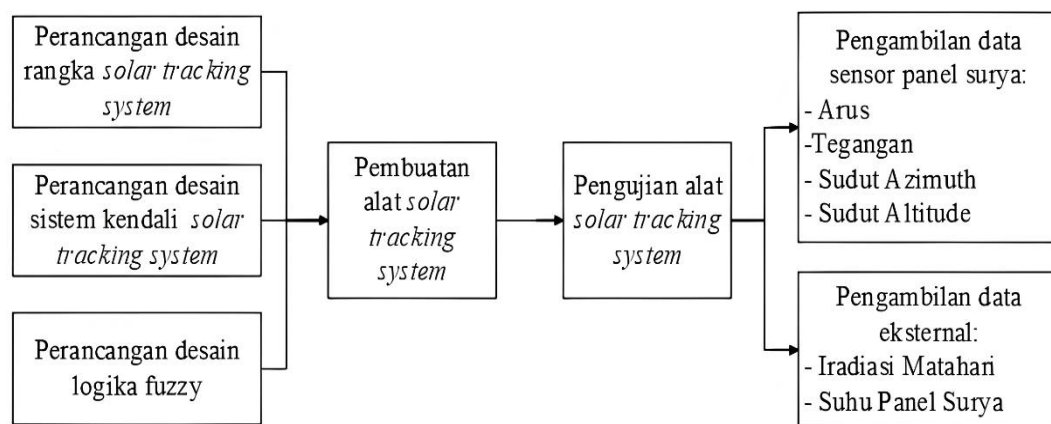


## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. *Capstone Project*

Penelitian skripsi yang telah dilakukan ini secara *capstone* dengan 2 mahasiswa, yaitu Albertus Sera Sasmita (3332190092) dan Muhammad Firman Fauzy (3332190024). Pada penelitian yang telah dilakukan mempunyai topik dan isi pembahasan skripsi yang berbeda setiap mahasiswanya. Pembagian topik-topik pembahasan setiap mahasiswa dapat terlihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Diagram Capstone Project

Pada Gambar 3.1 merupakan diagram *capstone project solar tracking dual axis*. Karena penelitian ini merupakan *capstone project*, maka terdapat beberapa pembagian kinerja dan topik yang telah dikerjakan. Terdapat 2 topik utama pembahasan pada *capstone project* skripsi yang telah dilakukan. Topik pembahasan pertama dilakukan Albertus Sera Sasmita yang mempunyai 3 bagian, yaitu analisis *output* daya yang dihasilkan panel surya, analisis efisiensi normalisasi pada panel surya, dan analisis efisiensi konversi pada panel surya. Adapun topik pembahasan kedua dilakukan Muhammad Firman Fauzy yang mempunyai 3 bagian, yaitu merancang logika Fuzzy yang diimplementasikan pada *solar tracking dual axis*, menganalisis kesalahan sudut yang terjadi pada *solar tracking dual axis* dengan menggunakan metode logika Fuzzy, dan mengetahui peningkatan daya panel surya dengan menggunakan *solar tracking dual axis* jika dibandingkan dengan panel surya statis.

### 3.2. Alur Penelitian

Penelitian yang dilakukan diharapkan dapat sesuai dengan alur pada penelitian yang ada. Alur penelitian ini memudahkan dalam perancangan dan pembuatan laporan atau pun alat. Dalam alur penelitian tentu terdapat runtutan proses atau tahap yang terdapat pada penelitian.

Terdapat 6 tahapan alur proses untuk mencapai hasil yang diharapkan. Bermula pada tahapan studi literatur, pemodelan rangka, dan kendali *solar tracking dual axis system*, pengujian alat, pengambilan data, serta pembuatan laporan penelitian. Ke-enam tahapan proses tersebut dijabarkan sebagai berikut ini.

