

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Arduino IDE 2.3.4

Arduino IDE adalah perangkat lunak yang berperan penting dalam proses pemrograman, kompilasi, dan pengunggahan program ke memori mikrokontroler. Desain perangkat keras Arduino yang canggih, ditambah dengan bahasa pemrograman yang sederhana dan sifat *open source*-nya, menjadikannya solusi ideal untuk pembelajaran dan inovasi dalam bidang elektronika dan *embedded system* [3].

Salah satu keunggulan Arduino IDE adalah kemudahannya dalam digunakan oleh pemula, tanpa mengurangi kemampuan untuk digunakan dalam proyek-proyek kompleks. IDE ini menggunakan bahasa pemrograman yang berbasis C/C++, yang telah disederhanakan dengan berbagai pustaka (*library*) untuk mempermudah pengoperasian komponen elektronik seperti sensor, aktuator, dan modul komunikasi.



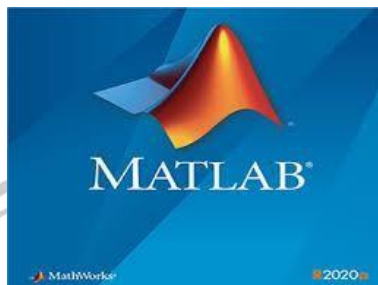
Gambar 2. 1 Arduino IDE

#### 2.2 Matlab R2020a

MATLAB merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi yang dirancang khusus untuk kebutuhan komputasi teknis. MATLAB banyak digunakan dalam aplikasi teknis karena mampu mengintegrasikan komputasi, grafik visual, dan pemrograman dalam satu platform. Dengan menggunakan konsep *array* dan *matriks* sebagai elemen dasar, MATLAB menyederhanakan proses *coding* tanpa perlu deklarasi variabel seperti bahasa lainnya [4].

Salah satu kekuatan utama Matlab adalah kemampuannya dalam menyelesaikan perhitungan matematis kompleks secara efisien, baik secara simbolik maupun numerik. Matlab memiliki berbagai *toolbox*, seperti *Control*

*System Toolbox*, *Fuzzy Logic Toolbox*, dan *Simulink*, yang memudahkan pengguna dalam merancang, menganalisis, dan mensimulasikan sistem dinamis secara grafis maupun skrip.



Gambar 2. 2 Matlab R2020a

### 2.3 ESP32-WROOM-32E

ESP32 merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266 yang dikembangkan oleh *Espressif Systems*. Dilengkapi dengan prosesor *dual-core* berbasis Xtensa LX16 dan modul WiFi terintegrasi. Perangkat ini dirancang untuk mendukung berbagai kebutuhan aplikasi berbasis IoT secara efisien dan fleksibel [5].



Gambar 2. 3 ESP32 WROOM 32E

Tabel 2. 1 Spesifikasi ESP32 WROOM 32E

Prosesor	Dual-core 32-bit LX6, hingga 240 MHz
Memori	4 MB Flash (default), SRAM internal
Konektivitas	Wi-Fi (2.4 GHz), Bluetooth v4.2 (BR/EDR dan BLE)

Fitur Tambahan	ADC, DAC, SPI, I2C, UART, PWM, sensor suhu internal,
	dan ultra-low power co-processor untuk deep sleep
Tegangan Operasi	3.0V – 3.6V
Dimensi	18 mm × 25.5 mm

#### 2.4 Sensor Cahaya TEMT6000

*DT-Sense Light* Sensor merupakan modul sensor berbasis fototransistor NPN TEMT6000 yang dapat mendeteksi cahaya ambient. Modul ini menghasilkan *output* tegangan yang sebanding dengan tingkat pencahayaan yang diterimanya, dan cocok digunakan baik di dalam maupun luar ruangan. Sensor ini menghasilkan sinyal tegangan yang berbanding lurus dengan intensitas cahaya, sehingga dapat digunakan untuk mengukur pencahayaan di berbagai kondisi lingkungan. Modul ini sering digunakan dalam sistem otomatisasi lampu seperti dimmer dan kontrol on/off berbasis cahaya [6].

