

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Penelitian terdahulu terkait sistem monitoring pemakaian daya listrik berbasis *Internet of Things* sudah banyak diimplementasikan. Terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang akan dijadikan sebagai referensi penulis pada penelitian ini. Berikut beberapa referensi terkait penelitian ini adalah sebagai berikut :

Penelitian yang dilakukan oleh David Fernando dengan judul “Monitoring Penggunaan Daya Listrik Satu Fasa”. Pada penelitian ini mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno, sensor ZMPT101B sebagai sensor tegangan, dan sensor SCT-013-000 sebagai sensor arus. Penelitian ini mengimplementasikan monitoring penggunaan daya listrik satu fasa. Pada pengujian ini listrik yang digunakan sebesar 220 volt dan beban yang digunakan adalah sebuah lampu. Output yang dihasilkan berupa grafik tegangan, arus, dan daya serta hasil data pengukuran dapat dilihat menggunakan microsoft excel. Melihat dari data hasil tabel pengukuran disimpulkan semakin besar tegangan dan arus maka daya yang dihasilkan akan semakin besar, sehingga menyebabkan tarif pengeluaran semakin meningkat[6].

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Anggher Dea, etc. Penelitian dengan judul “Sistem *Monitoring* Beban Listrik Berbasis Arduino NodeMCU ESP8266”. Penelitian ini menggunakan beberapa alat seperti NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler dan sensor ACS712 sebagai pembaca nilai arus. Dalam pengukurannya hanya menggunakan beban listrik dari lampu LED 15 watt sebanyak 2 buah, dan setrika listrik. memantau besar kecilnya arus dan daya saat dalam kondisi ON pada beberapa beban dari pengujian yang telah dilakukan, pada saat titik panas tertinggi alat berfungsi dengan baik dan dapat yang diuji[7].

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Budi Prayitno, etc. Penelitian yang berjudul “Prototipe Sistem *Monitoring* Penggunaan Daya Listrik Peralatan Elektronik Rumah Tangga Berbasis *Internet OF Things*”. Pada penelitian alat yang digunakan adalah NodeMCU sebagai mikrokontroler, dan Sensor CT sebagai sensor yang dapat mengukur besaran arus, dan sensor ZMPT101B sebagai sensor tegangan. Dalam pengujian nya beban yang dipakai berupa lampu. Dari pengujian yang telah dilakukan semakin lama monitoring dilakukan maka nilai kWh yang didapat akan semakin tinggi. Output dari hasil pengujian akan ditampilkan dalam bentuk grafik yang bisa di monitoring melalui web Thingspeak[8].

Penelitian yang dilakukan oleh Ni'matul Ma'muriyyah, dan Eko Hamdani dengan judul “Prototipe Sistem Monitoring Pemakaian Daya Listrik Rumah Tangga Menggunakan Android”. Penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560, dan sensor SCT-013-000 sebagai sensor arus. Dalam pengujiannya beban yang dipakai berupa setrika dan dispenser. Sistem ini dapat memonitoring konsumsi daya listrik rumah tangga secara efektif dan komunikasi antara sistem dan Android dapat menampilkan data dengan tingkat kesalahan 3,68% atau tingkat akurasi 96,32%[9].

Kemudian penelitian dengan judul “Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis *Internet of Things* Pada Rumah Dengan Menggunakan Aplikasi Blynk” yang dilakukan oleh Maria Febrianti Pela dan Rully Pramudita. Alat yang digunakan berupa NodeMCU sebagai mikrokontroler dan sensor PZEM-004T sebagai sensor yang dapat mengukur arus dan tegangan. Dalam pengujiannya beban yang digunakan berupa kipas angin, setrika, lampu, dan handphone. Dalam penelitian ini prototipe sistem monitoring penggunaan daya listrik menggunakan Blynk dapat berfungsi dengan baik dan dapat membantu serta mempermudah pemilik rumah dalam melakukan monitoring daya listriknya. Fungsi dari prototipe monitoring dapat mengetahui seberapa besar *power*, *energy*, *voltage*, dan *current* pada perangkat elektronik yang digunakan oleh pemilik rumah, sehingga dapat dilakukan pencegahan dalam penggunaan daya listrik yang berlebihan[10].

