

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan kebutuhan energi listrik yang terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk dan industri menuntut adanya sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Energi surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar, khususnya di wilayah Indonesia yang berada di daerah tropis dengan intensitas penyinaran matahari yang *relatif* tinggi sepanjang tahun. Pemanfaatan energi surya umumnya dilakukan melalui panel *photovoltaic* yang mampu mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik.

Kinerja sistem *photovoltaic* sangat dipengaruhi oleh tingkat pencahayaan (*irradiance*) yang diterima permukaan panel. Perubahan intensitas cahaya akibat faktor cuaca, posisi matahari, debu, atau bayangan dapat menyebabkan fluktuasi daya keluaran yang signifikan. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem *monitoring* yang mampu mengamati dan menganalisis tingkat pencahayaan secara akurat guna mengoptimalkan kinerja panel surya.

Metode konvensional dalam *monitoring* intensitas cahaya umumnya menggunakan pengukuran langsung berbasis sensor dan pembacaan nilai numerik. Namun, kondisi lingkungan yang dinamis seringkali menghasilkan data yang tidak pasti atau ambigu. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pendekatan *Fuzzy Logic* dapat diterapkan karena mampu menangani ketidakpastian dan memberikan interpretasi yang lebih fleksibel terhadap variasi data sensor.

Fuzzy Logic memungkinkan sistem untuk mengklasifikasikan tingkat pencahayaan ke dalam kategori linguistik seperti buruk, baik, dan sangat baik berdasarkan derajat keanggotaan tertentu. Dengan pendekatan ini, sistem *monitoring* tidak hanya menampilkan data numerik, tetapi juga memberikan analisis kondisi pencahayaan secara lebih informatif dan adaptif.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi sistem *monitoring* tingkat pencahayaan *photovoltaic* berbasis *Fuzzy Logic* guna meningkatkan efektivitas pengawasan dan pengambilan keputusan dalam pengelolaan sistem energi surya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem *monitoring* tingkat pencahayaan pada panel *photovoltaic*?
2. Bagaimana mengimplementasikan metode *Fuzzy Logic* dalam mengolah data intensitas cahaya dan tegangan?
3. Bagaimana kinerja sistem dalam mengklarifikasikan tingkat pencahayaan berdasarkan parameter yang ditentukan?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan fokus, maka batasan masalah yang diterapkan adalah sebagai berikut:

1. Sistem yang dirancang berfungsi untuk memonitor dan mengklasifikasikan tingkat pencahayaan yang diterima panel *photovoltaic*.
2. Parameter yang diolah dalam sistem *Fuzzy* data intensitas cahaya dari sensor, dan melibatkan parameter lain seperti, arus, atau tegangan keluaran.
3. Metode yang digunakan untuk pengolahan data adalah *Fuzzy Logic* metode Mamdani dengan fungsi keanggotaan yang ditentukan berdasarkan rentang intensitas cahaya tertentu.
4. Sistem dikendalikan menggunakan mikrokontroler (misalnya Arduino).

1.4 Tujuan Dan Manfaat Penelitian

1.4.1 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang dan membangun sistem *monitoring* tingkat pencahayaan pada panel *photovoltaic*.
2. Mengimplementasikan metode *Fuzzy Logic* dalam pengolahan data intensitas Cahaya dan Tegangan.
3. Mengevaluasi kinerja sistem dalam mengklasifikasikan kondisi pencahayaan secara akurat dan adaptif.

1.4.2 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Membantu pengguna dalam memantau kondisi pencahayaan panel surya secara *real-time*.
2. Menjadi referensi dalam pengembangan sistem *monitoring photovoltaic* yang lebih cerdas.
3. Memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem *monitoring* energi terbarukan berbasis kecerdasan buatan, khususnya *Fuzzy Logic*.

1.5 Metode Penyelesaian Masalah

Metode penyelesaian masalah dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis untuk merancang dan mengimplementasikan sistem *monitoring* tingkat pencahayaan *photovoltaic* berbasis *Fuzzy Logic*. Adapun tahapan penyelesaiannya adalah sebagai berikut:

1.5.1 Identifikasi Masalah

Tahap awal dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan pada sistem *photovoltaic*, yaitu fluktuasi tingkat pencahayaan yang mempengaruhi performa panel surya. Sistem *monitoring* konvensional yang hanya menampilkan nilai

numerik dinilai kurang *informatif* dalam menginterpretasikan kondisi pencahayaan secara adaptif.

1.5.2 Studi Literatur

Dilakukan pengumpulan referensi dari jurnal, buku, dan penelitian terdahulu terkait:

1. Prinsip kerja *photovoltaic*
2. Sensor intensitas cahaya dan tegangan
3. Konsep dan metode *Fuzzy Logic* (khususnya metode Mamdani)
4. Sistem *monitoring* berbasis mikrokontroler

Tahap ini bertujuan untuk memperoleh dasar teori dan menentukan metode yang sesuai.

1.5.3 Perancangan Sistem

Perancangan sistem meliputi dua bagian utama, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak:

A. Perangkat Keras (*Hardware*)

1. Sensor intensitas cahaya dan tegangan (misalnya LDR dan tegangan)
2. Mikrokontroler (misalnya Arduino/ESP32)
3. Panel *photovoltaic* sebagai objek *monitoring*
4. Media tampilan (LCD atau *serial monitor*)

B. Perangkat Lunak (*Software*)

1. Perancangan algoritma *Fuzzy Logic*
2. Penentuan variabel *input* (intensitas cahaya dan tegangan)
3. Penentuan fungsi keanggotaan (rendah, sedang, tinggi)
4. Penyusunan aturan (*Rule base*)
5. Proses *Inferensi* dan *Defuzzifikasi*

1.5.4 Implementasi Metode *Fuzzy Logic*

Langkah-langkah implementasi *Fuzzy Logic* meliputi:

1. *Fuzzifikasi*

Mengubah nilai intensitas cahaya dan tegangan (*crisp input*) menjadi nilai derajat keanggotaan dalam himpunan *Fuzzy*.

2. Pembentukan Aturan (*Rule base*)

Menentukan aturan logika seperti:

IF intensitas cahaya rendah *THEN* kondisi pencahayaan rendah

IF intensitas cahaya sedang *THEN* kondisi pencahayaan sedang

IF intensitas cahaya tinggi *THEN* kondisi pencahayaan tinggi

3. *Inferensi Fuzzy*

Menggunakan metode Mamdani untuk menentukan *Output* berdasarkan aturan yang telah dibuat.

4. *Defuzzifikasi*

Mengubah hasil *Fuzzy* menjadi nilai tegas (*crisp Output*) sebagai representasi akhir tingkat pencahayaan.

1.5.5 Pengujian dan Analisis Sistem

Sistem yang telah dirancang kemudian diuji dengan variasi kondisi pencahayaan (pagi, siang, sore, atau menggunakan sumber cahaya buatan). Data hasil pembacaan sensor dan hasil klasifikasi *Fuzzy* dianalisis untuk mengetahui:

1. Kesesuaian hasil klasifikasi dengan kondisi nyata
2. Stabilitas sistem
3. Respon sistem terhadap perubahan intensitas cahaya

1.5.6 Evaluasi dan Penyempurnaan

Tahap akhir dilakukan evaluasi terhadap hasil pengujian. Jika ditemukan ketidaksesuaian, maka dilakukan penyempurnaan pada fungsi keanggotaan atau aturan *Fuzzy* agar sistem bekerja lebih optimal.