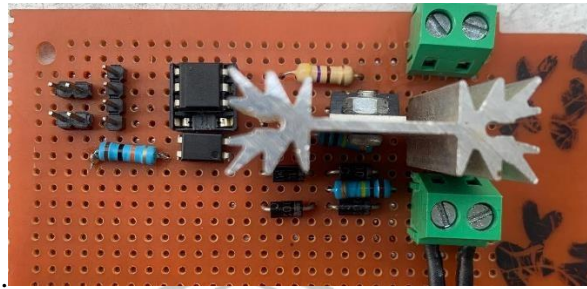


Gambar 2. 4 Sensor TEMT6000

#### 2.5 Modul Dimmer

Modul dimmer AC 220V berbasis PWM dengan deteksi *zero crossing* memungkinkan pengendalian beban AC (seperti lampu atau pemanas) menggunakan mikrokontroler, seperti Arduino atau ESP32. *Fitur zero crossing detector* berfungsi untuk mendeteksi titik nol gelombang AC, yang sangat penting agar mikrokontroler dapat mengatur waktu yang tepat untuk mengaktifkan sinyal PWM. pengaturan gerbang TRIAC melalui sinyal PWM akan menghasilkan output yang tidak stabil, sehingga fungsi peredupan (dimming) tidak akan bekerja secara optimal. Oleh karena itu, deteksi *zero crossing* menjadi bagian krusial dalam sistem

dimmer AC berbasis TRIAC [7].



*Gambar 2. 5 Modul Dimmer*

## **2.6 Lampu Pijar**

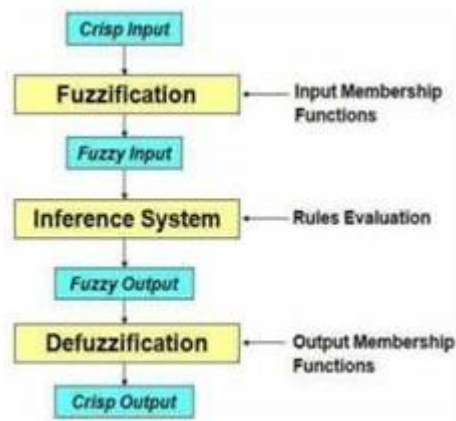
lampu digunakan sebagai sumber penerangan dalam sistem ini. Pengoperasian lampu dikendalikan oleh NodeMCU ESP32 berdasarkan data yang diterima dari sensor cahaya TEMT6000. Proses nyala dan mati lampu diatur berdasarkan input dari sensor TEMT6000. Sensor TEMT6000 mendeteksi tingkat pencahayaan di sekitar, dan sistem akan menyalakan atau mematikan lampu secara otomatis agar sesuai dengan kondisi cahaya ruangan [8].



*Gambar 2. 6 Lampu Pijar*

## **2.7 Logika Fuzzy**

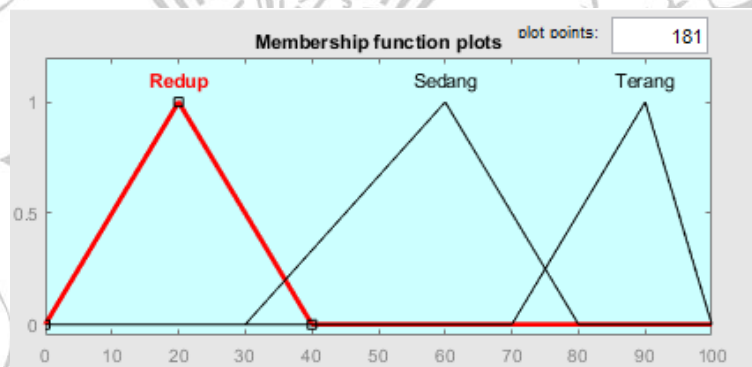
Metode logika fuzzy dirancang untuk mengolah data yang bersifat abu-abu atau tidak pasti, dan mengubahnya menjadi nilai terukur yang dapat digunakan dalam sistem kendali otomatis. Dalam penelitian ini, sistem kontrol pencahayaan otomatis menggunakan ESP32 dan dikembangkan dengan menerapkan logika fuzzy, yang memproses dua *input* sensor untuk menghasilkan keputusan *output* pencahayaan [9].



