

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Alur Penelitian

Bab ini menerangkan urutan langkah-langkah yang dilakukan untuk membuat *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) berbasis algoritma *Artificial Bee Colony* (ABC) menggunakan cuk *converter*. Secara umum konfigurasi sistem ini mendapat *input* dari iradiasi matahari dan suhu lingkungan yang menyebabkan panel surya dapat bekerja. *output* dari panel surya diubah oleh cuk *converter* agar dapat menyesuaikan dengan beban resistif. Nilai *duty cycle* pada cuk *converter* diatur berdasarkan tegangan dan arus panel surya yang dikendalikan oleh MPPT berbasis algoritma ABC agar mendapatkan daya maksimum panel surya. Penelitian dimulai dengan mencari referensi terkait data yang digunakan pada penelitian, data panel surya, data cuk *converter*, algoritma logika ABC dan sistem MPPT secara keseluruhan. Referensi yang didapat digunakan untuk membantu dalam pelaksanaan penelitian.

Menentukan parameter *input* pada panel surya terdiri dari 2 variabel yaitu iradiasi matahari dan suhu, dalam kondisi standar pengujian panel surya iradiasi matahari yang digunakan adalah  $1000 \text{ W/m}^2$  dan pada suhu  $25^\circ\text{C}$  Penelitian ini dilakukan pengujian dengan iradiasi matahari dan suhu yang variatif. Pemodelan panel surya dilakukan dalam *software* Matlab R2020a. Pemodelan panel surya yang dilakukan adalah menentukan panel surya yang digunakan pada perancangan sistem MPPT secara keseluruhan. Penentuan panel surya bergantung pada kapasitas yang digunakan untuk selanjutnya menjadi acuan pada komponen lainnya. Melakukan perhitungan matematis untuk menentukan nilai yang digunakan pada setiap komponen di dalam cuk *converter*.

Perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan rumusan dari bab sebelumnya. Algoritma ABC yang digunakan sebagai algoritma sistem MPPT. Menggabungkan keseluruhan model menjadi sistem MPPT secara keseluruhan untuk kemudian dilakukan tahap pengujian model keseluruhan yang sudah dibuat sebelumnya. Melakukan pengujian pada sistem MPPT keseluruhan dengan memberikan nilai *input* yang telah ditentukan sebelumnya, mengamati dan

memeriksa bila terjadi adanya kesalahan ataupun kekeliruan sehingga tidak mendapatkan hasil yang tidak sesuai.

### 3.2 Identifikasi Masalah

Titik *Maximum Power Point* (MPP) yang tidak sesuai dengan kondisi matahari dan banyaknya faktor luar yang menyebabkan tidak optimalnya keluaran fotovoltaiik pada panel surya membuat pengeluaran biaya untuk merangkai fotovoltaiik sangat besar. Algoritma *Artificial Bee Colony* (ABC) adalah algoritma *metahauristic* yang terbaru pada beberapa tahun terakhir ini yang mengacu pada karakter lebah pencari nektar. *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) adalah metode pengoptimalan *output* panel surya dengan menggabungkan sebuah *converter* dan metode algoritma.

MPPT ABC merupakan pengoptimalan *output* panel surya yang menggabungkan antara *converter* dengan metode algoritma ABC, dalam *converter* terdapat beberapa rangkaian yang harus disesuaikan nilainya dengan keluaran daya ( $P$ ) pada panel surya. Algoritma ABC membaca *duty cycle* yang digunakan dalam *converter* agar tetap dalam posisi yang optimal menyesuaikan titik pencahayaan pada matahari. Sehingga satu kesatuan MPPT dapat bekerja maksimal dan menghasilkan *output P* pada panel surya yang optimal.

### 3.3 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian optimasi panel surya menggunakan *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) berbasis *Artificial Bee Colony* (ABC) menggunakan beberapa instrumen yang penting dan harus diperhatikan dalam pengujiannya. Hal ini disebabkan karena beberapa *software* yang digunakan memiliki kapasitas memori yang besar, sehingga perangkat keras yang digunakan harus dapat menyokong perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

#### 3.3.1 Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini yaitu meliputi satu unit laptop dengan spesifikasi intel core i5 dengan RAM 6 GB, Penggunaan laptop

sebagai alat untuk menggunakan aplikasi Matlab yang telah terpasang di dalam laptop, dan juga digunakan untuk *software* lainnya seperti Microsoft Office.

