

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Pada sistem kelistrikan industri, motor 3 fasa merupakan salah satu komponen utama yang banyak digunakan untuk menggerakkan berbagai mesin dan peralatan. Motor 3 fasa dikenal dengan efisiensinya yang tinggi dan kemampuannya untuk menangani beban berat. Namun, seperti halnya komponen listrik lainnya, motor 3 fasa juga rentan terhadap berbagai masalah teknis, seperti gangguan arus lebih (overcurrent), kelebihan suhu (overheating), serta kerusakan pada kabel yang dapat menyebabkan kerugian materi yang besar dan downtime yang merugikan.

Salah satu penyebab kerusakan yang sering terjadi pada motor 3 fasa adalah adanya masalah pada kabel yang menghubungkan motor dengan sumber daya. Kabel yang mengalami gangguan seperti pemanasan berlebih, kelebihan beban, atau bahkan kerusakan fisik dapat menyebabkan motor berhenti bekerja atau bahkan rusak permanen. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem proteksi yang dapat mendeteksi secara dini adanya gangguan pada kabel motor, sehingga dapat dilakukan tindakan preventif untuk mencegah kerusakan lebih lanjut.

Teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan solusi yang efisien untuk memonitoring kondisi motor secara real-time. IoT memungkinkan pemantauan parameter-parameter penting seperti daya, arus, tegangan, dan suhu motor melalui perangkat yang terhubung ke internet. Dengan sistem ini, data yang diperoleh dari sensor dapat diproses dan dianalisis secara otomatis untuk memberikan informasi kepada operator atau sistem kontrol tentang kondisi motor yang sedang berjalan.

Hal ini memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat dalam melakukan tindakan perbaikan atau pemeliharaan.

Sistem proteksi berbasis IoT yang menggabungkan pemantauan daya dan suhu ini diharapkan dapat meningkatkan kinerja motor 3 fasa dengan lebih efektif dan mengurangi risiko kerusakan. Dengan adanya sistem yang dapat mengirimkan peringatan atau notifikasi secara real-time kepada operator atau pemeliharaan, kerusakan akibat gangguan kabel dapat dicegah lebih awal, sehingga waktu henti operasional dapat diminimalisir dan biaya perbaikan dapat dikurangi.

Melalui penelitian ini, penulis bertujuan untuk merancang dan membangun **sistem proteksi kabel motor 3 fasa menggunakan monitoring daya dan suhu berbasis IoT**. Sistem ini diharapkan dapat memberikan solusi yang efektif dan efisien dalam meningkatkan keandalan operasional motor 3 fasa dan mengurangi risiko kerusakan yang disebabkan oleh masalah pada kabel motor.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Dalam merancang dan membangun “**sistem proteksi kabel motor 3 fasa menggunakan monitoring daya dan suhu berbasis IoT**”. penulis akan membahas dan menganalisa rangkaian tersebut secara blok per blok. Komponen yang di gunakan dalam perancangan akan di bahas fungsinya secara umum dan karak teristik tidak di bahas. Perencanaan dan analisa rangkaian, di jelaskan secara blok perblok. Membahas perhitungan besar arus dan tegangan pada rangkaian sirkuit elektroniknya. Tidak di bahas bagaimana cara pembuatan program dan hasilnya hanya sekilas tentang bagaimana program tersebut berkerja.

### **1.3. Tujuan Penulisan**

Adapun Tujuan dari penulisan tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Merancang dan membangun **sistem proteksi kabel motor 3 fasa menggunakan monitoring daya dan suhu berbasis IoT**
2. Mengembangkan sistem monitoring yang dapat mendeteksi gangguan pada kabel motor 3 fasa secara real-time.
3. Menerapkan teknologi IoT dalam sistem proteksi kabel motor 3 fasa untuk memudahkan pemantauan jarak jauh.
4. Mengukur kinerja dan efektivitas sistem proteksi dalam mendeteksi gangguan dan mengurangi risiko kerusakan pada motor.