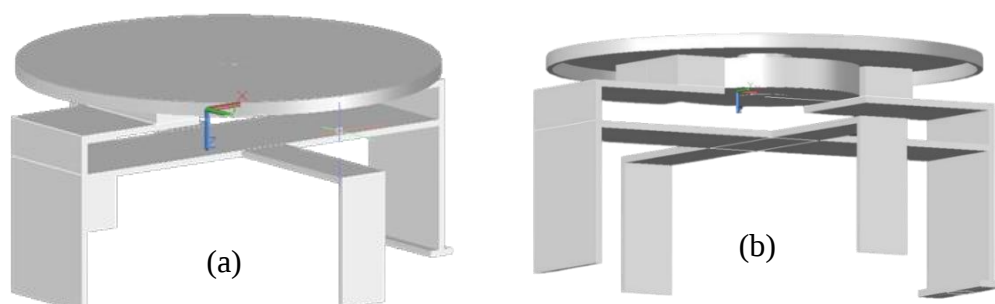
#### 3.2.1. Studi Literatur

Bertujuan untuk mencari informasi tentang perancangan alat *solar tracking dual axis*. Menggunakan metode pengindraan pada arah datangnya radiasi matahari. Sehingga motor *stepper* dapat bergerak sesuai pembacaan sensor LDR. Dilakukan menggunakan panel surya 85 WP bertipe fleksibel *monocrystalline half-cut*.

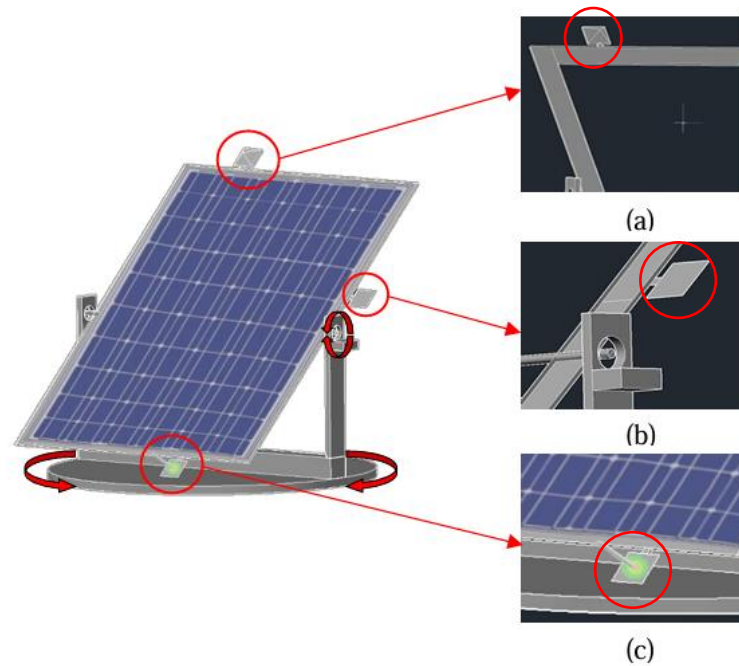
Studi literatur bertujuan mengurangi hal yang dapat membuat penelitian menjadi lama. Pengembangan inovasi dari yang sudah ada terdahulu. Jadi studi literatur sebagai pedoman dalam penelitian mengembangkan penelitiannya.

#### 3.2.2. Pemodelan Rangka *Solar Tracking Dual Axis System*

Bertujuan untuk memaparkan desain rangka yang digunakan pada *solar tracking dual axis* ini. Pemodelan rangka ini dibuat sebagai penggambaran mengenai alat yang dibuat serta mengurangi kesalahan pembuatan alat. Desain pemodelan rangka dapat terlihat pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3 berikut ini.



Gambar 3.2 Rangka Bawah Panel Surya; (a) Tampak Atas, (b) Tampak Bawah



Gambar 3.3 Penempatan Komponen Rangka Atas Panel Surya; (a) Sensor LDR, (b) *Pyranometer*, (c) *Shading bar*

Pada Gambar 3.2 merupakan pemodelan rangka bawah *solar tracking dual axis*. Pada Gambar 3.3 merupakan penempatan komponen pada rangka, yaitu penempatan sensor LDR, alat ukur *pyranometer*, dan penempatan *shading bar* yang berfungsi sebagai peninjau panel surya menghadap dengan arah datang matahari.