### 3.3.2 Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini yaitu meliputi:

1. Perangkat lunak Matlab sebagai perangkat lunak utama dalam perancangan dan perhitungan simulasi penelitian ini yang telah terpasang di unit laptop.
2. Sistem operasi *windows* 10 64bit sebagai media dan pengujian simulasi.
3. Microsoft Office 2019 (Microsoft Excel 2019, Microsoft Word 2019, Microsoft Visio 2019) sebagai pengolah dan perhitungan data serta pembuatan laporan dari hasil simulasi dan perhitungan.

### 3.4 Perancangan Penelitian

Perancangan pada penelitian ini terdiri perancangan algoritma *Artificial Bee Colony* (ABC), perancangan cuk *converter*, dan perancangan *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) secara keseluruhan. Hal ini semua komponen dirancang satu per satu dan diuji untuk mengetahui performa masing-masing komponen. Setelah itu semua komponen dirancang secara keseluruhan dibentuk sehingga menjadi satu kesatuan MPPT. Perancangan algoritma ABC meliputi beberapa step diantaranya yaitu penentuan *Solution Number* (SN), *Maximum Cycle Number* (MCN), *limit*, *Dmin* dan *Dmax* dan semuanya dilingkup dalam operasi ABC.

Rangkaian cuk *converter* juga meliputi rangkaian resistor, induktor, kapasitor, mosfet, dan dioda, semuanya dirangkai sesuai dengan rangkaian cuk *converter* yang tertera pada jurnal. Satu kesatuan MPPT *output* dari panel surya dibaca oleh algoritma ABC sebelum masuk ke dalam rangkaian cuk *converter* untuk menentukan *duty cycle* yang diperlukan pada *converter*, kemudian *duty cycle* yang masuk ke dalam mosfet menghasilkan *output* yang optimal sesuai yang diinginkan.

#### 3.4.1 Data Iradiasi dan Suhu

Penentuan nilai iradiasi matahari dan suhu sebagai *input* panel surya dibagi menjadi 2 jenis data. Data pertama adalah perubahan nilai iradiasi dengan suhu

tetap, data yang kedua adalah perubahan suhu dengan iradiasi tetap. Perbedaan antara kedua data ini bertujuan untuk mengetahui hasil *output* pada panel surya. Data pertama nilai suhu dan iradiasi matahari dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Data Pertama Nilai Suhu dan Iradiasi Matahari

Suhu (°C)	Iradiasi matahari (W/m <sup>2</sup> )
25	800
25	900
25	1000

Berdasarkan Tabel 3.1 menjelaskan data pertama nilai suhu dan iradiasi matahari, yaitu data pertama digunakan dalam pengujian guna mengetahui daya *output* panel surya dalam kondisi perubahan iradiasi matahari dengan suhu yang tetap dengan nilai 25°C sesuai dengan kondisi standar. Data dalam Tabel 3.1 menjadi nilai *input* untuk panel surya saat dilakukan pengujian. Iradiasi matahari yang sebagai *input* dimulai dari yang terkecil yaitu 800 W/m<sup>2</sup> sampai pada paling tinggi pada kondisi standar pengujian panel surya yaitu 1000 W/m<sup>2</sup>. Data kedua nilai suhu dan iradiasi matahari dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Data Kedua Nilai Suhu dan Iradiasi Matahari

Suhu (°C)	Iradiasi matahari (W/m <sup>2</sup> )
23	1000
27	1000
33	1000

Berdasarkan Tabel 3.2 menjelaskan data kedua nilai suhu dan iradiasi matahari digunakan dalam pengujian guna mengetahui daya *output* panel surya dalam kondisi perubahan suhu dengan iradiasi yang tetap dengan nilai 1000 W/m<sup>2</sup> sesuai dengan kondisi standar. Suhu yang dimulai dari 20 °C hingga 30 °C. Data yang berbeda-beda untuk mengetahui karakteristik luaran rangkaian panel surya dari masing-masing percobaan.

Percobaan pertama dipasangkan beban sebesar 9 Ω yang kedua dipasangkan beban sebesar 12 Ω dan yang ketiga dipasangkan beban sebesar 15 Ω, setelah data di atas diuji coba pada rangkaian dengan MPPT dan tanpa MPPT. Hasil dari keduanya dibuat presentase dan dibandingkan efisiensinya. Manakah yang lebih besar efisiensinya rangkaian yang menggunakan MPPT atau rangkaian yang tanpa menggunakan MPPT.