### **1.4. Batasan Masalah**

Dalam perencanaan penulisan ini terdapat beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Rangkaian Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler ESP32.
2. Modul Sensor daya yang di gunakan adalah PZEM004T.
3. Sensor Suhu yang di gunakan adalah DS18B20.
4. platform IoT (Internet of Things) yang di gunakan adalah ThinkSpeak.
5. Data yang diambil adalah motor daya 3 phase.

### **1.5. Sistematika Penulisan**

Untuk mempermudah pembahasan dan penulisan laporan ini, penulis membuat susunan bab – bab yang membentuk laporan ini dalam sistematika

penulisan laporan dengan urutan sebagai berikut :

## **BAB 1 PENDAHULUAN**

Dalam bab ini berisikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

## **BAB 2 LANDASAN TEORI**

Dalam bab ini dijelaskan tentang teori pendukung yang digunakan untuk pembahasan dan cara kerja dari rangkaian Dan bahasa program yang digunakan, serta karakteristik dari komponen-komponen pendukung.

## **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisikan tentang proses perancangan dan pembuatan alat. Mulai dari peancangan dan pembuatan system secara hardware atau software

## **BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam bab ini akan dibahas hasil analisa dari rangkaian dan sistem kerja alat, penjelasan mengenai rangkaian-rangkaian yang digunakan, penjelasan mengenai program yang diisikan ke mikrokontroller

## **BAB 5 PENUTUP**

Dalam bab ini menjelaskan kesimpulan dan saran dari alat ataupun data yang dihasilkan dari alat. Bab ini juga merupakan akhir dari penulisan laporan proyek ini.

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pada sistem kelistrikan industri, motor 3 fasa merupakan salah satu komponen utama yang banyak digunakan untuk menggerakkan berbagai mesin dan peralatan. Motor 3 fasa dikenal dengan efisiensinya yang tinggi dan kemampuannya untuk menangani beban berat. Namun, seperti halnya komponen listrik lainnya, motor 3 fasa juga rentan terhadap berbagai masalah teknis, seperti gangguan arus lebih (overcurrent), kelebihan suhu (overheating), serta kerusakan pada kabel yang dapat menyebabkan kerugian materi yang besar dan downtime yang merugikan.

Salah satu penyebab kerusakan yang sering terjadi pada motor 3 fasa adalah adanya masalah pada kabel yang menghubungkan motor dengan sumber daya. Kabel yang mengalami gangguan seperti pemanasan berlebih, kelebihan beban, atau bahkan kerusakan fisik dapat menyebabkan motor berhenti bekerja atau bahkan rusak permanen. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem proteksi yang dapat mendeteksi secara dini adanya gangguan pada kabel motor, sehingga dapat dilakukan tindakan preventif untuk mencegah kerusakan lebih lanjut.

Teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan solusi yang efisien untuk memonitoring kondisi motor secara real-time. IoT memungkinkan pemantauan parameter-parameter penting seperti daya, arus, tegangan, dan suhu motor melalui perangkat yang terhubung ke internet. Dengan sistem ini, data yang diperoleh dari sensor dapat diproses dan dianalisis secara otomatis untuk memberikan informasi kepada operator atau sistem kontrol tentang kondisi motor yang sedang berjalan.

Hal ini memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat dalam melakukan tindakan perbaikan atau pemeliharaan.

Sistem proteksi berbasis IoT yang menggabungkan pemantauan daya dan suhu ini diharapkan dapat meningkatkan kinerja motor 3 fasa dengan lebih efektif dan mengurangi risiko kerusakan. Dengan adanya sistem yang dapat mengirimkan peringatan atau notifikasi secara real-time kepada operator atau pemeliharaan, kerusakan akibat gangguan kabel dapat dicegah lebih awal, sehingga waktu henti operasional dapat diminimalisir dan biaya perbaikan dapat dikurangi.