### 3.2.3. Perancangan Sistem *Solar Tracking Dual Axis System*

Bertujuan untuk mengetahui sistem pergerakan *solar tracking dual axis* dapat bekerja sesuai, yaitu sensor LDR membaca arah pada pergerakan matahari, dan terdapat dua motor *stepper* sebagai penggerak. Penggambaran SLD pada Lampiran E Gambar E.4. Dibuatnya SLD untuk memudahkan pembuatan alat.

Perancangan sistem juga dibutuhkan agar tidak terjadi kesalahan pada pembuatan alat. Sehingga pengerjaan alat pada penelitian akan semakin efektif dan tidak memakan waktu yang lama. Adapun penggambaran komponen jelasnya pada aplikasi fritzing seperti yang dapat terlihat pada Lampiran E Gambar E.6.

### 3.2.4. Pengujian Alat *Solar Tracking Dual Axis System*

Bertujuan untuk menguji *solar tracking dual axis* dapat mengoptimalkan hasil dayanya. Pengujian alat dilakukan dengan mengambil data pada waktu pukul

06:00 s.d. 18:00 dengan 3 jenis kondisi cuaca yang berbeda. Dilakukan selama 3 hari di setiap kondisi cuacanya, yaitu kondisi cuaca cerah, berawan, serta hujan.

Data yang diperoleh adalah efisiensi daya yang didapatkan dari tegangan, arus, dan radiasi matahari. Diharapkan *solar tracking dual axis* mendapatkan hasil daya yang optimal. Permukaan panel surya juga dapat sejajar dengan arah datangnya matahari dilihat dari titik jatuh bayangan pada *shading bar*.

### 3.2.5. Desain Pengambilan Data

Terdapat beberapa parameter yang dapat digunakan dalam penelitian ini. Detail dari proses pengambilan hasil data dapat seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.1 berikut ini. Parameter berfungsi sebagai penjabaran desain pengambilan data.

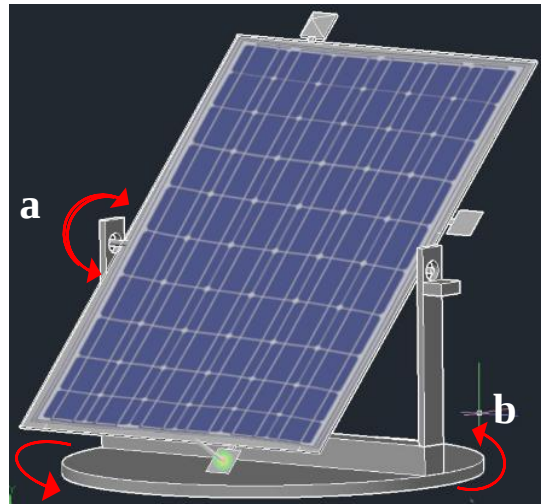
Tabel 3.1 Desain Eksperimen Pengambilan Data

| Desain         | Parameter                    | Deskripsi                                    |
|----------------|------------------------------|----------------------------------------------|
| Lingkungan     | Waktu                        | 06:00 s.d. 18:00 WIB                         |
|                | Tempat pengambilan           | Kampus FT UNTIRTA                            |
|                | Suhu lokal                   | 24 s.d. 32°C (Cilegon, Indonesia)            |
|                | Suhu panel surya             | Efisien di bawah 25°C                        |
|                | Kondisi cuaca                | Cerah, berawan, hujan                        |
| Subjek         | Radiasi matahari             | Jumlah intensitas radiasi matahari           |
| Alat ukur      | Tang ampere                  | Mengukur arus panel surya                    |
|                | <i>Pyranometer</i>           | Mengukur intensitas radiasi matahari         |
|                | <i>Shading bar</i>           | Mengukur derajat kesalahan sudut             |
| Sistem kendali | Arduino Mega 2560            | Mikrokontroler                               |
|                | Sensor LDR                   | 4 Pcs sensor LDR                             |
|                | Motor <i>stepper</i>         | 2 Pcs motor <i>stepper</i>                   |
|                | <i>Voltage Sensor</i>        | Pendeteksi Tegangan                          |
|                | <i>Real Time Clock</i>       | Penyimpan data waktu secara <i>real time</i> |
|                | <i>Micro SD Card Adapter</i> | Penyimpanan <i>datalogger</i>                |
| Panel surya    | <i>Monocrystalline</i>       | Kapasitas 85 WP                              |

Tabel 3.1 ditunjukkan detail proses eksperimen pengambilan data. Terdapat parameter lingkungan, subjek, alat ukur, sistem kendali, dan parameter pada panel surya tersebut. Pada proses pengambilan data digunakan subjek radiasi matahari dengan pengambilan data pada jumlah intensitas radiasi matahari yang didapatkan.

