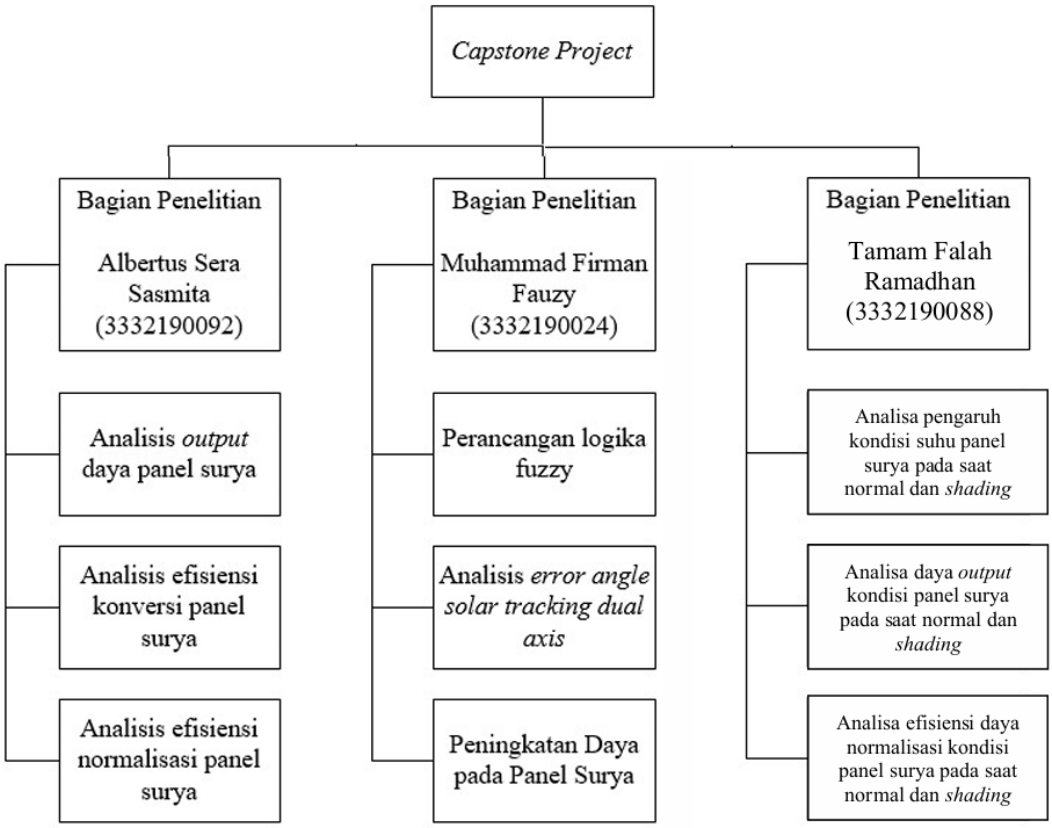
BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metodologi Penelitian