Melalui penelitian ini, penulis bertujuan untuk merancang dan membangun **sistem proteksi kabel motor 3 fasa menggunakan monitoring daya dan suhu berbasis IoT**. Sistem ini diharapkan dapat memberikan solusi yang efektif dan efisien dalam meningkatkan keandalan operasional motor 3 fasa dan mengurangi risiko kerusakan yang disebabkan oleh masalah pada kabel motor.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Dalam merancang dan membangun “**sistem proteksi kabel motor 3 fasa menggunakan monitoring daya dan suhu berbasis IoT**”. penulis akan membahas dan menganalisa rangkaian tersebut secara blok per blok. Komponen yang di gunakan dalam perancangan akan di bahas fungsinya secara umum dan karakteristik tidak di bahas. Perencanaan dan analisa rangkaian, di jelaskan secara blok perblok. Membahas perhitungan besar arus dan tegangan pada rangkaian sirkuit elektroniknya. Tidak di bahas bagaimana cara pembuatan program dan hasilnya hanya sekilas tentang bagaimana program tersebut berkerja.

### **1.3. Tujuan Penulisan**

Adapun Tujuan dari penulisan tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Merancang dan membangun **sistem proteksi kabel motor 3 fasa menggunakan monitoring daya dan suhu berbasis IoT**
2. Mengembangkan sistem monitoring yang dapat mendeteksi gangguan pada kabel motor 3 fasa secara real-time.
3. Menerapkan teknologi IoT dalam sistem proteksi kabel motor 3 fasa untuk memudahkan pemantauan jarak jauh.
4. Mengukur kinerja dan efektivitas sistem proteksi dalam mendeteksi gangguan dan mengurangi risiko kerusakan pada motor.

### **1.4. Batasan Masalah**

Dalam perencanaan penulisan ini terdapat beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Rangkaian Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler ESP32.
2. Modul Sensor daya yang di gunakan adalah PZEM004T.
3. Sensor Suhu yang di gunakan adalah DS18B20.
4. platform IoT (Internet of Things) yang di gunakan adalah ThinkSpeak.
5. Data yang diambil adalah motor daya 3 phase.

### **1.5. Sistematika Penulisan**

Untuk mempermudah pembahasan dan penulisan laporan ini, penulis membuat susunan bab – bab yang membentuk laporan ini dalam sistematika

penulisan laporan dengan urutan sebagai berikut :

## **BAB 1 PENDAHULUAN**

Dalam bab ini berisikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

## **BAB 2 LANDASAN TEORI**

Dalam bab ini dijelaskan tentang teori pendukung yang digunakan untuk pembahasan dan cara kerja dari rangkaian Dan bahasa program yang digunakan, serta karakteristik dari komponen-komponen pendukung.

## **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisikan tentang proses perancangan dan pembuatan alat. Mulai dari peancangan dan pembuatan system secara hardware atau software

## **BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam bab ini akan dibahas hasil analisa dari rangkaian dan sistem kerja alat, penjelasan mengenai rangkaian-rangkaian yang digunakan, penjelasan mengenai program yang diisikan ke mikrokontroller

## **BAB 5 PENUTUP**

Dalam bab ini menjelaskan kesimpulan dan saran dari alat ataupun data yang dihasilkan dari alat. Bab ini juga merupakan akhir dari penulisan laporan proyek ini.

## **BAB 2**

### **LANDASAN TEORI**

Dalam bab ini penulis akan membahas tentang komponen- komponen yang di gunakan dalam seluruh unit alat ini dari perangkat keras (hard ware) sampai peangkat lunak (sofeware). Agar pembahasan tidak melebar dan menyimpang dari topic utama laporan ini,maka setiap komponen hanya di bahas sesuai fungsi nya pada masing- masing .

#### **2.1 Sistem Monitoring**

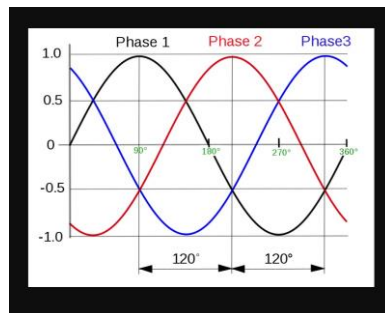
Pengertian Sistem Monitoring Sistem adalah suatu kesatuan yang terdiri dari beberapa komponen atau subsistem untuk mencapai tujuan yang sama. Sedangkan monitoring adalah proses mengumpulkan dan menganalisa informasi berdasarkan indikator yang telah ditetapkan secara sistematis. Jadi, sistem monitoring dapat didefinisikan sebagai kasatuan yang terdiri dari beberapa komponen atau subsistem untuk melakukan proses mengumpulkan dan menganalisa informasi berdasarkan indikator yang telah ditetapkan secara sistematis.