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu Monitoring Listrik

Judul Penelitian	Peneliti	Tahun	Perbedaan	Alat	Hasil
Monitoring Penggunaan Daya Listrik Satu Fasa	David Fernando	2020	Perbedaan pada penelitian ini terdapat pada antar muka tampilan tiap sensor, penelitian yang dilakukan oleh david menampilkan data di visual studio yang dapat menampilkan nilai arus, tegangan dan daya berupa grafik dengan baik serta data yang terukur juga dapat dilihat menggunakan Microsoft excel.	Arduino Uno, Sensor Arus, dan Sensor Tegangan	Hasil dari penelitian ini adalah dengan pengujian listrik yang digunakan sebesar 220 volt dan beban yang digunakan adalah sebuah lampu. Output yang dihasilkan berupa grafik tegangan, arus, dan daya serta hasil data pengukuran dapat dilihat menggunakan microsoft excel. Melihat dari data hasil tabel pengukuran disimpulkan semakin besar tegangan dan arus maka daya yang dihasilkan akan semakin besar, sehingga menyebabkan tarif pengeluaran semakin meningkat.
Sistem <i>Monitoring</i> Beban Listrik	Anggher Dea Pangestu, Feby Ardianto, dan	2019	Perbedaan pada penelitian ini terdapat pada antar muka tampilan tiap sensor dan pada sensor yang	NodeMCU ESP8266, dan Sensor ACS712	Hasil dari penelitian tersebut adalah alat bekerja dengan baik dan mampu membaca besaran arus dan daya yang digunakan ketika beban induktif

<p>Berbasis Arduino NodeMCU ESP8266</p>	<p>Bengawan Alfaresi</p>		<p>digunakan, penelitian yang dilakukan oleh Anggher Dea Pangestu dan lainnya menampilkan data di aplikasi blynk dan menggunakan sensor ACS712</p>		<p>berupa lampu LED 15 Watt sebanyak 2 buah dan beban resistif berupa setrika listrik sebesar 350 Watt yang di set pada titik panas maksimum.</p>
<p>Prototipe Sistem <i>Monitoring</i> Penggunaan Daya Listrik Peralatan Elektronik Rumah Tangga Berbasis <i>Internet</i> <i>OF Things</i></p>	<p>Budi Prayitno, Pritasari Palupiningsih, dan Herman Bedi Agtriadi</p>	2019	<p>Penelitian yang dilakukan oleh Budi Prayitno, etc dan yang dilakukan peneliti terdapat pada antar muka tampilan yang digunakan, tampilan yang digunakan oleh budi menggunakan web Thingspeak sedangkan tampilan antar muka yang dilakukan oleh peneliti menggunakan aplikasi mqtt dashboard</p>	<p>Node MCU, Sensor CT, dan Sensor ZMPT101B</p>	<p>Hasil dari penelitian ini adalah semakin lama monitoring dilakukan maka nilai kWh yang didapat akan semakin tinggi. Output dari hasil pengujian akan ditampilkan dalam bentuk grafik yang bisa di monitoring melalui web Thingspeak..</p>
<p>Prototipe Sistem Monitoring Pemakaian Daya</p>	<p>Ni'matul Ma'muriyyah,</p>	2019	<p>Perbedaan antara penelitian yang dilakukan oleh Ni'matul m'amuriyah dan</p>	<p>Arduino Mega 2560, dan Sensor</p>	<p>Hasil penelitian Sistem ini dapat memonitoring konsumsi daya listrik rumah tangga secara efektif dan</p>

Listrik Rumah Tangga Menggunakan Android	dan Eko Hamdani		eko hamdani dan yang dilakukan oleh peneliti terdapat di bagian sensor yang digunakan. Penelitian Ni`matul menggunakan sensor SCT-013-000 sedangkan yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan sensor PZEM-004T, sensor DHT, dan sensor MQ2.	SCT-03-013-000	komunikasi antara sistem dan Android dapat menampilkan data dengan tingkat kesalahan 3,68% atau tingkat akurasi 96,32%.
Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis <i>Internet of Things</i> Pada Rumah Dengan Menggunakan Aplikasi Blynk	Maria Febrianti Pela dan Rully Pramudita	2021	Perbedaan penelitian kali ini terdapat pada tampilan antar muka, penelitian yang dilakukan oleh Maria Febrianti Pela menggunakan antar muka Blynk	NodeMCU, dan Sensor PZEM	Hasil dari penelitian ini adalah sistem monitoring menggunakan aplikasi Blynk dapat berfungsi untuk melakukan monitoring yang bisa mengetahui seberapa besar <i>power</i> , <i>energy</i> , <i>voltage</i> , dan <i>current</i> pada perangkat elektronik yang digunakan oleh pemilik rumah, sehingga dapat dilakukan pencegahan dalam penggunaan daya listrik yang berlebihan.