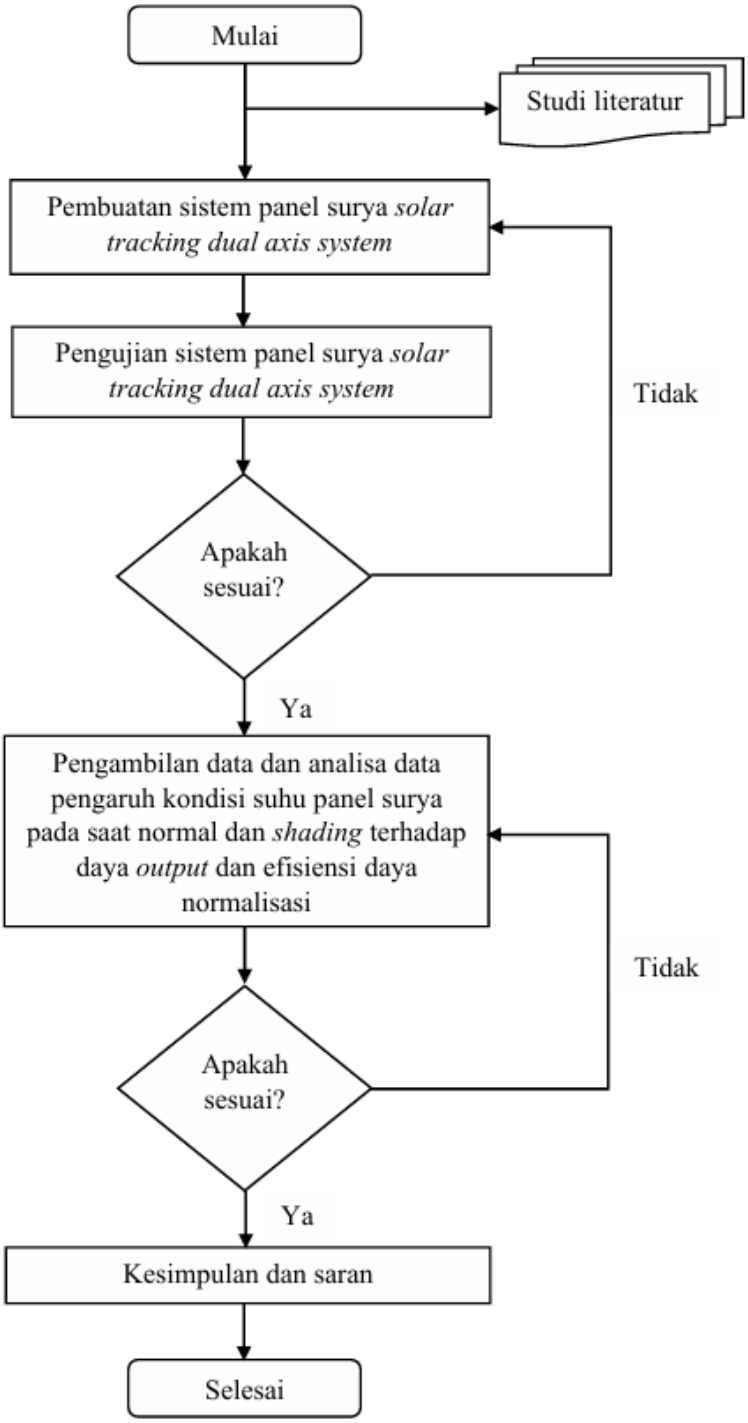
Pada bagian metodologi penelitian ini terdapat beberapa tahapan untuk mendapatkan hasil pada penelitian yang dilakukan. Pada Gambar 3.1 merupakan diagram *capstone project* pada panel surya *solar tracking dual axis system* dengan masing-masing penelitian yang berbeda-beda, yaitu sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram pembagian penelitian pada *capstone project*

Pada penelitian ini penulis yaitu Tamam Falah Ramadhan pada *capstone project* ini melakukan penelitian dengan melakukan analisa pada parameter suhu panel surya dan suhu *solar protection film* sebagai representasi *shading*, analisa hasil daya *output* serta analisa hasil efisiensi daya normalisasi pada panel surya *solar tracking dual axis system* pada saat kondisi panel surya normal atau tidak terkena *shading* dan terkena *shading*.

Pada Gambar 3.2 merupakan diagram blok alur penelitian yang dilakukan oleh penulis, yaitu sebagai berikut:



Gambar 3.2 Diagram blok penelitian

Pada penelitian ini berdasarkan beberapa tahapan penelitian yang tertera pada Gambar 3.2 dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Studi Literatur

Pada bagian studi literatur ini memiliki tujuan yaitu menemukan suatu informasi mengenai *shading* yang terjadi pada panel surya. Pada penelitian panel surya yang digunakan yaitu panel surya *solar tracking system dual system* yang pada pergerakannya yaitu menggunakan motor *stepper.* Pada sistem pendeteksian pergerakan arah matahari pada panel surya ini menggunakan sistem sersor pelacak yaitu sensor *Light Dependent Resistor* (LDR). Pada keseluruhan rangkaian komponen yang terhubung pada panel surya ini dikendalikan oleh komponen mikrokontroler yaitu arduino mega.