Gambar 2. 7 Logika Fuzzy

### 2.7.1 Konsep Dasar Logika Fuzzy

Metode Mamdani diterapkan pada berbagai bidang seperti penentuan jumlah produksi, pengambilan keputusan, sistem kendali, pengukuran tingkat prestasi belajar, dan sebagainya. Kelebihannya terletak pada sifat fleksibel dan toleransi pada data yang tidak pasti, sehingga cocok untuk berbagai aplikasi yang membutuhkan pemodelan logika "abu-abu" atau tidak kaku.



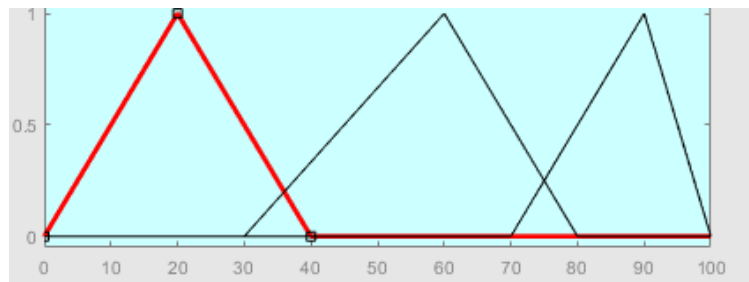
Gambar 2. 8 Linguistik Redup-Sedang-Terang

### 2.7.2 Komponen Sistem Inferensi Fuzzy

Sistem inferensi fuzzy (*Fuzzy Inference System/FIS*) terdiri dari 4 komponen utama yang bekerja secara sekunsial untuk mengubah *input* numerik menjadi *output* numerik ke 4 komponen tersebut merupakan inti dari kontroller fuzzy yaitu:

- a. Fuzzifikasi

Proses mengubah nilai numerik (*crisp*) menjadi nilai linguistik fuzzy. Nilai tersebut kemudian dimasukkan ke dalam fungsi keanggotaan seperti bentuk segitiga, trapesium, atau gaussian, untuk menentukan derajat keanggotaannya.



Gambar 2. 9 Fungsi Keanggotaan Berbentuk Segitiga

b. Basis Aturan (*Rule Base*)

Basis aturan adalah kumpulan aturan *IF\_THEN* yang mendeskripsikan bagaimana sistem merespon berbagai kondisi *input*. Contoh aturan: “JIKA cahaya yang didapat gelap MAKA lampu akan terang.

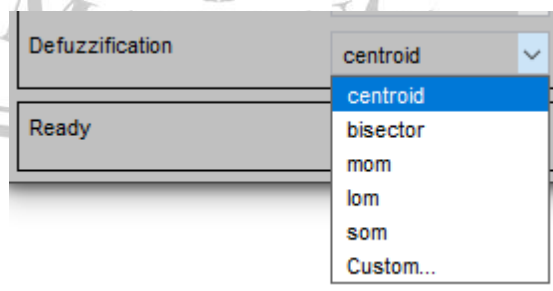
c. Mesin Inferensi (*Inference Engine*)

Mesin inferensi fuzzy bagian dari inti sistem fuzzy yang mengaplikasikan aturan-aturan menggunakan operator logika fuzzy (seperti *AND*, *OR*) dan menghasilkan *output* fuzzy.