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Sistem Monitoring

Monitoring adalah sebuah proses pengumpulan dan analisis data berdasarkan indikator yang sudah ditetapkan secara sistematis[11]. Monitoring juga dapat didefinisikan sebagai salah satu siklus kegiatan yang meliputi pengumpulan, pemantauan, dan tindakan terkait dari data proses yang sedang berlangsung[12].

### 2.2.2 Internet of Things

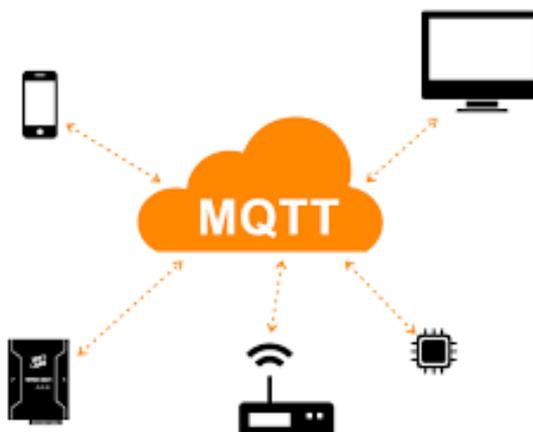
*Internet of Things* atau yang biasa dikenal dengan singkatan IoT adalah sebuah konsep atau gagasan di mana semua objek di dunia nyata dapat berkomunikasi satu sama lain sebagai bagian dari sistem yang terintegrasi dengan menggunakan Internet sebagai koneksinya. Pada dasarnya, perangkat IoT terdiri dari sensor sebagai alat pengumpul data, koneksi internet sebagai alat komunikasi, dan server sebagai pengumpul data yang dapat menerima dan menganalisis sensor tersebut[13].

Adapun kegunaan dari *Internet of Things* adalah untuk berbagi data, sistem kendali jarak jauh, dan lain-lain. Penerapan IoT di dalam dunia nyata dapat digunakan untuk memantau atau mengontrol berbagai aspek apapun, termasuk makanan atau bahan pangan, alat elektronik, koleksi, infrastruktur apapun termasuk bahan biologis, yang terhubung ke jaringan dan instalasi lokal maupun global yang bekerja sepanjang waktu[14]

### 2.2.3 Message Queuing Telemetry Transport

MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) merupakan protokol komunikasi mesin-ke-mesin (M2M) yang efisien untuk mengirim data dari perangkat ke server atau sebaliknya. MQTT dikembangkan untuk digunakan dalam aplikasi *Internet of Things* (IoT) dan memiliki fitur yang memungkinkan untuk konektivitas pada jaringan yang memiliki bandwidth dan daya pemrosesan terbatas. Dengan adanya layanan MQTT dapat memudahkan pengguna dalam memonitoring projek arduino dimanapun

dan kapanpun. Untuk melakukan monitoring tentunya perangkat harus terhubung dengan koneksi internet yang stabil, sehingga suatu proyek yang terkoneksi dengan internet dapat dimonitoring[13].



Gambar 2. 1 MQTT Protocol

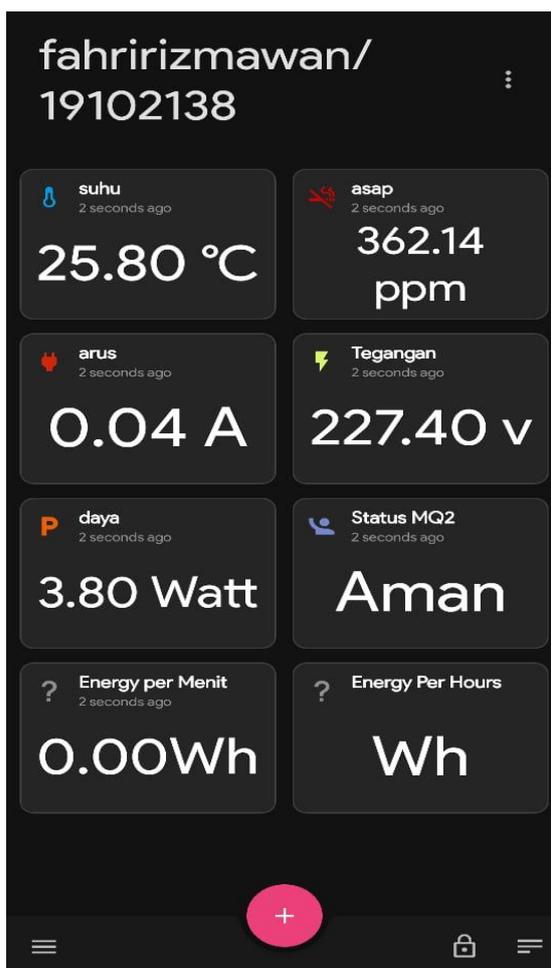
Terdapat tiga komponen utama dalam MQTT, yakni pengirim data (*publisher*), penerima data (*subscriber*), dan perantara data (*broker*). MQTT beroperasi dengan menggunakan broker yang berfungsi sebagai penyedia layanan MQTT. Perangkat akan terhubung ke broker dengan topik tertentu. Berikut adalah penjelasan mengenai setiap komponen tersebut[15].