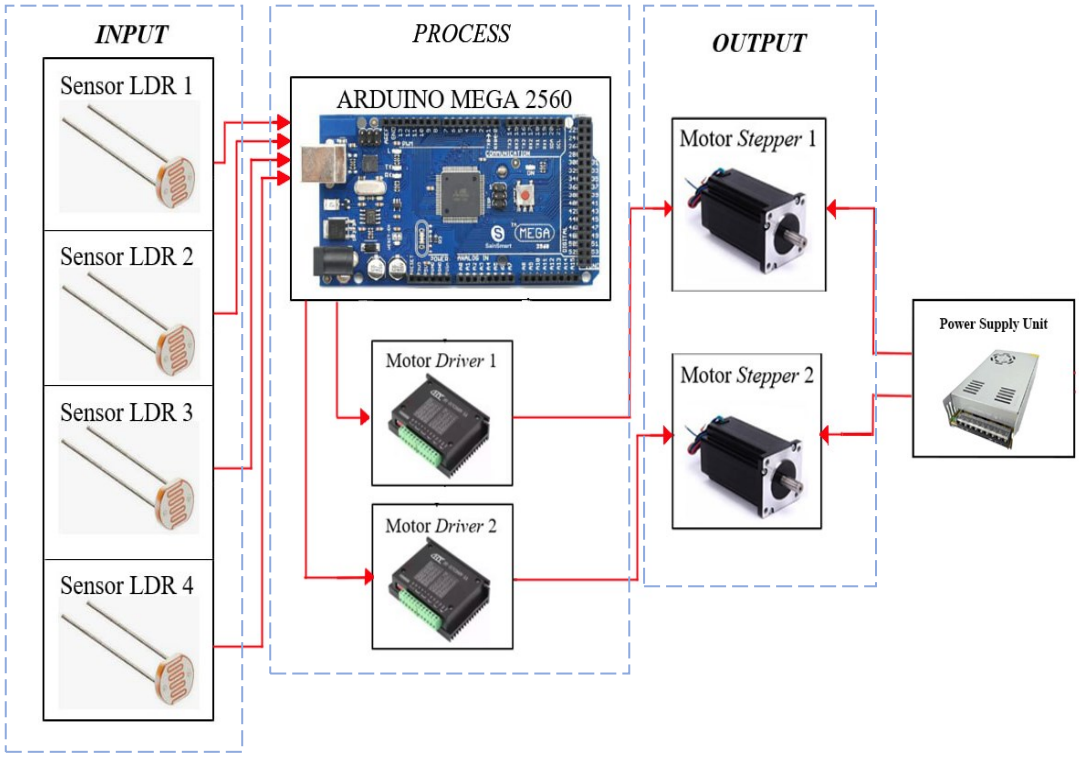
2. Pembuatan panel surya *solar tracking dual axis system*

Pada pembuatan sistem panel surya *solar tracking dual axis system* ini memiliki tujuan yaitu untuk membuat keseluruhan sistem. Pada bagian ini terdapat beberapa tahapan mulai dari perancangan model, perakitan model, hingga pembuatan sistem pengendalian serta pergerakan pada panel surya tersebut. Pada bagian ini merupakan bagian penting dikarenakan pada bagian ini merupakan tahap pembuatan alat yang akan digunakan pada penelitian ini.

Tahap perancangan hal yang dilakukan yaitu merancang beberapa komponen serta bagian pada panel surya. Perancangan dimulai dengan melakukan desain model panel surya dengan menggunakan *software* AutoCAD, dalam tahap desain dilakukan penggambaran kerangka serta beberapa komponen yang akan digunakan. Pada sketsa model panel surya dapat dilihat pada Gambar 3.4 dan Gambar 3.5.

Perakitan model dilakukan yaitu melakukan pembuatan serta pemasangan pada setiap kerangka serta beberapa komponen lainya. Pemasangan dilakukan dengan cara menghubungkan kerangka menjadi satu bagian model, setelah beberapa kerangka telah terhubung menjadi satu menjadi kerangka dasar modul panel surya maka kerangka tersebut dapat dipasangkan panel surya. Setelah tahap perakitan sudah selesai maka dilanjutkan pada tahap pembuatan sistem pengendalian.

Pada sistem pengendalian ini bekerja dengan sistem yang terhubung pada komponennya, yaitu arduino mega 2560, sensor *Light Dependent Resistor* (LDR), *driver* motor, serta motor *stepper*. Pada pengendalian panel surya ini berguna agar panel surya dapat mengikuti pergerakan matahari agar mendapatkan intensitas sinar dari matahari dengan maksimal serta lebih terarah. Pada Gambar 3.3 merupakan sistem kendali pada panel surya.



Gambar 3.3 Sistem kendali panel surya

3. Pengujian panel surya *solar tracking* sistem *dual axis*

Pada bagian pengujian panel surya *solar tracking* sistem *dual axis* ini memiliki tujuan yaitu untuk memastikan bahwa panel surya yang telah dibuat bekerja dengan baik, mulai dari rangka model sampai sistem kendalinya dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Pada pengujian panel surya *solar tracking* sistem *dual axis* ini dilakukan tepat di area lahan terbuka Fakultas Teknik UNTIRTA pada pukul 06.00 sampai 18.00 dalam waktu 21 hari. Data yang diambil pada pengujian panel surya ini merupakan efek pengaruh *shading* pada pada efisiensi panel surya 85 WP dengan sistem *solar tracking dual axis*.