### 3.4.2 Data Panel Surya

Penentuan jenis panel surya berpengaruh pada *output* tegangan dan arus serta daya yang dihasilkan oleh panel surya. Sistem *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) ini menggunakan satu buah modul panel surya *solarland* 200 WP. Panel surya yang digunakan pada skripsi ini menggunakan 1 panel. Parameter modul panel surya dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Parameter Modul Panel Surya

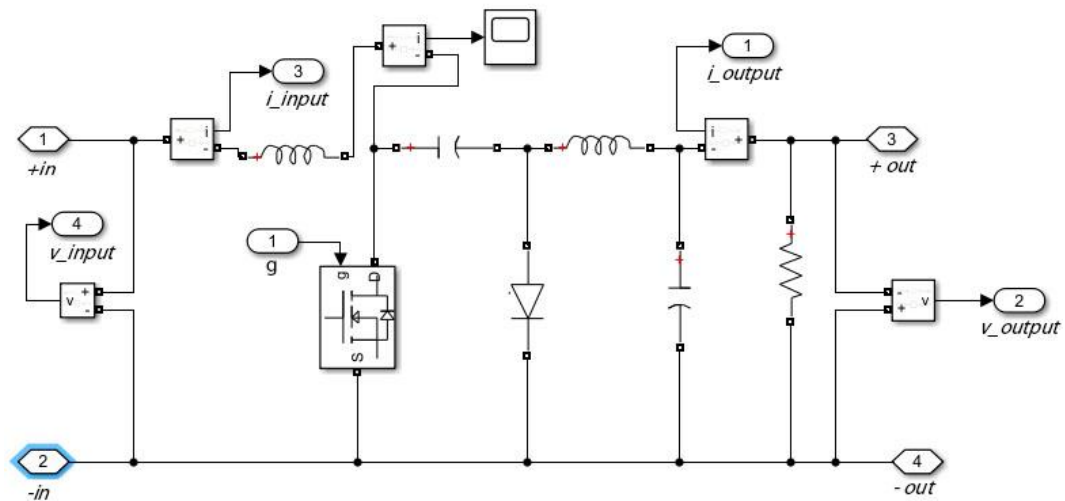
Parameter	Keterangan	Satuan
Merek	<i>Solarland</i>	-
Jenis panel surya	<i>Polycrystalline</i>	-
Daya maksimum ( $P_{max}$ )	200	WP
Tegangan maksimum ( $V_{max}$ )	37,39	V
Arus maksimum ( $I_{max}$ )	5,35	A
<i>Open circuit voltage</i> ( $V_{oc}$ )	45,5	V
<i>Short-circuit current</i> ( $I_{sc}$ )	5,79	A
<i>Cells per module</i>	72	-
<i>Temperature coefficient of Voc</i>	-0,33	(%/deg.C)
<i>Temperature coefficient of Isc</i>	0,05	(%/deg.C)

Berdasarkan Tabel 3.3 menjelaskan parameter modul panel surya, panel surya yang digunakan bermerek *solarland* dengan jenis *polycrystalline* dan memiliki daya maksimum 200 WP, dengan tegangan maksimal 37,39 V dan arus maksimal 5,35 A. Panel surya ini juga memiliki *cells per module* 72, tegangan rangkaian terbuka ( $V_{oc}$ ) 45,5 V dan arus hubung singkat ( $I_{sc}$ ) 5,79 A. Parameter modul surya berpengaruh terhadap nilai komponen cuk *converter*.

### 3.4.3 Data Cuk Converter

Pemodelan cuk *converter* dimulai dengan membuat rangkaian cuk *converter* pada *software* Matlab. Penentuan nilai setiap komponen dilakukan berdasarkan perhitungan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya yaitu pada Persamaan 2.10 hingga 2.13. Rangkaian cuk *converter* terdiri dari 2 buah induktor, 2 buah kapasitor, 1 buah dioda, 1 buah mosfet sebagai pensaklaran dan beban resistif. Keseluruhan komponen dirangkai secara sistematis menjadi rangkaian cuk *converter*. Pemodelan rangkaian cuk *converter* menggunakan *toolbox* series RLC dan blok mosfet yang terdapat pada *library browser* pemodelan. Blok-blok ini

kemudian dirangkai seperti rangkaian ekuivalen cuk *converter*. Rangkaian cuk *converter* dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.1 Rangkaian Cuk Converter