1. *Publish* digunakan sebagai pengirim data ke *subscriber*. Pada tahapan publish biasanya alat terhubung dengan sensor-sensor tertentu.
2. *Subscribe* merupakan kebalikan dari *publish*, dimana subscriber akan menerima data dari publisher.
3. *Broker* berfungsi sebagai perantara data antara *publisher* dan subscriber.
4. Topik digunakan sebagai judul atau label untuk mengkategorikan data tersebut. Hal ini memudahkan dalam pengelompokan data. Publisher dan subscriber harus berada pada topik yang sama agar dapat berkomunikasi dengan baik[16].

MQTT pada penelitian digunakan sebagai protokol komunikasi antara ESP8266, sensor, dan *smartphone* dan sebagai tampilan antarmuka untuk monitoring pemakaian daya listrik.

#### 2.2.4 MQTT Dashboard

Aplikasi MQTT dashboard menampilkan data dalam bentuk angka, tulisan, atau tampilan kustom sesuai dengan kebutuhan user. Penggunaan MQTT dalam penelitian ini membantu menciptakan koneksi antara mikrokontroler dan perangkat-perangkat yang terlibat, memastikan bahwa informasi dari setiap komponen dapat diakses dan di monitor dengan mudah melalui antarmuka yang disediakan. Berikut adalah Tampilan dari aplikasi MQTT dashboard.



Gambar 2. 2 Tampilan MQTT Dashboard

### 2.2.5 Daya Listrik

Daya listrik atau dalam bahasa Inggris disebut *electrical power* adalah besarnya daya yang dialirkan atau dihasilkan dalam suatu rangkaian atau susunan. Suatu sumber energi seperti tegangan listrik akan menghasilkan energi listrik ketika beban yang terhubung dengannya menyerap energi listrik. Dengan kata lain, energi listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam suatu rangkaian atau sirkuit listrik. Perumusan untuk menghitung daya listrik adalah sebagai berikut:

$$P = I \times V \quad (1)$$

$$P = I \times V \times \cos\phi \quad (2)$$

Keterangan:

$P$  = Daya Listrik

$I$  = Arus Listrik

$V$  = Tegangan Listrik

$\cos\phi$  = Faktor Daya

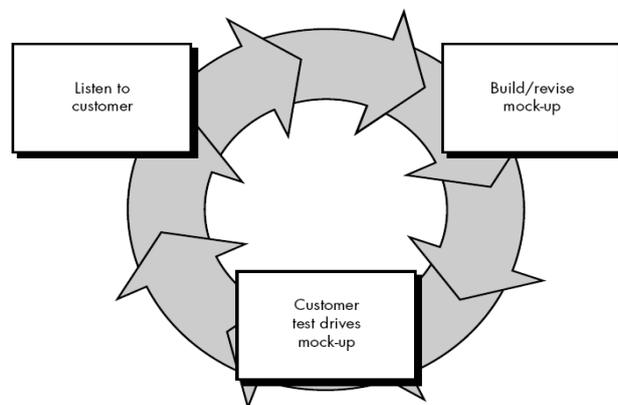
Diatas merupakan rumus untuk menghitung daya listrik. Untuk persamaan 1 menggambarkan hubungan antara daya ( $P$ ), arus listrik ( $I$ ), dan tegangan listrik ( $V$ ) dalam suatu sirkuit atau sistem listrik. Rumus tersebut menyatakan bahwa daya di suatu sirkuit atau perangkat adalah hasil dari perkalian antara arus dan tegangan. Dalam konteks listrik, daya mengukur seberapa banyak energi yang digunakan atau dihasilkan dalam perangkat atau sirkuit tersebut. Jadi, rumus ini menggambarkan bagaimana daya listrik terkait dengan arus dan tegangan yang ada dalam sistem [17].

