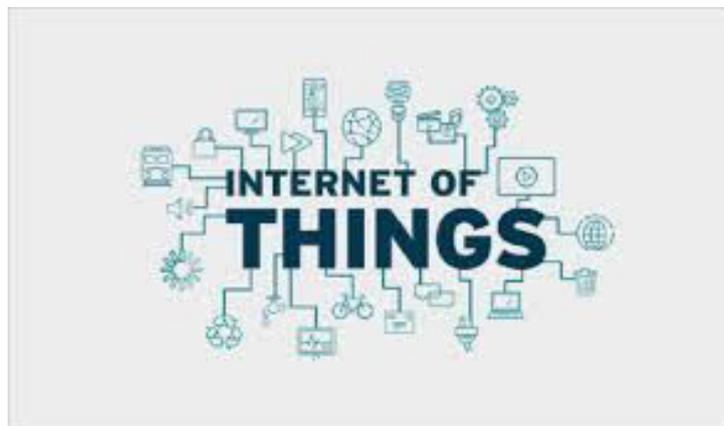
*Blynk* tidak terikat dengan beberapa jenis microcontroller namun harus didukung hardware yang dipilih. *NodeMCU* dikontrol dengan Internet melalui *WiFi*, chip *ESP8266*, *Blynk* akan dibuat online dan siap untuk *Internet of Things* [6].

### 2.2.14 **Internet of Things**

*Internet of Things (IoT)* ialah sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat konektivitas internet yang terhubung secara online. Konsep ini memungkinkan pengguna untuk menghubungkan berbagai perangkat, peralatan, dan objek fisik ke pada jaringan perangkat, sensor, dan aktuator. Hal ini memungkinkan pengumpulan data serta pengelolaan kinerja secara mandiri, sehingga mesin dapat bekerja sama serta merespons perintah yg diperoleh secara

independen. Sistem *IoT* bekerja menggunakan cara membangun interaksi otomatis antara mesin atau komputer yang terhubung, menggunakan kebutuhan campur tangan manusia yang minim. Untuk protokolnya ada beberapa macam seperti MQTT atau kependekan dari Message Queuing Telemetry Transport merupakan salah satu protokol komunikasi pada Internet of Thing (IoT) yang menggunakan pesan berbasis penerbitan standar berlangganan ISO yang bekerja dalam Transmission Control Protocol / Internet Protocol (TCP/IP). Kemudian ada CoAP atau kependekan dari Constrained Application Protocol merupakan sebuah protokol yang memiliki produktivitas dan utilitas internet, terutama untuk smartphone. CoAP ini berbentuk website transfer dengan protokol khusus untuk penggunaan dengan node yang terbatas dan juga jaringan yang dibatasi. CoAP ini merupakan suatu protokol di dalam WSN yang dikembangkan untuk menggantikan peran protokol HTTP dalam trend Internet of Things (IoT). Lalu ada M2M Communication Protocol adalah protokol terbuka yang dibangun untuk menyediakan manajemen aplikasi jarak jauh yang biasa digunakan pada perangkat IoT. Komunikasi M2M ini banyak diaplikasikan untuk pemantauan suhu, kelembapan, kesehatan, hingga pengendalian jarak jauh. AMQP atau Advanced Message Queuing Protocol adalah standar layer aplikasi protokol untuk Message Oriented Middleware. Pada dasarnya, AMQP didesain sebagai standar pertukaran pesan dan dirancang untuk lingkungan middleware yang mendukung efisiensi pada komunikasi data yang saat ini sudah sangat beragam. Pemrosesan AMQP IoT Protokol ini terdiri dari 3 komponen yaitu Exchange, Message Queue, dan Binding. Exchange merupakan bagian dari broker yang menerapkan AMQP model yang bertugas menerima pesan dan meletakkannya ke dalam queue. Message queue merupakan sebuah entity yang berfungsi untuk menampung pesan dan consumer mana yang akan menerima pesan tersebut. Sedangkan bindings berfungsi mendistribusikan pesan dari exchanges ke queue. Ketiga komponen ini memastikan pertukaran dan penyimpanan pesan berhasil dan membantu dalam membangun hubungan antar pesan. Protokol AMQP ini biasa digunakan dalam industri perbankan. Setiap kali pesan dikirim oleh server, protokol melacak pesan sampai setiap pesan dikirim ke pengguna atau tujuan yang dituju tanpa adanya kegagalan.

XMPP dirancang secara unik dengan menggunakan ‘push mechanism’ agar dapat bertukar pesan secara realtime. XMPP sendiri merupakan protokol yang fleksibel dan dapat diintegrasikan dengan berbagai perubahan. XMPP ini dikembangkan menggunakan XML terbuka (Extensible Markup Language) yang berfungsi sebagai indikator keberadaan yang menunjukkan status ketersediaan server atau perangkat yang mengirim atau menerima pesan. Keunggulan XMPP adalah tidak perlu adanya master server pusat untuk menjalankannya. [23].



Gambar 2. *Internet of Things*