

## BAB IV

### METODOLOGI PENELITIAN

Untuk menyelesaikan rumusan masalah dan merealisasikan tujuan penelitian yang terdapat di bab pendahuluan maka diperlukan metode untuk menyelesaikan masalah tersebut. Metode yang digunakan dapat diuraikan sebagai berikut:

- Penentuan bahan dan alat
- Spesifikasi Alat
- Perancangan Diagram Blok Alat
- Langkah penelitian
- Perancangan *hardware* dan *software* sistem
- Pengujian Alat
- Pengambilan kesimpulan

#### 4.1. Penentuan Bahan dan Alat

Bahan (komponen) dan alat yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Personal Komputer (PC)
2. Dua Motor DC
3. Multimeter Digital
4. Mikrokontroler ATmega 128
5. Panel Surya (*PV cell*)
6. Empat Sensor LDR
7. Sensor Suhu LM 35
8. *Accumulator*
9. *Charge Controller*

## 4.2. Spesifikasi Alat

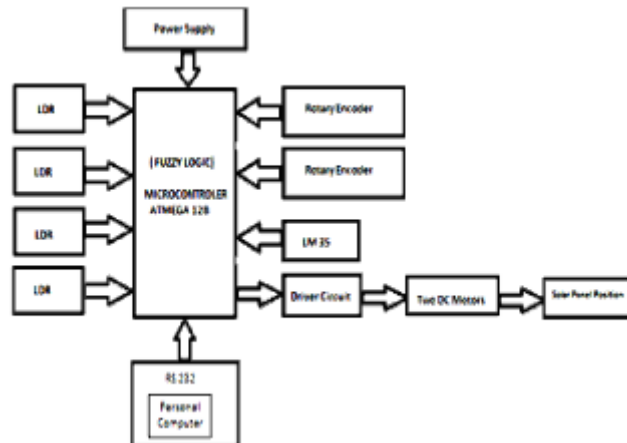
Sebelum melakukan perencanaan dan perealisasiian alat, maka ditentukan spesifikasi alat yang akan dirancang terlebih dahulu. Beberapa spesifikasi alat yang akan dirancang adalah sebagai berikut:

1. Alat ini menggunakan mikrokontroler ATmega 128, 2 buah motor DC, 4 buah sensor LDR, 1 sensor suhu LM 35, dua sensor *rotary encoder*.
2. Mikrokontroler ATmega 128 sebagai pengolah data dan antarmuka sensor ,dua motor DC dan pengolahan data perhitungan logika *fuzzy*.
3. Sensor LM 35 diletakkan pada panel surya digunakan untuk mengukur suhu disekitar panel surya.
4. Sensor LDR digunakan untuk mengukur intensitas cahaya matahari di empat sisi panel surya.
5. Sensor *rotary encoder* digunakan untuk menghitung pulsa yang menginterpretasikan jumlah putaran motor DC.
6. Dua motor DC dimana masing-masing motor DC berfungsi menggerakkan panel surya ke dua arah yaitu utara-selatan dan timur-barat.

## 4.3. Perancangan Diagram Blok Alat

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pembuatan sistem panel surya berpenjejak (*sun tracking solar system*) adalah perancangan mekanik sistem, perancangan elektrik sistem, dan pemrograman keseluruhan sistem. Langkah pertama adalah merancang sistem sesuai dengan kebutuhan sistem yang ditunjukkan dalam blok diagram sistem didasarkan pada landasan teori yang telah dibuat sebelumnya.

Perancangan blok diagram *sun tracking solar system* pada penelitian ini ditunjukkan dalam Gambar 4.1.



**Gambar 4.1** Diagram Blok *Sun Tracking system*

Penjelasan dari blok diagram pada Gambar 4.1 adalah sebagai berikut:

1. Sensor LM 35 berfungsi untuk membantu mendeteksi suhu disekitar panel surya.
2. Sensor *rotary encoder* berfungsi sebagai pendeteksi jumlah putaran motor DC yang diperlukan agar nilai LDR dapat berada diposisi nilai pada rentang terterang sekali dan posisi panel surya dapat ditentukan. Jumlah putaran motor yang dihasilkan oleh sensor *rotary encoder* juga merupakan hasil akhir dari logika *fuzzy* yaitu berupa jumlah pulsa yang dihasilkan sensor *rotary encoder*.
3. Sensor LDR, berfungsi untuk mengetahui besarnya intensitas cahaya secara *real time* dengan *output* dikonversi dari resistansi menjadi besar tegangan sehingga keluaran sensor ( $V_{out}$ ) LDR dapat berupa tegangan dalam Volt.
4. Intensitas cahaya dideteksi oleh sensor LDR, yang kemudiakan akan dikondisikan maksimal adalah 5,00 Volt dan tegelap adalah 0,00 Volt sesuai rentang kerja tegangan dari mikrokontroler.
5. Rangkaian pengkondisi sinyal (selanjutnya akan disingkat RPS), berfungsi untuk mengkondisikan sinyal keluaran sensor 0 sampai dengan 5 volt yang kemudian dihubungkan dengan pin mikrokontroler.
6. SP (*signal processing*) akan memproses sinyal analog menjadi digital sehingga setiap nilai dapat diproses dalam data digital yang kemudian dibaca oleh PC.