Untuk persamaan rumus 2 yaitu  $P = I \times V \times \cos\phi$  menggambarkan hubungan antara faktor daya (power factor) dalam suatu sirkuit atau sistem listrik. Faktor daya adalah ukuran efisiensi penggunaan daya aktif dalam sirkuit dan sejauh mana daya reaktif mempengaruhi sirkuit tersebut. Rumus ini menggambarkan bahwa daya aktif ( $P$ ) adalah hasil dari perkalian antara arus ( $I$ ), tegangan ( $V$ ), dan faktor daya ( $\cos\phi$ ). Faktor daya adalah kosinus

dari sudut fasa antara arus dan tegangan dalam rangkaian. Rumus ini membantu mengukur berapa banyak daya reaktif yang terlibat dalam sirkuit dan bagaimana pengaruhnya terhadap daya riil yang benar-benar digunakan. Semakin tinggi nilai  $\cos\phi$ , semakin efisien penggunaan daya aktif dalam sirkuit. [18].

### 2.2.6 Metode *Prototype*

Metode Penelitian yang dilakukan peneliti adalah dengan menggunakan metode *prototype*.



Gambar 2. 3 Metode Prototype

*Prototype* merupakan sebuah metode yang digunakan dalam rekayasa perangkat lunak. Karena memungkinkan pengguna untuk memilih sistem yang diharapkan, metode *prototype* akan menghasilkan sistem yang berfungsi sebagai penghubung antara pengembang dan pengguna. *Prototype* adalah proses pembuatan model langsung dengan representasi dasar untuk digunakan sebagai desain [19]. Metode ini juga cocok untuk pembuatan hardware.

Pada metode *prototype* terdapat tiga tahapan. Berikut adalah tahapan dalam metode *prototype* :

1. Mendengarkan pelanggan, pada tahapan ini yaitu mengidentifikasi kebutuhan pelanggan, hal ini harus dilakukan

agar pengembang Memperoleh informasi mengenai harapan atau permasalahan yang dihadapi.

2. Membangun dan memperbaiki *prototype*, pada tahap kedua yaitu membangun dan memperbaiki sebuah *prototype* yang terdiri dari *software* dan *hardware*.
3. Menguji coba *prototype*, pada tahapan terakhir dari metode *prototype* adalah menguji coba *prototype* tersebut. Pada tahapan ini peneliti dan pelanggan menguji coba *prototpe*, apakah rancangan dan sistem sudah berhasil sesuai yang diinginkan[20].

Dengan menerapkan metode *prototype* pada penelitian ini melibatkan tahapan pengembangan yang melibatkan pembuatan prototipe awal sebelum mengembangkan versi final sistem. Metode *prototype* memungkinkan peneliti untuk secara bertahap mengembangkan sistem sesuai dengan kebutuhan yang mungkin berkembang seiring waktu. *Prototype* juga membantu dalam mengidentifikasi masalah dan kesalahan lebih awal dalam proses pengembangan.

### **2.2.7 Sensor PZEM004-T**

PZEM-004T adalah sebuah modul yang dirancang khusus untuk membaca dan memonitor pemakaian energi listrik dengan akurat. Sistem ini dapat mengukur beberapa parameter penting, termasuk tegangan (*voltage*), arus (*current*), daya aktif (*active power*), dan akumulasi energi (*energy consumption*). Salah satu keunggulan utama dari PZEM-004T adalah kemampuannya untuk memantau dan menampilkan data secara real-time. Pengguna dapat melihat nilai tegangan, arus, daya aktif, dan akumulasi energi secara langsung saat perangkat atau sistem beroperasi. PZEM-004T juga memiliki kemampuan untuk menyimpan data pemakaian energi dalam basis data. [21].