**2.7.3 Defuzzifikasi (Defuzzification)**

Defuzzifikasi adalah proses kebalikan dari fuzzifikasi yaitu mengubah fuzzy set *output* yang dihasilkan oleh mesin inferensi kembali menjadi nilai crisp (numerik) yang dapat digunakan oleh aktuatur. Ada beberapa metode defuzzifikasi paling umum:

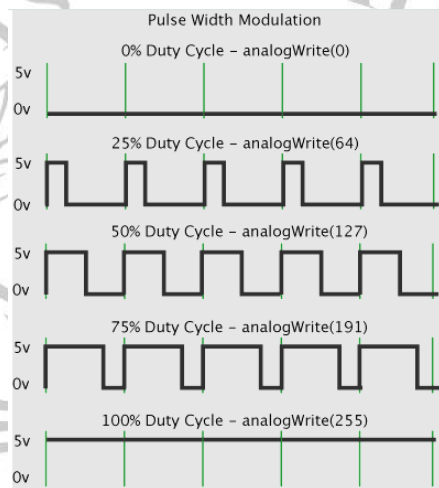
- Centroid* (Pusat Gravitasi): Menghitung pusat area di bawah kurva fuzzy set *output* gabungan. Metode ini menghasilkan nilai *output* yang halus dan berkelanjutan.
- Mean of Maximum* (MOM): Menghitung rata-rata dari nilai-nilai crisp yang memiliki derajat keanggotaan maksimum.
- Metode *Bisector*: Membagi luasan di bawah kurva fungsi keanggotaan menjadi dua bagian yang sama



Gambar 2. 10 Opsi Defuzzifikasi

## 2.8 Pulse Width Modulation (PWM)

PWM (*Pulse Width Modulation*) adalah metode untuk menghasilkan sinyal digital yang berulang antara kondisi tinggi (*high*) dan rendah (*low*), di mana durasi tiap kondisi dapat diatur sesuai kebutuhan, Nilai *duty cycle* menyatakan persentase sinyal *high* dalam satu siklus penuh, yang berbanding lurus dengan tegangan rata-rata yang diterima oleh perangkat atau komponen yang dikendalikan [10]. Pada dasarnya PWM biasanya digunakan untuk telekomunikasi (modulasi data), penguat (*amplifier*), pengatur daya dan juga sebagai regulator tegangan. Pada penelitian ini PWM digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor.



Gambar 2. 11 PWM

## 2.9 Miniature Circuit Breaker (MCB)

Alat ini berperan penting dalam mencegah bahaya kebakaran, yang bisa terjadi akibat gangguan kelistrikan yang tidak segera tertangani. Sistem proteksi dimanfaatkan sebagai pengaman peralatan listrik dari adanya gangguan kelistrikan, seperti korsleting listrik akibat beban berlebih serta mengurangi timbulnya kerusakan yang berujung mengalami kebakaran. Sistem proteksi merupakan salah satu hal terpenting dalam dunia kelistrikan. Sistem proteksi digunakan untuk melindungi peralatan listrik dari gangguan listrik, seperti korsleting listrik akibat beban berlebihan, dan untuk mengurangi terjadinya kerusakan yang dapat mengakibatkan kebakaran [11].



Gambar 2. 12 MCB

## 2.10 Lux Meter

Lux meter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya atau tingkatan pencahayaan disuatu tempat. Alat ini digunakan karena setiap ruangan memiliki kebutuhan pencahayaan yang berbeda-beda. Penggunaan alat ukur ini didasarkan atas kebutuhan pencahayaan yang berbeda pada setiap ruangan. Dengan menggunakan luxmeter didapatkan besaran intensitas cahaya pada ruangan yang diuji menentukan apakah pencahayaan di ruangan tersebut sudah memadai atau belum.



Gambar 2. 13 Lux Meter

### 2.11 *Power Supply* 24V DC (LRS-150-24)

*Power Supply* (catu daya) adalah perangkat yang mengkonversi energi listrik dari sumber utama (umumnya AC) menjadi tegangan DC yang stabil dan sesuai untuk kebutuhan operasional komponen elektronik dalam sistem kontrol. Catu daya yang stabil dengan kapasitas arus yang memadai sangat penting untuk mencegah malfungsi pada mikrokontroler, sensor, dan device elektronik lainnya yang sensitif terhadap fluktuasi tegangan, memastikan kinerja optimal dan keandalan sistem secara keseluruhan



Gambar 2. 14 *Power Supply* LRS-150-24