7. Motor DC digunakan untuk memutar panel surya ke arah yang ditentukan oleh keluaran logika *fuzzy*.
8. Logika *Fuzzy* yang ditanam dalam mikrokontroler diperlukan untuk mengatur pergerakan sistem sesuai masukan dari sensor.
9. *Driver* motor, berfungsi menerima data dari mikrokontroler kemudian memprosesnya menjadi besaran tertentu yang sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan motor.

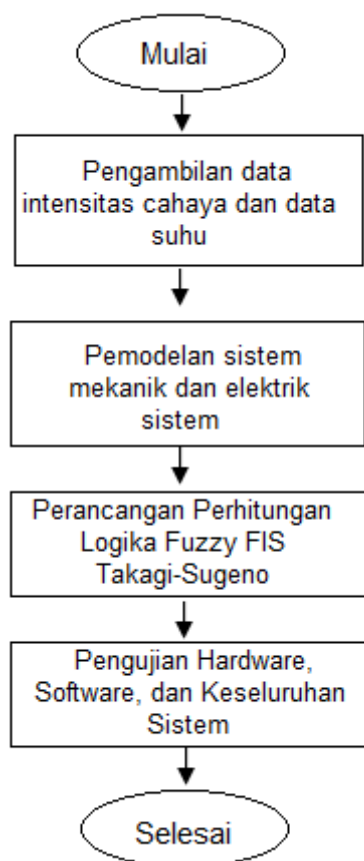
#### 4.4. Langkah Penelitian

Secara garis besar penelitian akan dilakukan tahap-tahap penelitian yang akan dijelaskan secara rinci sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur sehingga dapat menentukan langkah apa merancang sistem.
2. Perancangan per blok sistem dilakukan untuk menentukan apa saja komponen yang diperlukan, merancang bentuk mekanik sistem agar dapat sesuai dengan yang diharapkan, merancang *driver* motor sesuai arah gerak PV yang diinginkan, selanjutnya merakit secara fisik sistem.
3. Merealisasikan sistem sesuai dengan analisis yang telah dilakukan, dalam hal ini sistem diinginkan *dual-axis* atau dapat melakukan pergerakan ke arah utara,timur,selatan,barat.
4. Tahap selanjutnya adalah perancangan peletakan *array* sensor serta peletakan arah sensor sesuai dengan arah matahari, merancang dan membuat rangkaian pengkondisi sinyal sensor, merancang dan perancangan sensor ke ADC mikrokontroler, untuk proses sampling data agar dapat cepat diproses sehingga waktu pemrosesan data sebagai *input fuzzy* sehingga posisi motor dapat ditentukan sesuai data intensitas cahaya yang didapat.
5. Tahap selanjutnya melakukan pengujian sensor dan kemudian membandingkan dengan data sebenarnya, sehingga terkalibrasi dengan keadaan sesungguhnya baik dalam keadaan cerah, gelap, hujan atau keadaan yang tidak diinginkan. Data ini akan dijadikan sebagai referensi *fuzzy*.

6. Perancangan dan realisasi kendali logika *fuzzy*, dalam hal ini pemrograman logika *fuzzy* dikirim ke devais mikrokontroler.
7. Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui seberapa tingkat keberhasilan sistem, pengecekan sistem dengan rancangan serta melihat tingkat performasi sistem.
8. Langkah terakhir adalah analisis *error* sistem dan penyebabnya.
9. Penarikan kesimpulan.

Berikut adalah diagram alir simulasi sistem dengan menggunakan logika *fuzzy* metode fuzzifikasi Takagi-Sugeno. Diagram alir simulasi ditunjukkan dalam Gambar 4.2.