4. Pengambilan data pada kondisi normal dan *shading*

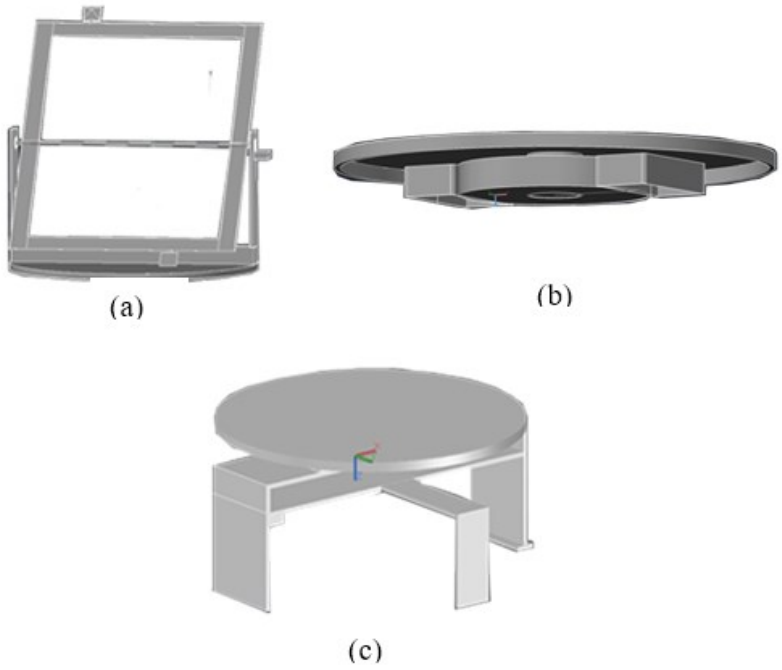
Pada bagian pengambilan data pada kondisi normal dan *shading* ini memiliki tujuan yaitu untuk mendapatkan hasil dari penelitian yang dilakukan. Pengambilan data dilakukan secara langsung melalui pengamatan pada panel surya *solar tracking* sistem *dual axis*. Pada penelitian ini terdapat detail pengambilan data Penelitian yang terdapat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Desain Eksperimen Pengambilan Data

Desain	Parameter	Deskripsi
Lingkungan	Waktu	06.00 sampai 18.00
	Temperatur Lokal	28℃ sampai 33℃ (Cilegon, Indonesia)
	Tempat Pengambilan	Area lahan terbuka FT UNTIRTA
Subjek	Cahaya matahari	Jumlah intensitas matahari
	Shading	*Solar protection film* 20%, 40%, 60%, 80%, 100%
Sistem kendali	Arduino Mega	Pengendali pada motor *stepper* serta sensor LDR
	Sensor LDR	4 buah LDR
	Motor *stepper*	2 buah motor
	Driver Motor	2 buah
Panel surya	*monolycrystalline*	Kapasitas 85 WP
Alat ukur	Pyranometer	Pengukur intensitas iradiasi matahari
	Digital Clamp Multimeter	Pengukur arus dan tegangan listrik
	Thermogun	Pengukur suhu

3.2. Desain Model *Solar Tracking Dual Axis System*

Pada pembuatan panel surya *solar tracking dual axis system* diawali dengan pembuatan gambar serta perencanaan dengan menggukanan aplikasi perangkat lunak berbasis komputer yaitu AutoCAD solidworks. Perencanaan dilakukan pada bagian seluruh komponen panel surya dimulai dari rangka panel surya, rangka bawah dasar panel surya, serta beberapa komponen alat ukur pendukung yang terhubung dengan panel surya seperti sensor LDR, pyranometer, dan *shading bar*. Pada Gambar 3.4 dan Gambar 3.5 merupakan beberapa bagian gambar desain model panel surya *solar tracking dual axis system*.



Gambar 3.4 Sketsa dasar panel surya, (a) Sketsa atas, (b) Sketsa wadah bawah, (c) Sketsa kaki penopang

Gambar 3.5 Desain panel surya *solar tracking dual axis system*

3.3. Komponen Alat Penelitian

Pada bagian komponen alat ini merupakan beberapa komponen pendukung pada penelitian yang dilakukan ini. Pada bagian komponen alat ini memiliki fungsi dan jenis yang berbeda pada bagiannya. Berikut merupakan komponen alat pada Tabel 3.2.