Berdasarkan Gambar 3.2 rangkaian cuk *converter* menggunakan Matlab terdiri dari berbagai macam blok-blok yang digunakan sebagai pengukuran nilai *input* dan *output* yang dihasilkan oleh cuk *converter*, dalam cuk *converter* terdapat parameter yang harus diperhatikan dalam pengujian untuk menyokong hasil penelitian. Analisis pada konverter cuk berdasarkan beberapa asumsi berikut ini:

1. Kedua induktor pada cuk *converter* mempunyai nilai induktansi yang besar untuk menghasilkan arus yang konstan.
2. Kedua kapasitor pada cuk *converter* mempunyai nilai kapasitansi yang cukup besar untuk menghasilkan tegangan keluaran yang konstan.
3. Rangkaian dioperasikan pada kondisi *steady state*, gelombang tegangan dan arus merupakan gelombang periodik.
4. *Duty cycle* ( $D$ ), *switch* tertutup pada waktu  $t_{on}$ ,  $t_{on}$  merupakan perkalian antara *duty cycle* dengan periode ( $T$ ). Periode merupakan waktu yang dibutuhkan untuk membentuk satu gelombang penuh, selanjutnya, *switch* terbuka pada waktu  $t_{off}$ ,  $t_{off}$  merupakan perkalian antara periode dengan hasil kurang antara satu dengan *duty cycle*.
5. Dioda dan *switch* pada rangkaian cuk *converter* merupakan komponen yang ideal. Parameter cuk *converter* dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Parameter Cuk Converter

Parameter	Nilai	Satuan
Tegangan <i>input</i> ( $V_{in}$ )	37,39	V
Tegangan <i>output</i> ( $V_{in}$ )	48	V
Frekuensi (f)	10000	Hz
Faktor <i>ripple</i> tegangan	1	%
<i>Ripple</i> arus masukan	10	%
<i>Ripple</i> arus luaran	11	%

Berdasarkan Tabel 3.4 menjelaskan parameter cuk converter, faktor *ripple* tegangan pada cuk converter didapat nilai 1 % atau sekitar 0,01, dan *ripple* arus masukan pada cuk converter didapat nilai 10 % atau 0,1 kemudian *ripple* arus masukan cuk converter didapat nilai 11% atau sekitar 0,11. Tegangan *input* didapat 39 V karena mengikuti tegangan maksimal pada panel surya, dan tegangan *output* didapat 48 V karena menyesuaikan penggunaan baterai yang kapasitasnya 48 V. Nilai induktor 1 ( $L_1$ ), induktor 2 ( $L_2$ ), kapasitor 1 ( $C_1$ ), kapasitor 2 ( $C_2$ ) yang dibutuhkan pada cuk converter dalam rangkaian ini didapat hasil dari Persamaan (2.10) sampai Persamaan (2.13).  $L_{1min}$  sebesar 0,00393 H untuk  $L_{2min}$  sebesar 0,00458 H untuk  $C_{1min}$  sebesar 0,000274 H dan untuk  $C_{2min}$  sebesar 0,000227 H, perhitungan dapat dilihat pada lampiran A.

Perhitungan di atas untuk kapasitas minimal dari masing-masing rangkaian untuk menghasilkan *output* luaran yang diinginkan, dan juga untuk menjaga supaya rangkaian dalam mode *Continuous Conduction Mode* (CCM) atau biasa disebut modus yang arus induktor ( $I_L$ ) mengalir secara kontinyu, dalam arti tidak pernah mencapai nilai nol. Jika rangkaian tidak dalam mode *Continuous Conduction Mode* (CCM) maka rangkaian akan eror.

