

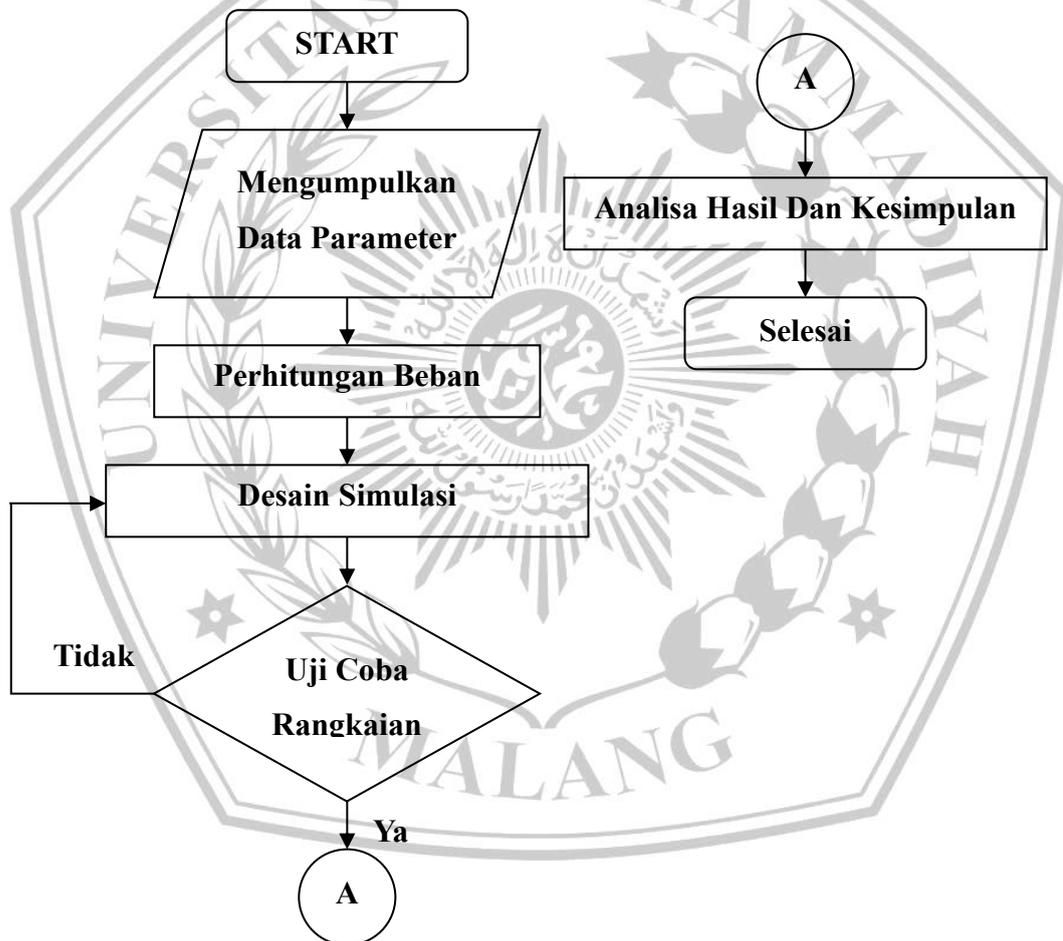
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN DAN SIMULASI

Bab ke tiga ini berisikan tentang langkah-langkah penelitian dimulai dari alur penelitian, pemodelan algoritma MPPT, dan simulasi perangkat lunak (*software*).

3.1 Alur Penelitian

Perancangan MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) pada sistem *Photovoltaic* terbagi menjadi beberapa tahapan sebagai berikut:

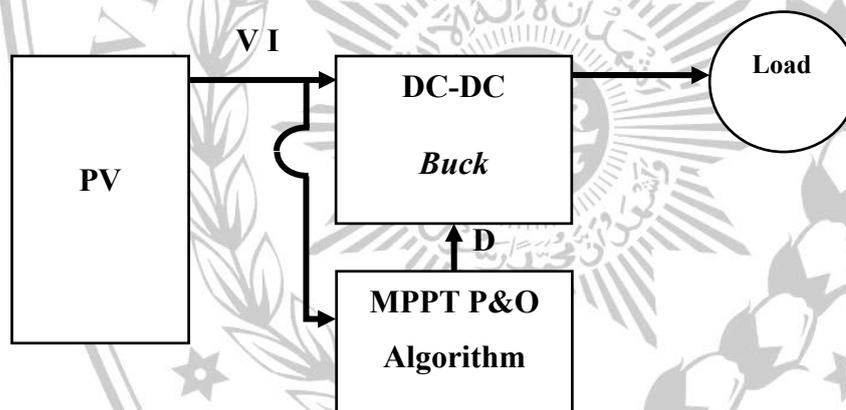


Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian

Pada gambar 3.1 berisikan tahapan penelitian yang akan dilakukan, di mana penelitian diawali dengan mengumpulkan data parameter yang dibutuhkan seperti referensi-referensi terdahulu guna menunjang kelengkapan data penelitian,