### 3.3. Prinsip Kerja *Solar Tracking Dual Axis System*.

Berikut ini merupakan prinsip kerja *solar tracking dual axis*. Pada Gambar 3.4. terlihat tampilan tampak atas dan penggambaran prinsip kerja serta penempatan posisi panel surya. Dari prinsip kerja alat diketahui apakah alat dapat bekerja sesuai dengan yang di inginkan, yaitu alat dapat mengikuti pergerakan arah datangnya radiasi matahari. Sehingga mendapatkan hasil efisiensi yang lebih optimal.



Gambar 3.4 Penempatan dan Cara Kerja *Solar tracking dual axis*

Agar didapatkan hasil yang lebih optimal. Adapun cara kerja pada panel surya *solar tracking dual axis* ini seperti yang dapat terlihat seperti pada Gambar 3.4. Merupakan pengembangan pada penelitian yang ada pada sebelumnya, yaitu sebagai berikut.

1. Pada *point* (a) merupakan koordinat *axis* pertama dengan arah putaran mengikuti sumbu *altitude* yang dapat berputar  $90^\circ$ .
2. Pada *point* (b) merupakan koordinat *axis* kedua dengan arah putaran mengikuti sumbu *azimuth* yang dapat berputar  $360^\circ$

### 3.4. Komponen Penelitian

Komponen penelitian yang digunakan pada alat sebagai penunjang terhadap penelitian. Komponen penelitian terbagi menjadi dua, yaitu *hardware* dan *software*. Pada Tabel 3.2 merupakan komponen yang digunakan pada penelitian panel surya *solar tracking dual axis*. Diharapkan dengan komponen yang digunakan dapat menunjang dan mengoptimalkan kerja pada alat yang dibuat.

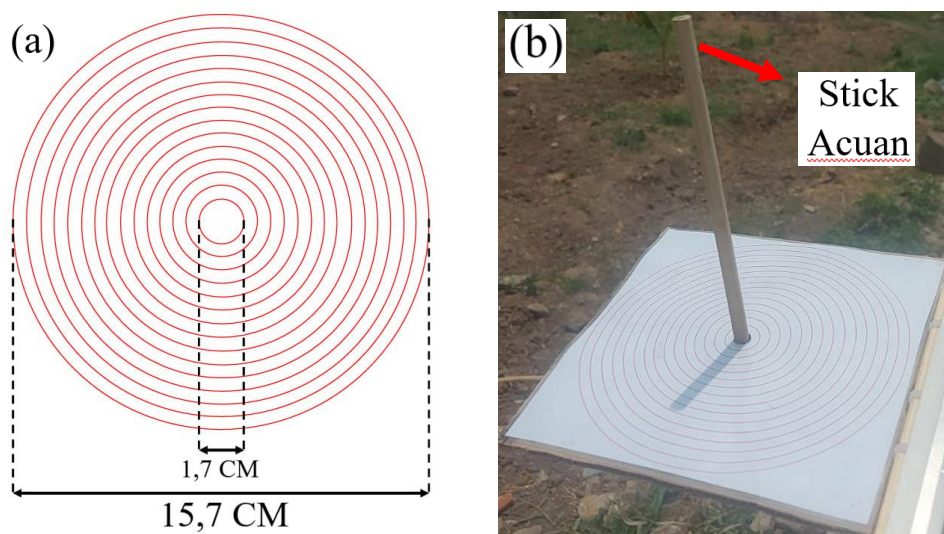
Tabel 3.2 Komponen Penelitian

| No | Hardware                              | Software           |
|----|---------------------------------------|--------------------|
| 1  | Micro SD card adaptor                 | MatLab             |
| 2  | Power supply 24 Volt 15A              | Arduino IDE        |
| 3  | Arduino Mega 2560                     | Microsoft Visio    |
| 4  | Driver motor stepper YS-DIV268N-5A    | Fritzing           |
| 5  | Motor stepper Nema 23                 | AutoCAD-Solidworks |
| 6  | Voltage sensor                        |                    |
| 7  | Sensor RTC DS3231                     |                    |
| 8  | Sensor MPU6050                        |                    |
| 9  | Sensor HMC5883L                       |                    |
| 10 | Pyranometer                           |                    |
| 11 | Sensor Light Dependent Resistor (LDR) |                    |