#### 3.4.4 Variabel Algoritma *Artificial Bee Colony*

Variabel algoritma ini meliputi *Solution Number* (SN), *Maximum Cycle Number* (MCN), *limit*, *time sampling*,  $D_{min}$  dan  $D_{max}$ . SN adalah jumlah lebah yang digunakan pada penelitian, MCN adalah limit jumlah iterasi pada algoritma *Artificial Bee Colony* (ABC).  $D_{min}$  dan  $D_{max}$  adalah untuk pemilihan *duty cycle* maksimal dan minimal pada algoritma ABC dan *time sampling* adalah waktu yang dibutuhkan pada penelitian. Parameter algoritma ABC dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Parameter Algoritma *Artificial Bee Colony*

Parameter	Nilai
SN	3 <i>Bees</i>
MCN	50 <i>Cycle</i>
$D_{min}$	0,3
$D_{max}$	0,56
<i>Limit</i>	10
<i>Time sampling</i>	10uS

Berdasarkan Tabel 3.5 menjelaskan parameter algoritma ABC, dapat dilihat SN atau lebah yang digunakan dalam percobaan kali ini adalah tiga ekor lebah yakni yang tugasnya masing-masing adalah lebah pekerja, lebah pengamat dan lebah pramuka. MCN yang digunakan adalah 50 *cycle* yang artinya lebah berputar selama 50 kali dalam menentukan makanan yang terbaik dalam 50 kali lebah pramuka mencari sumber makanan, setelah makanan lama tidak dapat ditingkatkan. Lebah pramuka bekerja setiap 50 *cycle* sekali selama 10 kali atau batas *limit*. *Script* algoritma ABC dapat dilihat pada lampiran B.

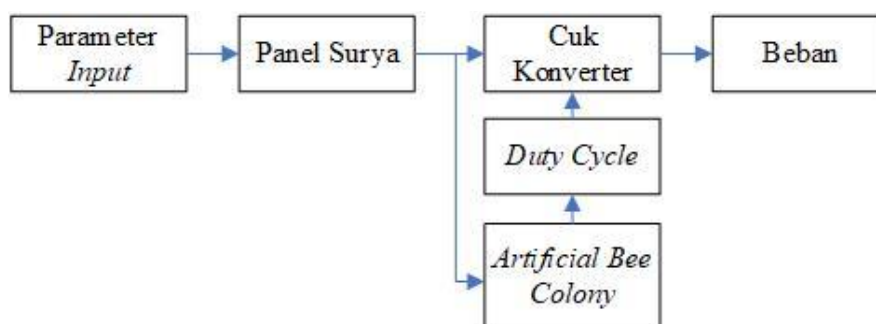
Setelah 10 kali putaran *scout bee* sistem mengulang pada awal *cycle*. Semua lebah mencari solusi terbaik atau makanan terbaik dari *duty cycle* 0,3 hingga 0,56 dapat dilihat di tabel  $D_{min}$   $D_{max}$ . Parameter algoritma ABC di atas adalah parameter yang digunakan untuk penelitian kali ini. Penelitian di beberapa jurnal nasional maupun internasional memiliki parameter algoritma ABC yang berbeda-beda tergantung objek apa yang dioptimalkan.

### 3.4.5 MPPT ABC

*Maximum Power Point Tracking Artificial Bee Colony* (MPPT ABC) merupakan gabungan dari DC-DC *converter* dan algoritma ABC yang dirangkai sedemikian rupa sehingga membentuk satu kesatuan rangkaian yang menghasilkan *output* yang optimal. *Converter* DC pada penelitian ini menggunakan DC *converter* tipe cuk. Panel surya menghasilkan tegangan (V) dan arus (I) sesuai dengan parameter *input*, yaitu nilai iradiasi ( $I_{rr}$ ) dan temperatur (T). *Output* algoritma ABC masih berbentuk nilai *decimal duty cycle*, untuk mengubahnya menjadi sinyal *Pulse Width Modulation* (PWM) maka dibutuhkan blok PWM Generator.



MPPT ABC adalah gabungan dari rangkaian-rangkaian algoritma dan *converter* yang sudah diatur sedemikian hingga melalui perhitungan pada persamaan-persamaan yang dijelaskan pada bab selanjutnya. Parameter data algoritma ABC yang sudah dijelaskan pada penjelasan 3.3.4 variabel algoritma ABC dan perhitungan rangkaian cuk *converter* yang sudah dijelaskan pada penjelasan 3.3.3 maka hasil percobaan menjadi lebih signifikan dibandingkan dengan rangkaian tanpa MPPT. Data-data yang sudah dijelaskan diatas digabungkan menjadi satu kesatuan MPPT. Diagram blok MPPT ABC yang dimodelkan menggunakan *software* Matlab dapat dilihat pada Gambar 3.2.