dilanjutkan dengan perhitungan beban yang akan digunakan tepatnya mencari spesifikasi pompa yang akan digunakan dalam penelitian, pada tahapan simulasi kita merancang keseluruhan rangkaian meliputi spesifikasi *photovoltaic* yang digunakan, kemudian perancangan konverter, pemberian algoritma P&O dan beban yang digunakan, setelah simulasi sudah tepat dan sesuai, maka tahapan penelitian dilanjutkan dengan membuat alat MPPT sesuai dengan spesifikasi yang sudah disimulasikan. Dilanjutkan dengan proses ujicoba alat apakah alat sudah bekerja sesuai dengan yang telah diharapkan jika tidak maka kita akan mengulang ke proses perancangan alat kembali, namun jika alat berhasil maka kita dapat melanjutkan ke tahapan selanjutnya yaitu memberikan kesimpulan dan menganalisa hasil dari penelitian yang telah dilakukan.

3.2 Perancangan Sistem



Gambar 3. 2 Diagram Blok Desain Sistem PLTS

Berdasarkan blok diagram pemodelan sistem PLTS pada gambar 3.2, terdiri dari panel *Photovoltaic* (PV) yang memiliki fungsi sebagai penangkap radiasi cahaya matahari. Tegangan dan arus pada PV diolah guna mengetahui nilai daya yang dapat diproses oleh PV. MPPT ditambahkan guna melacak titik daya tertinggi dari PV yang keluarannya tidak konstan, dimana daya tersebut disalurkan ke beban melalui DC-DC *buck-converter*. Rangkaian DC-DC *buck-converter* berfungsi sebagai penurun tegangan sebelum masuk ke beban. MPPT berbasis algoritma P&O berguna untuk menghasilkan *Duty Cycle* yang dapat mempengaruhi nilai

keluaran daya supaya hasilnya maksimal. Batrai digunakan sebagai suplai daya darurat jika *photovoltaic* tidak dapat memberikan energi yang optimal terutama pada malam hari.

3.3 Desain Photovoltaic

Pada penelitian yang dilakukan, simulasi *photovoltaic* diaplikasikan pada software PSIM9.0.3.guna mendapatkan nilai spesifikasi yang sesuai antara simulasi dan modul *photovoltaic* yang akan dirangkai. Modul yang digunakan memiliki tipe *monocrystalline* CanadianSolar CS3y-485MS. Berikut tabel 3.1 berisikan detail spesifikasi *photovoltaic* yang akan digunakan.

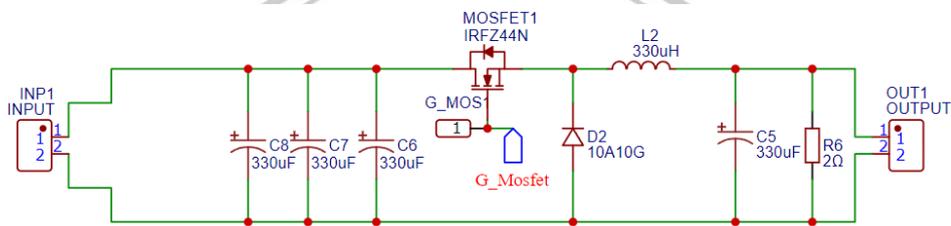
Tabel 3. 1 Parameter Modul Photovoltaic

Model PV CanadianSolar CS3Y-485MS	
Maximum Porwe (W)	485 W
PV Type	Monocrystalline
Open Circuit Voltage Voc (V)	52.9 V
Voltage at maximum porwer point Vmp (V)	44.2 V
Operating Temperature (%/deg.C)	-40°C~85°C
Efficiency (%)	20.6 %
Short-circuit current Isc (A)	11.62 A
Current at maximum power Imp (A)	10.94 A

Mengacu pada datasheet *photovoltaic* diatas, maka kita dapat melakukan perbandingan antara *datasheet photovoltaic* dengan hasil pemodelan sistem yang telah dibuat guna mendapatkan tingkat akurasi yang baik antara pemodelan simulasi dan modul *photovoltaic*. Nilai parameter yang tertera pada *datasheet* merupakan hasil pengukuran dengan penerapan *Standart Test Condition* (STC) atau kondisi ketika nilai *irradiance* yang dihasilkan oleh matahari bernilai 1000/m² dengan suhu pada *photovoltaic* sebesar **25°C**.

3.4 Buck Converter

DC-DC *buck-converter* pada gambar 3.3 [17] merupakan konverter yang memiliki cara kerja yaitu dengan menurunkan tegangan masukan (*input*) sehingga nilai keluaran dari rangkaian akan memiliki nilai yang lebih rendah. Komponen penyusun rangkaian DC-DC *Buck-Converter* antara lain: 1 buah Induktor (L), 4 buah Kapasitor (C), 1 buah Dioda (D), 1 buah Resistor, 1 buah Mosfet yang digunakan sebagai saklar (*switch*).