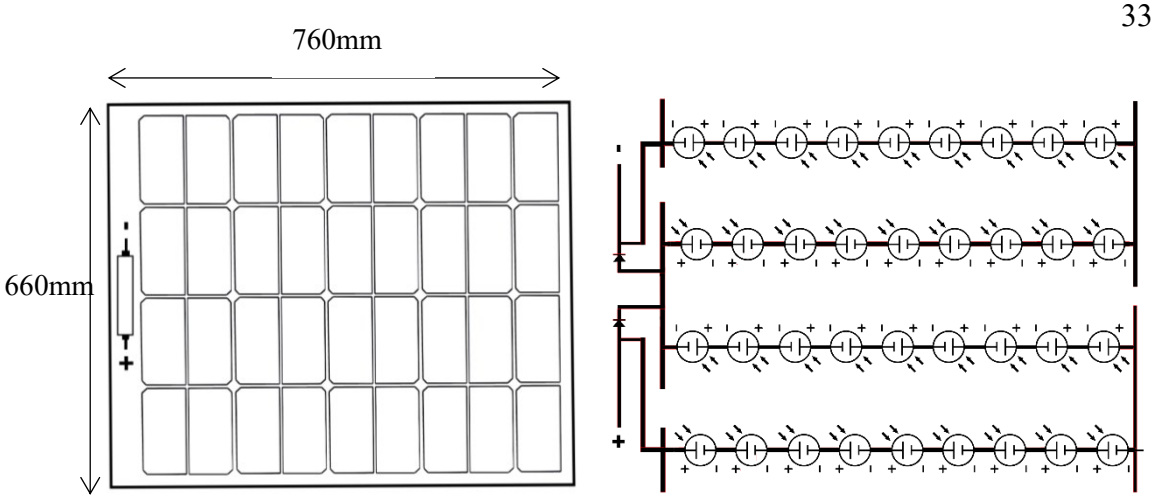
Tabel 3.2 Komponen alat penelitian

Jenis Komponen	Nama Komponen
Hardware	Motor stepper Nema 23
	Driver motor stepper YS-DIV268N-5A
	Power supply 24 Volt 15A
	Arduino Mega 2560
	Sensor Light Dependent Resistor (LDR)
	Pyranometer
Software	AutoCAD

3.4. Spesifikasi Modul Panel Surya

Pada panel surya yang digunakan pada penelitian ini merupakan panel surya *monocristaline* dengan kapasitas daya 85 WP. Panel surya ini merupakan panel surya fleksibel yang sesuai dengan penggunaan penelitian ini. Berikut merupakan spesifikasi modul panel surya.

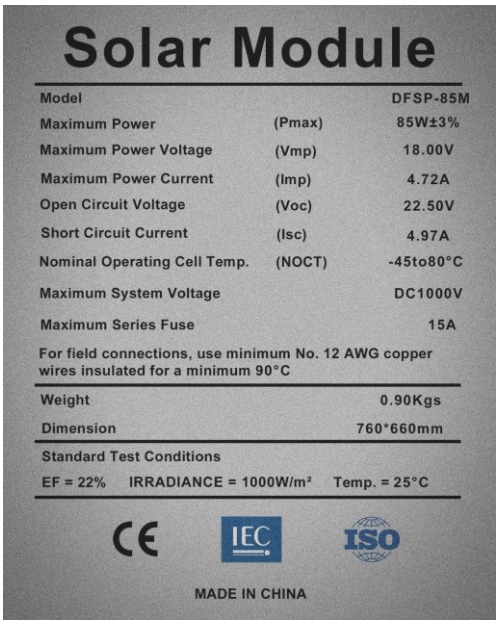
Gambar 3.6 Panel surya *monocristaline* 85 WP



Gambar 3.7 Stuktur panel surya *monocristaline* 85 WP, (a) Struktur susunan sel, (b) Struktur *wiring* antar sel

Tabel 3.3 Spesifikasi modul panel surya 85 WP

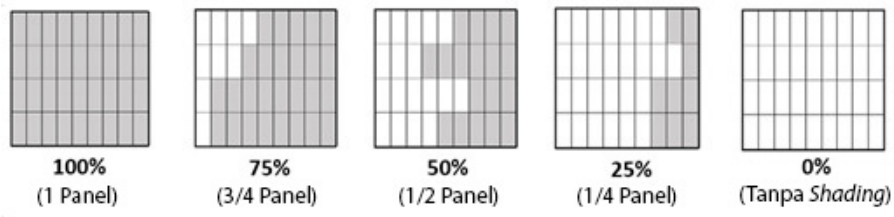
No	Spesifikasi	Keterangan
1	Model	DFSP-85
2	Berat	0,9 Kg
3	Luas	0,45 m^2
4	Voc	22,5 V
5	Isc	4,97 A
6	Vmp	18 V
7	Imp	4,72 A
8	Pmax	85W ± 3%
9	Efisiensi	22%
10	*Nominal Operating Cell Temp.* (NOCT)	-45℃ s.d. 80℃