Tabel 2. 2 Tabel Spesifikasi Sensor PZEM

Spesifikasi	PZEM004T
Tegangan suplai	80V sampai 260V AC
Arus maksimum	100A sampai 200A
Komunikasi	Serial (UART)
Interface Komunikasi	Tx, Rx
Akurasi Pengukuran	0.01
Pin	4 pin
Ukuran	15.5 x 12 x 5.5 mm



Gambar 2. 4 Sensor PZEM-004T

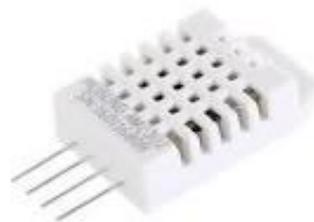
Sensor PZEM-004T sangat cocok untuk dijadikan proyek pada penelitian ini. PZEM-004T bisa diterapkan dalam jaringan listrik seperti rumah atau kos-kosan. Selain memiliki fitur komunikasi Serial TTL, sensor PZEM-004T ini mampu mengukur Daya atau Power dalam rentang 0 hingga 9999 kW, mengukur Tegangan atau Voltage dalam rentang 80 hingga 260 VAC, serta mengukur Arus atau Current dalam rentang 0 hingga 100 A. Selain itu, sensor ini juga mampu mengukur Energi, Frekuensi, dan Faktor Daya. Pada penelitian ini sensor pzem digunakan untuk mengukur parameter arus, tegangan, dan daya pada alat elektronik yang terhubung dengan terminal listrik.

### 2.2.8 Sensor DHT22

Sensor DHT22 merupakan modul sensor untuk mendeteksi suhu dan kelembaban suatu objek dengan output tegangan analog dan digital yang dapat diproses lebih lanjut oleh mikrokontroler. Pada sensor DHT22 dapat dimanfaatkan pada kehidupan sehari-hari atau dimanfaatkan untuk alat elektronik rumah tangga yang membutuhkan informasi suhu pada suatu alat elektronik. Selain itu, sensor DHT22 sering digunakan dalam berbagai proyek elektronik, termasuk proyek-proyek Internet of Things (IoT), stasiun cuaca mini, sistem kontrol suhu, dan proyek-proyek otomatisasi rumah. Meskipun memiliki beberapa keterbatasan dalam akurasi dan kecepatan baca, sensor DHT22 tetap merupakan pilihan populer karena harganya yang terjangkau dan kemudahan penggunaannya. Pada penelitian ini sensor DHT22 digunakan untuk mendeteksi suhu pada terminal listrik[22].

Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor DHT22

Spesifikasi	DHT22
Tegangan suplai	3.3V sampai 5V DC
Arus maksimum	2.5 mA
Kisaran suhu	-40°C sampai 80°C
Kelembaban	0°C sampai 100°C
Pin	3 pin
Ukuran	38 x 20 mm



Gambar 2. 5 Sensor DHT22

### 2.2.9 Sensor MQ2

Sensor MQ2 merupakan sensor yang bisa mendeteksi suatu bahan atau zat yang bisa menyebabkan pencemaran lingkungan[23]. Sensor MQ2 mempunyai dua komponen utama, yaitu komponen yang terbuat dari oksida logam dan komponen semikonduktor. Cara kerja dari sensor MQ2 adalah dengan perubahan muatan yang bergantung pada karakteristik elektronik semikonduktor, yang merupakan cara kerja dari sensor MQ2. Pada penelitian ini sensor MQ2 digunakan untuk mendeteksi adanya asap [24].

Tabel 2. 4 Spesifikasi Sensor MQ2

Spesifikasi	MQ2
Power Input	5V AC/DC
Power Rangkaian	5V DC
Pin	4
Output	Analog dan digital



Gambar 2. 6 Sensor MQ2

### 2.2.10 Modul Buzzer

*Buzzer* adalah salah satu komponen dari perangkat elektronik yang memiliki kemampuan untuk mengubah sinyal listrik menjadi suara bergetar. Penggunaan *buzzer* umumnya terjadi pada pada sistem alarm

dan dapat digunakan sebagai sinyal bahwa suatu proses telah selesai atau ketika alat mengalami kegagalan fungsi (*alarm*).

*Buzzer* dapat bekerja ketika arus atau tegangan listrik mengalir ke rangkaian buzzer, maka terjadi gerakan mekanis pada buzzer. Ini mengubah energi dari energi listrik menjadi energi suara yang dapat didengar orang. Umumnya jenis buzzer dapat menghasilkan frekuensi di kisaran 1 sampai 6 kHz hingga 100 kHz[25].