#### **2.2 Tujuan Monitoring**

Tujuan dari sistem monitoring adalah untuk memantau dan mengawasi aktivitas, kinerja, atau perubahan dalam suatu sistem serta mengumpulkan data secara real-time, menganalisis informasi yang diperoleh, dan memberikan laporan atau peringatan jika terjadi perubahan terhadap kondisi yang ditentukan. Monitoring juga dilakukan dalam rangka mengetahui permasalahan yang terjadi selama kegiatan yang telah dijalankan .

### 2.3 Daya Listrik 3 Fasa

Daya listrik 3 fasa merupakan sistem instalasi listrik yang menggunakan tiga konduktor fasa yang terpisah secara fisik. Setiap konduktor fasa mengalir arus listrik yang berbeda-beda secara fase, namun memiliki amplitudo yang sama. Daya listrik 3 fasa memiliki 3 kawat penghantar yang bertegangan listrik, yaitu kawat R,S,T dan 1 kabel netral (N). Mempunyai tegangan yang sama pada setiap fase-nya, akan tetapi berbeda pada sudut curve-nya sebesar  $120^\circ$ . Umumnya daya listrik 3 fasa bertegangan 380 Volt yang sering digunakan di Industri, pabrik, maupun gedung-gedung konvensional lainnya yang membutuhkan energi listrik yang lebih besar



**Gambar 2.1 Kawat Penghantar Listrik 3 Fasa**

### 2.4 Internet of Things (IoT)

Internet of Things atau biasa disebut dengan IoT adalah suatu teknologi yang walaupun tidak ada bantuan dari komputer ataupun manusia namun dapat memindahkan suatu data melalui jaringan internet. Oleh karena itu IoT termasuk dalam sistem cerdas .

#### 2.4.1 Prinsip Kerja IoT

Prinsip kerja dasar IoT melibatkan empat komponen utama, dimana perangkat IoT (Internet of Things Devices) mengirimkan atau menerima data

kemudian data tersebut dapat diteruskan melalui jaringan internet ke server atau platform IoT. Data yang dikumpulkan oleh perangkat IoT dikirim ke cloud atau platform IoT untuk dapat dilakukan pengolahan data yang memungkinkan data tersebut disimpan, dianalisis, dan pengelolaan data dari berbagai perangkat IoT. Cloud atau platform IoT juga menyediakan antarmuka untuk mengakses dan mengelola perangkat IoT serta menjalankan aplikasi cerdas. Kemudian sampailah ketahapan dimana data yang diterima dari perangkat IoT dianalisis untuk menghasilkan informasi yang diinginkan.

#### **2.4.2 Komponen Utama IoT**

Pada umumnya Internet of things memiliki beberapa komponen utama diantaranya:

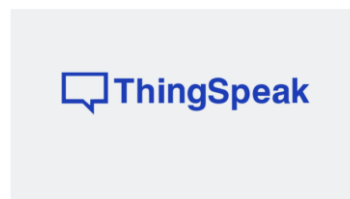
- a. Sensor
- b. Konektivitas
- c. Data Olahan
- d. User Interface (UI)