Gambar 3.8 Spesifikasi pada *nameplate* modul surya 85 WP

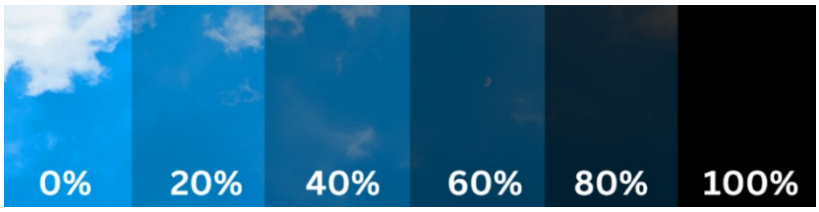
3.5. Metode Pengambilan Data

Penelitian yang dilakukan ini terdapat beberapa varibel data diantaranya suhu panel surya, daya *output* serta efisiensi daya normalisasi, dari beberapa variabel tersebut kemudian dilakukan pengamatan pada panel surya *solar tracking dual axis system* untuk mengetahui seberapa besar penggunaan *solar protection film* sebagai representasi *shading* mempengaruhi kondisi serta *output* dari panel surya *solar tracking dual axis system*. Pengambilan data hasil *output* panel surya dilakukan dengan mengambil daya *output*, dan efisiensi daya normalisasi pada panel surya dalam kondisi normal dan *shading* yang di dapat dari hasil kalkulasi dengan menggunakan Persamaan (2.1) dan Persamaan (2.2). Pada kondisi *partial shading* ini pengambilan data penelitian ini yaitu dengan menggunakan *solar protection film* yang ditempelkan pada permukaan panel surya dengan tingkat kegelapan yang berbeda pada setiap posisi. Berikut merupakan variabel yang digunakan pada penelitian ini yang terlihat pada Gambar 3.9 dan Gambar 3.10.



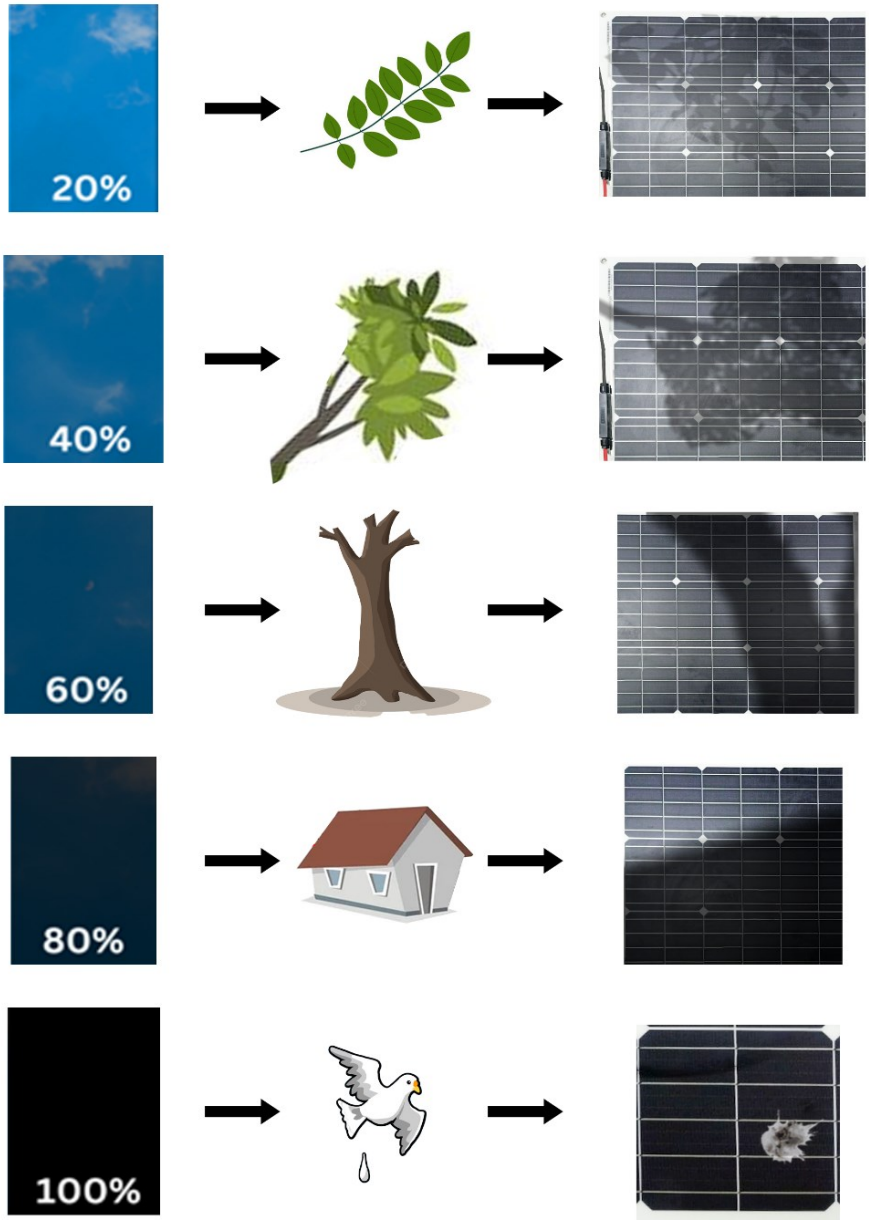
Gambar 3.9 Variasi kondisi penutupan panel surya