**Gambar 4.2** Diagram Alir simulasi

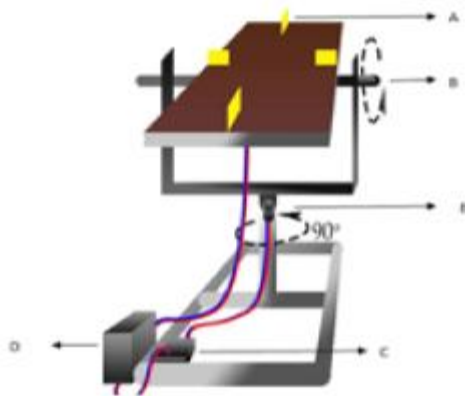
Perancangan simulasi sistem akan dilakukan dengan mengambil data terlebih dahulu. Dimana, sensor akan melakukan pengambilan data selama matahari mulai terbit hingga terbenam secara manual. Kemudian pengambilan data juga memperlakukan sistem terhadap keadaan ekstrim seperti hujan, angin kencang, hujan disertai terang matahari dan

berbagai keadaan yang memungkinkan terjadi saat proses pelacakan matahari terjadi. Setelah, pengambilan data selesai hal selanjutnya yang dilakukan adalah pemodelan sistem agar dapat melakukan pergerakan sesuai posisi yang telah dilakukan uji secara manual disertai analisis. Kemudian melakukan perancangan dan perencanaan pengendalian menggunakan logika *fuzzy* metode Takagi-Sugeno dengan analisis data yang telah dilakukan diawal. Selanjutnya, pengujian analisis keluaran dan yang terakhir pengambilan kesimpulan apakah sistem sudah memenuhi performa dan spesifikasi yang diinginkan.

#### 4.5. Perancangan *Hardware* dan *Software* Sistem

##### 4.5.1. Merancang dan Membuat Mekanik Sistem

Rancangan mekanik dilakukan dengan menentukan terang sekali alat, peletakan motor DC, peletakan sensor LDR, peletakan mikrokontroler. Rancangan ditunjukkan pada gambar 4.3.



**Gambar 4. 3** Rancangan Mekanik Sistem

Keterangan Gambar:

- A : Peletakan sensor LDR pada setiap sisi panel surya
- B : Peletakan Motor DC
- C : Peletakan kotak elektrik berupa Mikrokontroler dan rangkaian elektrik
- D : Peletakan *Accumulator* dan *charge controller*

#### 4.5.2. Merancang dan Membuat Logika Sistem Fuzzy

Metode yang akan digunakan dalam pengendalian posisi motor DC berdasarkan data sensor adalah logika *fuzzy*. Tahapan-tahapan dalam Logika *Fuzzy* ditunjukkan dalam diagram alir dibawah ini beserta penjelasannya.

##### 1. Menentukan variabel masukan dan variabel keluaran.

Dalam penelitian ini variabel masukan bagi logika *fuzzy* adalah berupa data secara *real time* yang diberikan oleh sensor. Variabel keluarannya adalah berupa konstanta atau suatu persamaan linear tergantung terhadap masukan dan keluaran sistem.

##### 2. Menentukan jenis fungsi keanggotaan masukan dan keluaran serta pembagian nilai label atas beberapa variabel linguistik. Penentuan fungsi keanggotaan ini didasarkan pada hasil data yang diperoleh dengan menentukan batasan antara nilai gelap, sedang dan terang sekali dari nilai intensitas yang ditunjukkan sensor.

##### 3. Pembentukan Aturan Fuzzy

Dalam sistem ini terdapat 4 sensor LDR yang diletakkan pada utara,timur, selatan dan barat pada panel surya, dimana disetiap nilai keluaran ( $V_{out}$ ) sensor LDR dibagi dalam rentang kawasan himpunan *fuzzy* yaitu gelap, sedang, dan terang sekali. Sehingga didapat 3 keadaan pada 4 sensor LDR, jadi jumlah *rule base* dapat ditentukan yaitu  $3^4 = 81$  aturan atau jumlah kemungkinan posisi panel surya. Sedangkan untuk metode inferensi *fuzzy* atau fuzzifikasi yang digunakan adalah metode Takagi Sugeno dimana anteseden direpresentasikan dalam proposisi dalam himpunan *fuzzy*, sedangkan konsekuen direpresentasikan dengan sebuah konstanta atau persamaan linear.