Oleh karena itu, penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) dapat menjadi solusi untuk mempermudah pemantauan kualitas air secara real-time. IoT adalah ketika kita menyambungkan sesuatu (things) yang tidak dioperasikan oleh manusia, ke internet. IoT merupakan jaringan dari benda-benda fisik yang tertanam dengan elektronik, perangkat lunak, sensor, dan konektivitas jaringan, yang memungkinkan benda-benda mengumpulkan data dan pertukaran data. Salah satu cara untuk memantau kualitas air adalah dengan

menggunakan sistem basis data pemantauan parameter air berbasis IoT dengan platform Thingspeak. ThingSpeak adalah platform open-source untuk Internet of Things (IoT) yang dapat digunakan untuk mengumpulkan, menganalisis, dan memvisualisasikan data dari sensor-sensor yang terhubung dengan jaringan. ThingSpeak dapat terintegrasi dengan berbagai jenis sensor dan perangkat untuk memantau dan mengontrol sistem secara otomatis. Penelitian mengenai pemantauan dengan sistem IoT menggunakan platform Thingspeak telah ada dilakukan dengan objek dan parameter tertentu.

### **2.4.3 ThingSpeak**

ThingSpeak adalah platform Internet of Things (IoT) yang mudah digunakan dan penuh dengan peluang. Platform ini memungkinkan Anda untuk mengumpulkan data sensor, menganalisisnya, memvisualisasikannya, dan bahkan mengontrol perangkat IoT secara mudah dan intuitif.



**Gambar 2.2 Platform ThingSpeak**

### **2.5 Komponen Monitoring Daya Listrik 3 Fasa Berbasis IoT**

Untuk dapat memonitoring daya listrik 3 fasa, maka harus ada beberapa komponen dan aplikasi yang umum digunakan. Adapun komponen-komponen dan aplikasi yang dapat digunakan untuk memonitoring daya listrik 3 fasa sebagai berikut:

### 2.5.1 Sensor PZEM-004T

Sensor PZEM-004T adalah sebuah modul pemantauan energi listrik yang dapat mengukur parameter listrik seperti tegangan, arus, daya, konsumsi energi, dan frekuensi yang sudah dilengkapi dengan layar LED berukuran 0,39 inch yang dapat menampilkan nilai tegangan, arus, daya dan konsumsi energi secara real-time. Modul ini mendukung komunikasi antarmuka, sehingga mudah dihubungkan ke mikrokontroler seperti Arduino atau Raspberry Pi.



**Gambar 2. 3 Modul PZEM-004T**

Berikut beberapa fitur dan spesifikasi utama dari modul PZEM004T yang dapat mengukur parameter listrik berikut:

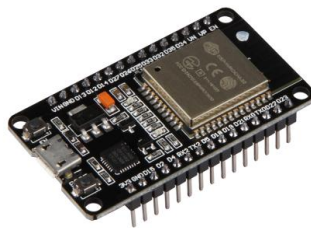
#### A. Fungsi

- Fungsi pengukuran (voltage / tegangan, current / arus, active power).
- Power button clear / reset Energy (PZEM-004T V2.0)
- Power-down data storage function (cumulative power down before saving)
- Komunikasi Serial TTL

- Pengukuran Power / Daya : 0 ~ 9999kW
- Pengukuran Voltage / Tegangan : 80 ~ 260VAC
- Pengukuran Current / Arus : 0 ~ 100A
  - a. Tegangan: 80-260VAC
  - b. Nilai arus: 0-100A
  - c. Daya aktif: 0-22kW
  - d. Konsumsi energi: 0-9999kWh
  - e. Frekuensi: 45-65Hz.

### 2.5.2 NodeMCU ESP32

ESP32 merupakan sistem SoC yang dilengkapi wifi dan bluetooth dengan daya rendah. Mikroprosesor yang digunakan pada ESP32 yaitu Tensilica Xtensa LX6 dual-core atau single-core yang mempunyai clock rate maksimum 240 MHz. Pada ESP32 terdapat beberapa modul yang sudah built-in di dalamnya, seperti power amplifier, antenna switches, low noise receive amplifier, RF balun, power management modules, dan filters (Budijono & Felita, 2021). ESP32 adalah pengembangan dari ESP8266 yang sudah umum digunakan pada teknologi IoT. Perkembangannya yaitu pada ESP32 mempunyai CPU core dan wifi yang lebih cepat, mendukung Bluetooth low energy, dan port GPIO yang lebih banyak.