Pada Gambar 3.8 terdapat beberapa kondisi penutupan panel surya pada saat keadaan normal dan *shading*, kondisi panel surya diketahui dengan nilai persentase dengan Perhitungan (A.1) pada Lampiran A. Nilai persentase ini merupakan besar bagian panel surya yang tertutup *shading* dengan kondisi petutupan yang berbeda sesuai dengan *shading* asli yang terjadi. Variasi penutupan panel surya keadaan normal yaitu 0% saat keadaan *shading* yaitu 25%, 50%, 75%, dan 100%. Berikut variasi tingkat kegelapan kaca film penelitian ini pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Variasi tingkat kegelapan kaca film

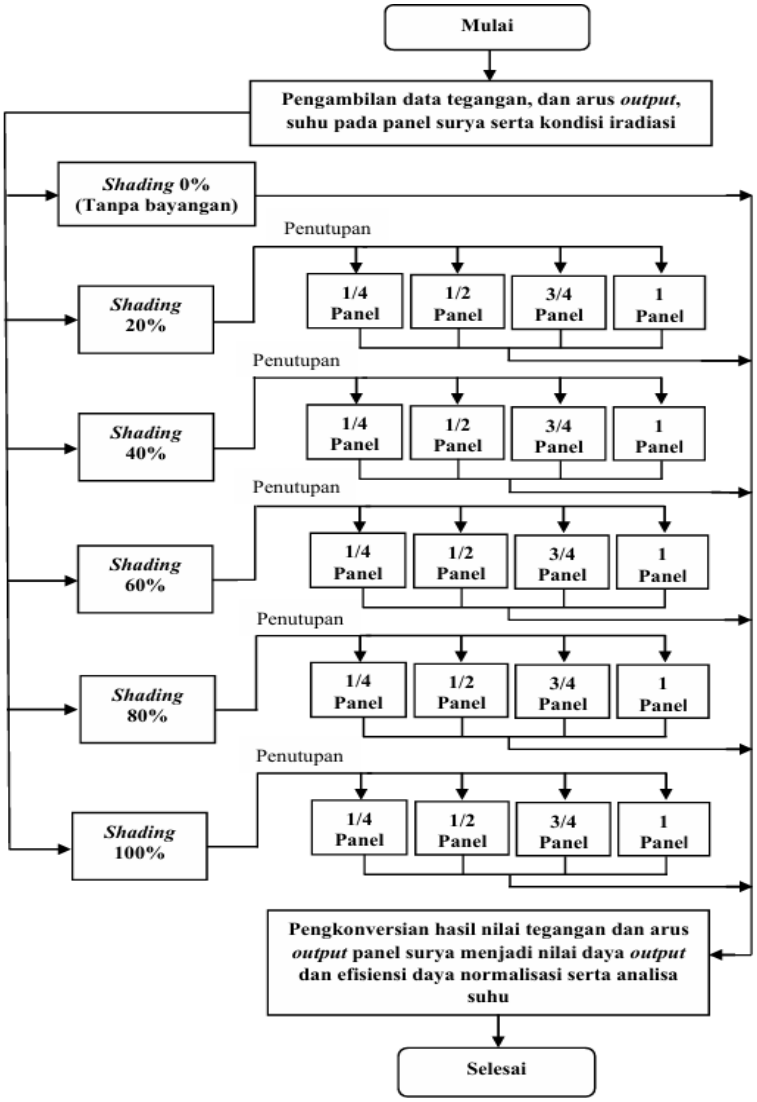
Pada Gambar 3.10 merupakan variasi tingkat kegelapan kaca film yang diketahui dengan nilai persentase. Nilai persentase pada kaca film tersebut merupakan tingkat nilai kegelapan, semakin besar nilai persentasenya maka semakin gelap. Tingkat variasi kegelapan yang digunakan yaitu 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100% sedangkan pada persentase 0% merupakan keadaan pada saat kondisi tidak ada *shading* atau normal.