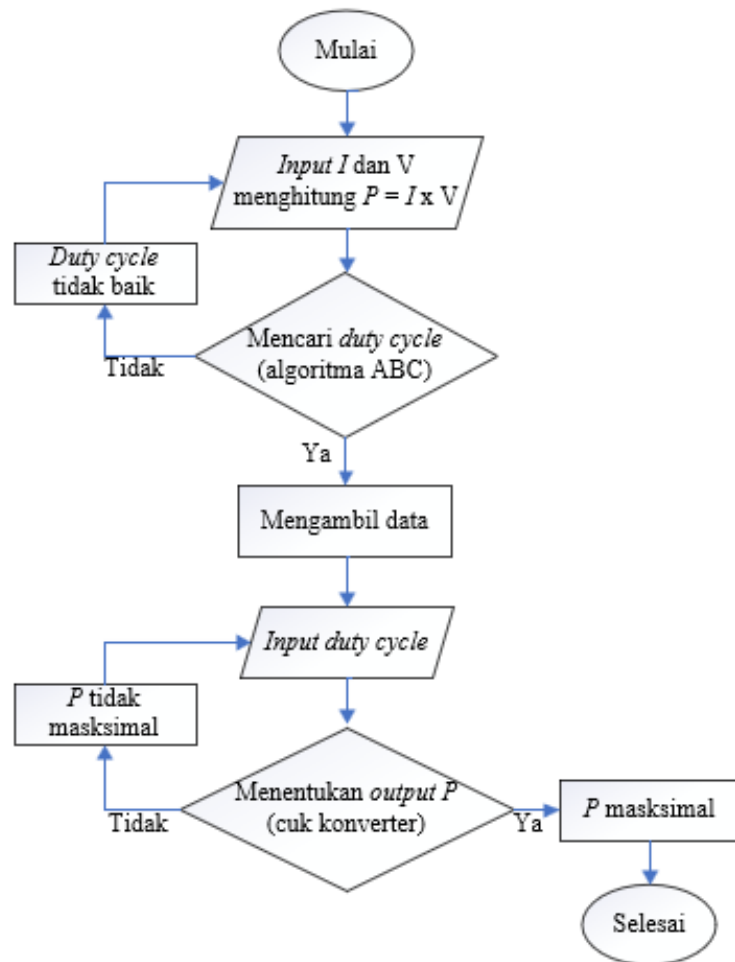


Gambar 3.2 Diagram Blok MPPT ABC

Berdasarkan Gambar 3.3 menjelaskan diagram blok MPPT ABC dimulai parameter *input* berupa iradiasi ( $W/m^2$ ) dan suhu ( $^{\circ}C$ ) masuk ke panel surya dan kemudian nilai voltase ( $V$ ) dan arus ( $I$ ) masukan pada cuk *converter* dibaca oleh algoritma ABC kemudian menghasilkan *duty cycle* yang masuk ke dalam cuk *converter* dan pada cuk *converter* menuju beban. Hasil kali  $V$  dan  $I$  menghasilkan daya ( $P$ ) dari hasil kali ini MPPT membaca seberapa besar nilai *duty cycle* yang baik untuk digunakan dalam rangkaian cuk *converter*, melalui mosfet perubah sinyal *decimal* menjadi sinyal PWM untuk menghasilkan daya yang optimal.

### 3.5 Algoritma Sistem

Algoritma sistem ini menjelaskan bagaimana cara *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) bekerja secara keseluruhan dimulai dari panel surya kemudian algoritma *Artificial Bee Colony* (ABC) dan menuju cuk *converter*. *Flowchart* sistem MPPT dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.3 Flowchart Sistem MPPT

Berdasarkan Gambar 3.3 menjelaskan tentang *flowchart* sistem MPPT dengan data masukan pertama dari panel surya berupa arus ( $I$ ) dan tegangan ( $V$ ) yang kemudian dibaca oleh algoritma ABC dengan mengalikan  $I$  dan  $V$  untuk menghasilkan *duty cycle*. *Duty Cycle* yang baik akan masuk ke dalam *cuk converter* yang kemudian diproses oleh komponen dalam rangkaian untuk menghasilkan daya yang optimal.

### 3.6 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat yang digunakan dalam penelitian dilakukan di kontrakan Alamanda Palm Hills Estate No.5 Lantai 2 Cilegon. Waktu pengerjaan skripsi ini berlangsung dari bulan Mei 2022.