**Gambar 2. 4 NodeMCU ESP32**

### 2.5.2.1 Spesifikasi NodeMCU ESP32

Fitur dan spesifikasi utama dari NodeMCU ESP8266 dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

**Tabel 2.1. Spesifikasi Node MCU ESP32**

Technical Specifications	
Model	NodeMCU ESP32
Article No.	SBC-NodeMCU-ESP32
Type	ESP32
Processor	Tensilica LX6 Dual-Core
Clock Frequency	240 MHz
SRAM	512 kB
Memory	4 MB
Wireless Standard	802.11 b/g/n
Frequency	2.4 GHz
Bluetooth	Classic / LE
Data Interfaces	UART / I2C / SPI / DAC / ADC
Operating Voltage	3,3V (operable via 5V-microUSB)
Operating Temperature	-40°C - 125°C
Dimensions (W x D x H)	48 x 26 x 11.5 mm
Scope Of Delivery	NodeMCU ESP32
EAN	4250236816104

### 2.5.3 Sensor DS18B20

Sensor Suhu DS18B20 dengan kemampuan tahan air (waterproof). Cocok digunakan untuk mengukur suhu pada tempat yang sulit, atau basah. Karena output data produk ini merupakan data digital, DS18B20 menyediakan 9 hingga 12-bit. DS18B20 secara datasheetsensor ini dapat membaca hingga 125 °C, namun disarankan untuk penggunaan tidak melebihi dari 100 °C. Bentuk fisik dari sensor suhu dapat dilihat pada Gambar:



**Gambar 2.6 Sensor DS18B20**

### **2.5.3.1 Spesifikasi Sensor DS18B20**

Power Supply: 3 ~ 5.5VDC

Sensor : Dallas DS18b20

Output : Digital

Cables: Red (Vcc), Black (GND), and Yellow (Data/Signal)

Suhu Range: -55°C ~ +125°C

Measurement Resolution : 9 ~ 12bit

### **2.5.4 LCD (Liquid Crystal Display)**

LCD merupakan salah satu perangkat penampil yang sekarang ini mulai banyak digunakan. Penampil LCD mulai dirasakan menggantikan fungsi dari penampil CRT (Cathode Ray Tube), yang sudah berpuluh-puluh tahun digunakan manusia sebagai penampil gambar/text baik monokrom (hitam dan putih), maupun yang berwarna. Teknologi LCD memberikan keuntungan di bandingkan dengan teknologi CRT, kaena pada dasarnya, CRT adalah tabung triode yang digunakan sebelum transistor ditemukan.

Beberapa keuntungan LCD dibandingkan dengan CRT adalah konsumsi daya yang relative kecil, lebih ringan, tampilan yang lebih bagus, dan ketika berlama-lama di depan monitor, monitor CRT lebih cepat memberikan kejenuhan pada mata dibandingkan dengan LCD.



**Gambar 2.7 LCD 2x16**

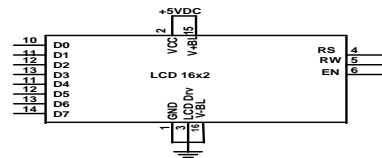
LCD memanfaatkan silicon atau gallium dalam bentuk Kristal cair sebagai pemendar cahaya. Pada layar LCD, setiap matrik adalah susunan dua dimensi piksel yang dibagi dalam baris dan kolom. Dengan demikian, setiap pertemuan baris dan kolom adalah sebuah LED terdapat sebuah bidang latar (backplane), yang merupakan lempengan kaca bagian belakang dengan sisi dalam yang ditutupi oleh lapisan elektroda trasparan. Dalam keadaan normal, cairan yang digunakan memiliki warna cerah. Daerah-daerah tertentu pada cairan akan berubah warnanya menjadi hitam ketika tegangan diterapkan antara bidang latar dan pola elektroda yang terdapat pad sisi dalam lempeng kaca bagian depan.

Keunggulan LCD adalah hanya menarik arus yang kecil (beberapa microampere), sehingga alat atau sistem menjadi portabel karena dapat menggunakan catu daya yang kecil. Keunggulan lainnya adalah tampilan yang diperlihatkan dapat dibaca dengan mudah di bawah terang sinar matahari.