Gambar 2. 7 Modul *Buzzer*

### 2.2.11 NodeMCU

NodeMCU adalah sebuah mikrokontroler Arduino merupakan sebuah chip IC (*Integrated Circuit*) yang bisa menerima sinyal inputan, mengelolanya dan memberikan sinyal output yang sesuai dengan program yang dimuat di dalamnya. Sederhananya, mikrokontroler dapat diibaratkan sebagai otak dari sebuah perangkat atau produk yang mampu berinteraksi dengan sekitar. Nodemcu bisa digunakan oleh siapa saja karena Arduino bersifat open source yang dapat memudahkan penggunaannya[26]. Pada penelitian ini mikrokontroler nodemcu digunakan sebagai sistem pusat untuk mengintegrasikan perangkat keras lainnya.



Di dalam Arduino IDE, "*sketch*" adalah istilah yang digunakan untuk menyebut program atau kode yang ditulis untuk mikrokontroler Arduino. *Sketch* ini ditulis dalam bahasa pemrograman Arduino yang berbasis pada bahasa C++. Arduino IDE memiliki fitur seperti:

1. Upload

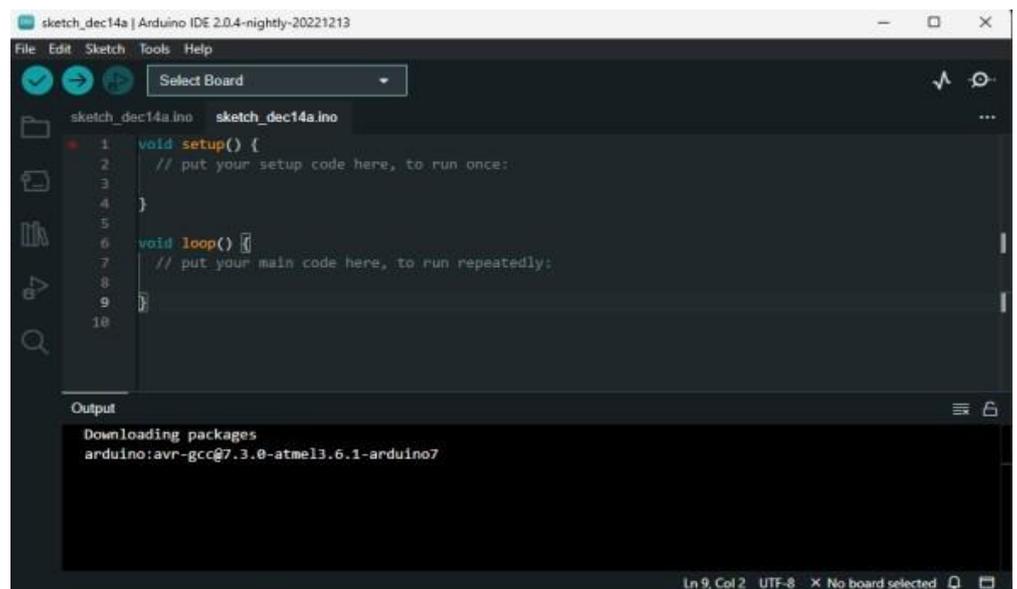
Arduino IDE memungkinkan pengguna untuk mengupload (mengirim) sketch yang telah ditulis ke mikrokontroler Arduino. Proses *upload* sangat penting dalam pengembangan proyek arduino, karena proses ini adalah cara untuk merubah program ke dalam aksi nyata di papan arduino.

2. Verify

Fitur *verify* digunakan digunakan untuk memeriksa kesalahan pada program yang kita buat.

3. Serial Monitor

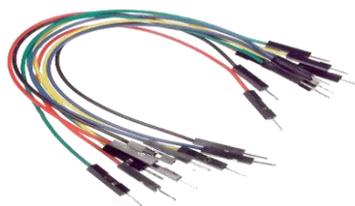
Serial Monitor digunakan untuk membaca data yang dikirim oleh Arduino atau untuk mengirimkan data ke Arduino.



Gambar 2. 9 Software Arduino IDE

### 2.2.13 Kabel Jumper

Kabel *jumper* merupakan alat elektrik yang digunakan untuk menghubungkan komponen-komponen di breadboard tanpa memerlukan solder[28]. Kabel jumper memiliki jenis yang berbeda-beda seperti *male to male* yang digunakan untuk menghubungkan alat elektronik jenis *female to female* di ujung kabel nya, kemudian jenis *female to female* yang dapat digunakan untuk menghubungkan alat elektronik *male to male* di ujung kabel nya, dan yang terakhir jenis *male to female* yang dapat digunakan untuk menghubungkan alat elektronika yang berjenis *male* dengan salah satu ujung kabelnya berjenis *female*[29].