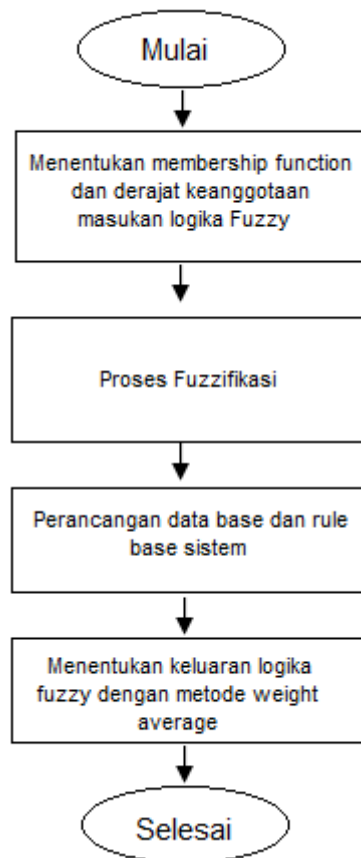
##### 4. Fuzzifikasi

Proses fuzzifikasi adalah proses mengubah variabel non *fuzzy* (variabel numerik) menjadi variabel *fuzzy* (variabel linguistik). Nilai masukan-masukan yang masih dalam bentuk variabel numerik yang telah dikuantisasi sebelum diolah oleh logika *fuzzy* harus diubah terlebih dahulu ke dalam variabel *fuzzy*. Melalui fungsi keanggotaan yang telah disusun maka dari nilai-nilai masukan tersebut menjadi informasi *fuzzy* yang berguna untuk proses pengolahan secara *fuzzy*.

## 5. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi yaitu proses untuk mengubah *fuzzy output* menjadi *crisp output*. Hasil defuzzifikasi inilah yang menentukan posisi panel surya.

Dari Penjelasan diatas maka diagram alir program kontrol logika *fuzzy* pada penelitian ini ditunjukkan dalam Gambar 4.4.



**Gambar 4. 4** Diagram Alir Program Kontrol Logika *Fuzzy*

### 4.5.3. Analisis Keluaran dan Pengambilan Keputusan Logika *Fuzzy*

Analisis ini digunakan untuk membandingkan hasil analisis dengan pengujian alat apakah sudah sesuai dengan aturan yang dibuat atau spesifikasi yang kita inginkan. Selain itu, membandingkan data antara percobaan dengan data sesungguhnya. Sehingga kita dapat menarik kesimpulan berapa kenaikan tegangan rata-rata *solar cells* sebelum dan sesudah dilakukan *tracking* dengan perhitungan logika *fuzzy*.



#### **4.6. Pengujian Alat**

Pengujian dilakukan untuk menganalisis alat yang dibuat telah memberikan hasil sesuai dengan yang direncanakan atau tidak. Pengujian dilakukan secara per blok terlebih dahulu dan kemudian secara keseluruhan sistem.

##### **4.6.1. Pengujian *Hardware* Sistem**

Untuk pengujian perangkat kerasnya, pengujian dilakukan pada masing-masing bagian sesuai blok diagram. Pengujian ini bertujuan untuk menguji apakah tiap-tiap blok sistem telah sesuai dengan seluruh sistem yang direncanakan. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian:

- 1) Sensor LDR
- 2) Motor DC
- 3) Rangkaian Pengkondisi Sinyal dan ADC
- 4) Sensor Inframerah dan photodiode untuk menghitung kecepatan putaran motor DC

##### **4.6.2. Pengujian *Software* Sistem**

Untuk pengujian perangkat lunak, pengujian dilakukan dengan cara mensimulasikan perangkat lunak pada mikrokontroler, kemudian dilakukan pengujian bersama perangkat keras untuk mengetahui respon yang dihasilkan. Pengujian perangkat lunak bertujuan untuk mengetahui apakah perangkat lunak tersebut dapat mengolah data serta mengontrol sistem sesuai dengan perancangan yang telah dibuat.

##### **4.6.3. Pengujian Keseluruhan Sistem**

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan menyambungkan blok perangkat keras dan mengoperasikan sistem kemudian dapat diketahui apakah alat ini bekerja sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Setelah perangkat keras telah beroperasi seperti yang diharapkan, perangkat lunak yang telah dibuat diujikan bersama perangkat kerasnya.

#### **4.7. Pengambilan Kesimpulan dan Saran**

Setelah mendapatkan hasil analisis dari pengujian alat, maka langkah berikutnya yang dilakukan adalah pengambilan kesimpulan dan pemberian saran. Penarikan kesimpulan dilakukan berdasarkan kesesuaian antara perancangan dan hasil pengujian. Sedangkan saran bertujuan untuk pengembangan alat lebih lanjut dan untuk memperbaiki kekurangan-kekurangan yang terjadi dalam penelitian yang telah dilakukan.