Di bawah sinar cahaya yang remang-remang dalam kondisi gelap, sebuah lampu (berupa LED) harus dipasang dibelakang layar tampilan. LCD yang

digunakan adalah jenis LCD yang menampilkan data dengan 2 baris tampilan pada display. Keuntungan dari LCD ini adalah :

1. Dapat menampilkan karakter ASCII, sehingga dapat memudahkan untuk membuat program tampilan.
2. Mudah dihubungkan dengan port I/O karena hanya menggunakan 8 bit data dan 3 bit control.
3. Ukuran modul yang proporsional.
4. Daya yang digunakan relative sangat kecil.



**Gambar 2.8 Konfigurasi Pin LCD**

Operasi dasar pada LCD terdiri dari empat, yaitu instruksi mengakses proses internal, instruksi menulis data, instruksi membaca kondisi sibuk, dan instruksi membaca data. ROM pembangkit sebanyak 192 tipe karakter, tiap karakter dengan huruf 5x7 dot matrik.

Kapasitas pembangkit RAM 8 tipe karakter (membaca program), maksimum pembacaan 80 x 8 bit tampilan data. Perintah utama LCD adalah Display Clear, Cursor Home, Display ON/OFF, Display Character Blink, Cursor Shift, dan Display Shift. Tabel 2.3 menunjukkan operasi dasar LCD.

**Tabel 2.2. Operasi Dasar LCD**

RS	R/W	Operasi
0	0	Input Instruksi ke LCD
0	1	Membaca Status Flag (DB <sub>7</sub> ) dan alamat counter (DB <sub>0</sub> ke

		DB <sub>6</sub> )
1	0	Menulis Data
1	1	Membaca Data

**Tabel 2.3 Konfigurasi Pin LCD**

Pin No.	Keterangan	Konfigurasi Hubung
1	GND	Ground
2	VCC	Tegangan +5VDC
3	VEE	Ground
4	RS	Kendali RS
5	RW	Ground
6	E	Kendali E/Enable
7	D0	Bit 0
8	D1	Bit 1
9	D2	Bit 2
10	D3	Bit 3
11	D4	Bit 4
12	D5	Bit 5
13	D6	Bit 6
14	D7	Bit 7
15	A	Anoda (+5VDC)
16	K	Katoda (Ground)

**Tabel 2.4 Konfigurasi LCD**

<b>Pin</b>	<b>Bilangan biner</b>	<b>Keterangan</b>
RS	0	Inisialisasi
	1	Data
RW	0	Tulis LCD / W (write)
	1	Baca LCD / R (read)
E	0	Pintu data terbuka
	1	Pintu data tertutup

Lapisan film yang berisis Kristal cair diletakkan di antara dua lempeng kaca yang telah ditanami elektroda logam transparan. Saat teganga dicatukan pada beberapa pasang elektroda, molekul – molekul Kristal cair akan menyusun diri agar cahaya yang mengenainya akan dipantulkan atau diserap.

Dari hasil pemantulan atau penyerapan cahaya tersebut akan terbentuk pola huruf, angka, atau gambar sesuai bagian yang di aktifka. LCD membutuhkan tegangan dan daya yang kecil sehingga sangat populer untuk aplikasi pada kalkulator, arloji digital, dan instrument elektronika lain seperti Global Positioning System (GPS), baragraph Line Package (DIP) dan mempunyai kemampuan untuk menampilkan beberapa kolom dan baris dalam satu panel.

Untuk membentuk pola, baik karakter maupun gambar pada kolom dan baris secara bersamaan digunakan metode Screening. Metode screening adalah mengaktifkan daerah perpotongan suatu kolo dan suatu baris secara bergantian dan cepat sehingga seolah-olah aktif semua. Penggunaan metode ini dimaksudkan untuk menghemat jalur yang digunakan untuk mengaktifkan panel LCD. Saat ini

telah dikembangkan berbagai jenis LCD, mulai jenis LCD biasa, Passive Matrix LCD (PMLCD), hingga Thin-Film Transistor Active Matrix (TFT-AMLCD). Kemampuan LCD juga telah ditingkatkan dari yang monokrom hingga yang mampu menampilkan ribuan warna.