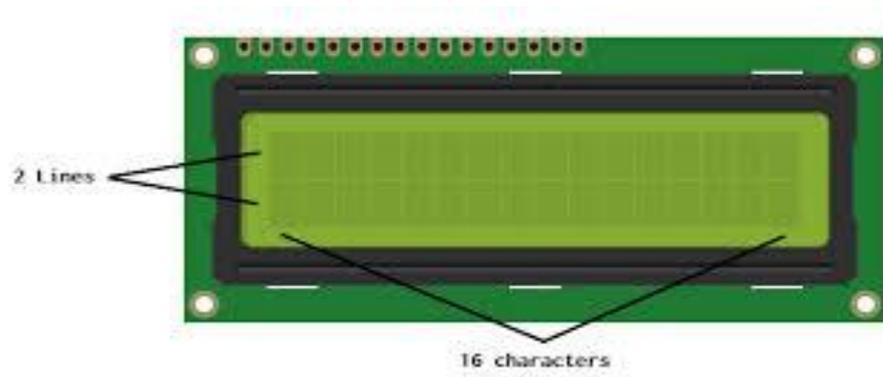


Gambar 2. 10 Kabel Jumper

### 2.2.14 LCD

LCD (*Liquid Crystal Display*) atau layar kristal cair adalah sebuah komponen yang digunakan untuk menampilkan informasi, seperti karakter, huruf, maupun grafik. LCD menggunakan teknologi logika CMOS (*Complementary Metal-Oxide-Semiconductor*) yang berfungsi untuk mengatur dan mengendalikan cairan kristal sehingga dapat membatasi atau melewatkan cahaya untuk menampilkan gambar atau teks.

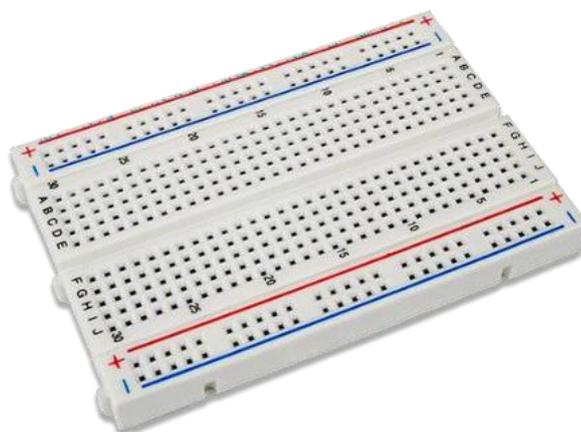
LCD tidak menghasilkan cahaya sendiri, namun memantulkan cahaya dari sumber cahaya di depannya atau memancarkan cahaya dari lampu belakang (*backlight*) yang terdapat di belakang layar. *Backlight* ini memberikan pencahayaan pada layar LCD sehingga konten yang ditampilkan dapat terlihat dengan jelas[30].



Gambar 2. 11 *Liquid Crystal Display*

### 2.2.15 Breadboard

*Breadboard* merupakan sebuah papan dasar yang digunakan untuk merangkai sebuah alat elektronik yang memudahkan penggunaanya karena tidak harus menyolder. Biasanya, *breadboard* digunakan untuk membuat rangkaian elektronik atau *prototype* sementara[31].



Gambar 2. 12 *Breadboard*

### 2.2.16 Pengujian *Black-Box*

Pengujian *black-box* merupakan sebuah metode pendekatan pengujian perangkat lunak yang berfokus pada fitur-fitur fungsionalnya. Sasaran dari pengujian *black-box* adalah untuk mendeteksi fungsi-fungsi yang tidak beroperasi dengan semestinya, kesalahan dalam antarmuka, masalah yang berkaitan dengan struktur

data, hambatan kinerja, dan kegagalan pada tahap awal maupun akhir eksekusi perangkat lunak[32].

Proses Black Box Testing dilakukan dengan menguji program yang telah dibuat melalui pengujian data yang dimasukkan ke setiap formulir yang ada. Metode pengujian ini esensial untuk memastikan bahwa program beroperasi sesuai dengan kebutuhan yang diharapkan.[33]