Pada Tabel 3.2 merupakan komponen utama dalam penelitian alat. Komponen penunjang diharapkan dapat memaksimalkan kerja pada *solar tracking dual axis* agar dapat bekerja sesuai yang diinginkan dan optimal. Komponen-komponen penunjang ini memaksimalkan data yang didapatkan pada penelitian.

### 3.5. Shading bar

*Shading bar* merupakan kumpulan bar lingkaran. Berfungsi mengukur tingkat akurasi permukaan panel surya terhadap matahari, dilihat dari titik jatuh bayangan pada *shading bar*. Karena perbedaan sudut derajat pergerakan matahari tiap jamnya  $15^\circ$ , maka dilakukan pengukuran gerak semu tahunan matahari dengan tinggi *stick* acuan 15cm pada jam 11:00, 12:00, dan 13:00 WIB kondisi cuaca terik. Penggambaran *shading bar* dapat terlihat pada Gambar 3.5 berikut.



Gambar 3.5 Penggambaran *Shading bar*; (a) Ukuran Lingkaran, (b) Contoh *Shading bar*

Gambar 3.5 merupakan ukuran lingkaran dan contoh *shading bar*. Dari pengukuran didapati perbedaan panjang titik jatuh bayangan pada setiap jamnya 15,7 cm. Ukuran *shading bar* dilebihkan 0,7 cm dikarenakan diameter pada *stick* acuan tersebut 0,7 cm. 1 cm diameter lingkaran merepresentasikan 0,5° kesalahan sudut. Adanya *shading bar* dapat terlihat apakah panel surya *solar tracking dual axis* dapat pekerja sesuai yang diinginkan atau tidak.

### 3.6. Spesifikasi Panel Surya

Pada penelitian ini menggunakan panel surya berjenis *half-cut* fleksibel *monocrystalline*. Berkapasitas daya maksimal sebesar 85 W. Pada spesifikasi dan *nameplate* panel surya dapat dilihat pada Tabel 3.3, dan Gambar E.7. Pada panel surya yang digunakan juga sudah dilakukan pengujian dengan intensitas radiasi matahari 1000 W/m<sup>2</sup>, sesuai *nameplate* keadaan STC (*Standard Test Condition*).

Tabel 3.3 Spesifikasi Panel Surya

| No | Spesifikasi                        | <i>Monocrystalline</i> |
|----|------------------------------------|------------------------|
| 1  | Model                              | DFSP-85M               |
| 2  | Luas panel surya (m <sup>2</sup> ) | 0,45 m <sup>2</sup>    |
| 3  | Voc (V)                            | 22,5 V                 |
| 4  | Isc (A)                            | 4,97 A                 |
| 5  | Vmp (V)                            | 18 V                   |
| 6  | Imp (A)                            | 4,72 A                 |
| 7  | Pmax (Wp)                          | 85W ± 3%               |
| 8  | Effisiensi (%)                     | 22%                    |
| 9  | Nominal Operating Cell Temp (NOCT) | -45°C s.d. 80°C        |

Pada Tabel 3.3 dapat terlihat penelitian menggunakan panel surya fleksibel karena panel surya fleksibel memiliki bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan panel surya rigid. Meskipun efisien dari panel surya fleksibel ini sering dikatakan kurang bagus, tetapi panel surya fleksibel yang digunakan pada penelitian ini berjenis *half-cut* yang merupakan teknologi perkembangan terbaru pada panel surya. Dapat juga dijabarkan untuk *technical* parameter panel surya pada Lampiran E Gambar E.7.