## 2.6 Penelitian Terdahulu

**Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu**

No	Nama / Institusi	Tahun	Judul (ringkas)	Keterangan singkat & sumber
1	A. D. Firmansyah (Politeknik ATI Makassar)	2021	Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya pada Motor Listrik 3 Fasa	Perancangan & uji sistem monitoring daya motor 3-fasa (laboratorium). Berguna untuk bagian pengukuran daya. ( <a href="#">Library Portal</a> )
2	Ade Mardiana (Politeknik Negeri Jakarta)	2021	Rancang Bangun Alat Monitoring Suhu Kabel Berbasis IoT	Alat memonitor suhu kabel per-fase (transformator) dengan IoT — sangat relevan untuk proteksi kabel atas dasar suhu. ( <a href="#">repository.pnj.ac.id</a> )
3	N. Hidayati (Ar-Raniry repository)	2025	Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik 3 Fasa Berbasis IoT	Implementasi monitoring daya 3-fasa berbasis IoT dan evaluasi akurasi — referensi modern untuk arsitektur IoT. ( <a href="#">UIN Ar Raniry Repository</a> )
4	S. Setyaramadhan (UMY ETD)	2023	Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya 3 Fasa Berbasis IoT	Skripsi pembangunan sistem monitoring daya 3-fasa yang mengirim data lewat IoT (NodeMCU/dsb.). Cocok untuk referensi modul komunikasi. ( <a href="#">UMY Electronic Theses and Dissertations</a> )
5	Rendy Zuliano Pratama (Politeknik Negeri)	2022	Monitoring & Proteksi Motor Induksi 3Fasa	Menggabungkan monitoringsuhu dan proteksi

	Cilacap)		(Suhu,Kecepatan,Tegangan)	(otomatis) untuk motor induksi 3-fasa menggunakan Arduino — contoh nyata integrasi monitoring+proteksi. ( <a href="#">PNC ELIB</a> )
6	(US M / prototype) rancang bangun prototype monitoring suhu & kelembaban IoT	2020	prototype Sistem Monitoring Suhu & Kelembaban Berbasis IoT	Walau fokus gudang, metodologi sensor → IoT → dashboard bisa diaplikasikan pada monitoring kabel/motor. ( <a href="#">Eskripsi</a> )
7	K. A. Santosa (UGM repository)	2025	Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Motor Listrik Tiga Fasa (web)	Sistem monitoring daya & efisiensi motor 3-fasa berbasis web — referensi arsitektur web dashboard dan pengujian. ( <a href="#">ETD UGM</a> )
8	M. Aditya Rahman (PPNS repository)	2022	Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Proteksi Motor Induksi 3 Fasa (Mikrokontroler)	Fokus pada proteksi motor terhadap gangguan (arus lebih, ketidakseimbangan) dan monitoring; dapat dijadikan dasar logika proteksi kabel.
9	Mubarok / jurnal (Undip / ejournal)	2024	Monitoring Daya Listrik pada Motor Induksi 3 Fasa Berbasis IoT	Implementasi NodeMCU & PZEM-004T untuk monitoring daya motor 3-fasa, inkl. perbandingan pengukuran. Berguna untuk contoh sensor PZEM.
10	NOURA HIDAYATI/ UIN	2024	Rancang bangun sistem monitoring Daya listrik 3 fasa Pada Laboratorium Listrik Berbasis IoT	Mengukur kemampuan kerja sistem serta membandingkan kinerja alat monitoring dengan manual
11	Darwin Saputra/Skripsi (UISU)	2025	Rancang bangun sistem proteksi kabel motor 3 fasa menggunakan monitoring daya dan suhu berbasis IoT	Fokus pada proteksi kabel dan motor terhadap gangguan (arus lebih, ketidakseimbangan) dan monitoring daya/arus sebagai sarana pencegahan