Gambar 3.11 Klasifikasi kegelapan *Shading* pada panel surya

Pada *shading* cahaya matahari yang tertutup oleh suatu objek seperti dahan dedaunan pohon atau pun bangunan serta kotoran yang menempel pada panel surya dapat menyebabkan *shading*. Dari berbagai shading tersebut terdapat perbedaan kegelapan jika dilihat secara langsung dengan mata seperti pada Gambar 2.9 terlihat bahwa *shading* pada panel yang disebabkan oleh dahan dedaunan pohon tidak segelap *shading* yang disebabkan oleh bangunan serta *shading* utuh yang disebabkan oleh kotoran yang menempel langsung pada permukaan panel itu sendiri. Pada *shading* yang terjadi panel surya memiliki kegelapan yang berbeda dan juga posisi penutupan yang berbeda tergantung dari objek yang menghalanginya akan tetapi dari *shading* tersebut tidak ada pengkategorian dari tingkat kegelapan serta posisi penutupannya.

Pada penelitian ini maka untuk merepresentasikan agar dapat mendekati hal tersebut dapat diterapkan melalui *solar protection film* dengan tingkat variasi kegelapan seperti pada Gambar 3.11 merupakan bentuk pengklasifikasian tingkat kegelapan *shading* yang terjadi pada panel surya yaitu transparansi kegelapan 20% sebagai representasi *shading* dari daun pohon yang tipis, transparansi kegelapan 40% sebagai representasi *shading* dari dahan pohon yang rindang, transparansi kegelapan 60% sebagai representasi *shading* dari batang pohon yang tebal, dan transparansi kegelapan 80% sebagai representasi *shading* dari objek bangunan rumah yang padat dan kokoh serta pada bagian *shading* dengan tingkat transparansi kegelapan 100% disebabkan oleh kotoran burung yang menempel atau menghalangi panel surya. Serta untuk pengkategorian posisi penutupan dilakukan dengan penggolongan penutupan panel dengan *shading* menutupi panel sebesar ¼ panel, ½ panel, ¾ panel, dan 1 panel. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan metode pengkategorian *shading* dengan mengamati hasil *output*-nya seperti tegangan dan arus serta kondisi suhu permukaan panel setiap bagiannya beserta iradiasi pada setiap jam, kemudian hasil *output*-nya seperti tegangan dan arus dikalkulasikan dengan menggunakan Persamaan (2.1) dan Persamaan (2.2) untuk mengetahui seberapa besar pengaruh setiap tingkatan kegelapan serta penutupan *shading* terhadap daya *output* dan efisiensi daya normalisasi yang dihasilkan oleh panel surya *solar tracking dual axis system*. Pada Gambar 3.12 merupakan diagram blok alur pengambilan data pada peneltian yang dilakukan, yaitu sebagai berikut:



Gambar 3.12 Diagram blok pengambilan data

Pengukuran suhu dilakukan dengan mengukur setiap bagian panel surya yang terkena *shading* dan yang tidak terkena *shading*. Pada pengamatan suhu dilakukan dua pengukuran yaitu pengukuran suhu panel atau pengukuran suhu pada permukaan panel surya yang tidak tertutup *shading* dengan *solar protection film* serta suhu kaca film atau suhu pada permukaan panel yang tertutupi oleh *solar protection film*, pengamatan suhu ini bertujuan untuk menganalisis apakah *shading* dapat mempengaruhi penurunan suhu dan hasil daya *output* dan efisiensi daya normalisasi panel surya dengan iradiasi yang didapat dengan dilakukan perbandingan suhu panel dan suhu kaca film yang didapat, serta mengamati seberapa besar pengaruh yang terjadi pada hasil *output* akibat dampak dari perubahan suhu.