Gambar 3. 3 DC-DC *Buck-Converter*

Berikut Tabel 3.2 merupakan parameter yang dibutuhkan dalam merangkai komponen pada gambar 3.3, rangkaian *Buck-Converter* tersusun atas saklar, resistor, kapasitor, induktor, dan dioda. Saklar yang dimaksud adalah MOSFET yang memiliki prinsip kerja membuka dan menutup aliran arus berdasarkan sinyal PWM dari kaki gate. Tipe MOSFET yang digunakan dalam penelitian ini adalah tipe N-Channel.

Tabel 3. 2 Parameter Rangkaian Buck-Converter

Parameter	Nilai
V_{in}	44 V
Daya	485 W
Resistor	2Ω
Frekuensi <i>Switching</i> (Fs)	20 kHz
Tegangan <i>Ripple</i>	1 %
Arus Induktor <i>Ripple</i>	10 %

Setelah spesifikasi dari rangkaian *buck-converter* didapatkan maka dapat dilanjutkan dengan melakukan perhitungan pada masing-masing komponen yang akan digunakan. Tahapan perhitungan komponen dapat dimulai dari menghitung tegangan keluaran yang di inginkan, kemudian dilanjutkan ke komponen-komponen yang lain seperti tahap di bawah ini:

- a. Tegangan keluaran rangkaian *buck-converter* saat mencapai daya maksimum:

$$\begin{aligned} V_{out} &= \sqrt{P_{max} \times R} & (3.1) \\ &= \sqrt{485 \text{ W} \times 2 \Omega} \\ &= 31 \text{ V} \end{aligned}$$

- b. Duty Cycle pada saat daya maksimum dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} D &= \frac{V_{out}}{V_{in}} & (3.2) \\ &= \frac{31}{44} \\ &= 0.7 \end{aligned}$$

- c. Arus keluaran saat daya maksimum dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} I_{out} &= \frac{V_{out}}{R} & (3.3) \\ &= \frac{31 \text{ V}}{2 \Omega} \\ &= 15 \text{ A} \end{aligned}$$

- d. Arus ripple inductor bernilai 10%, ΔI_L diasumsikan sama dengan I_{out} sehingga nilai arus *peak-to-peak* inductor diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$\Delta I_L = 0.1 \times I_L \quad (3.4)$$

$$= 0.1 \times 15A$$

$$= 1.5A$$

- e. Nilai inductor dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$L_{min} = \frac{V_{in} D (1 - D)}{\Delta I_L \times f} \quad (3.5)$$

$$= \frac{44V \times 0.7 \times (1 - 0.7)}{1.5 \times 20kHz}$$

$$= 3.08 \times 10^{-4} H$$

$$= 308 \mu H \approx 680 \mu H$$

- f. Tegangan ripple keluaran konverter sebesar 1%, dengan demikian nilai *peak-to-peak* keluaran konverter diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$\Delta V_C = 0.01 \times V_{out} \quad (3.6)$$

$$= 0.01 \times 31 V$$

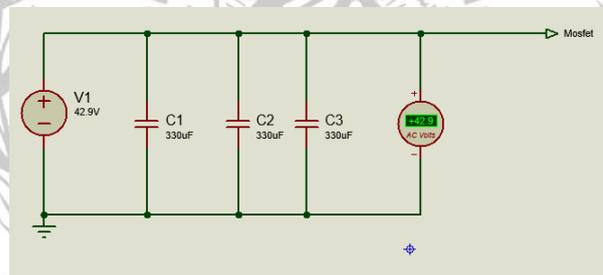
$$= 0.31 V$$

g. Nilai kapasitor dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$\begin{aligned}
 C_{min} &= \frac{V_{in}D(1-D)}{\Delta V_c 8f^2} & (3.7) \\
 &= \frac{44V \times 0.7 \times (1-0.7)}{0.31 \times 8 \times 0.00068 \times 20000^2} \\
 &= 1.73 \times 10^5 F \\
 &= 1.73 \mu F \approx 330 \mu F
 \end{aligned}$$

Nilai kapasitor dibulatkan menjadi 330uF guna menurunkan ripple arus dan tegangan, dengan dibulatkannya nilai kapasitor dilakukan guna menyesuaikan ketersediaan komponen yang ada dipasaran, dengan demikian nilai induktor dan kapasitor yang akan digunakan memiliki nilai sebesar $L = 680$ dan $C = 330 \mu F$.

h. Rangkaian Filter Kapasitif



Gambar 3. 4 Filter Kapasitif Rangkaian Kapasitor Pararel

Input rangkaian *buck-converter* [18] diberikan tiga buah kapasitor yang disusun secara paralel guna mendapatkan nilai kapasitansi yang besar, filter kapasitif menggunakan komponen kapasitor dapat difungsikan sebagai filter untuk tegangan riak, yang terdiri dari tegangan bolak balik yang masih lolos oleh penyearah. [19] Berikut rumus persamaan dari rangkaian filter kapasitor paralel:

$$\begin{aligned}
 C_{total} &= C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n & (3.8) \\
 &= 330 \mu F + 330 \mu F + 330 \mu F \\
 &= 990 \mu F
 \end{aligned}$$

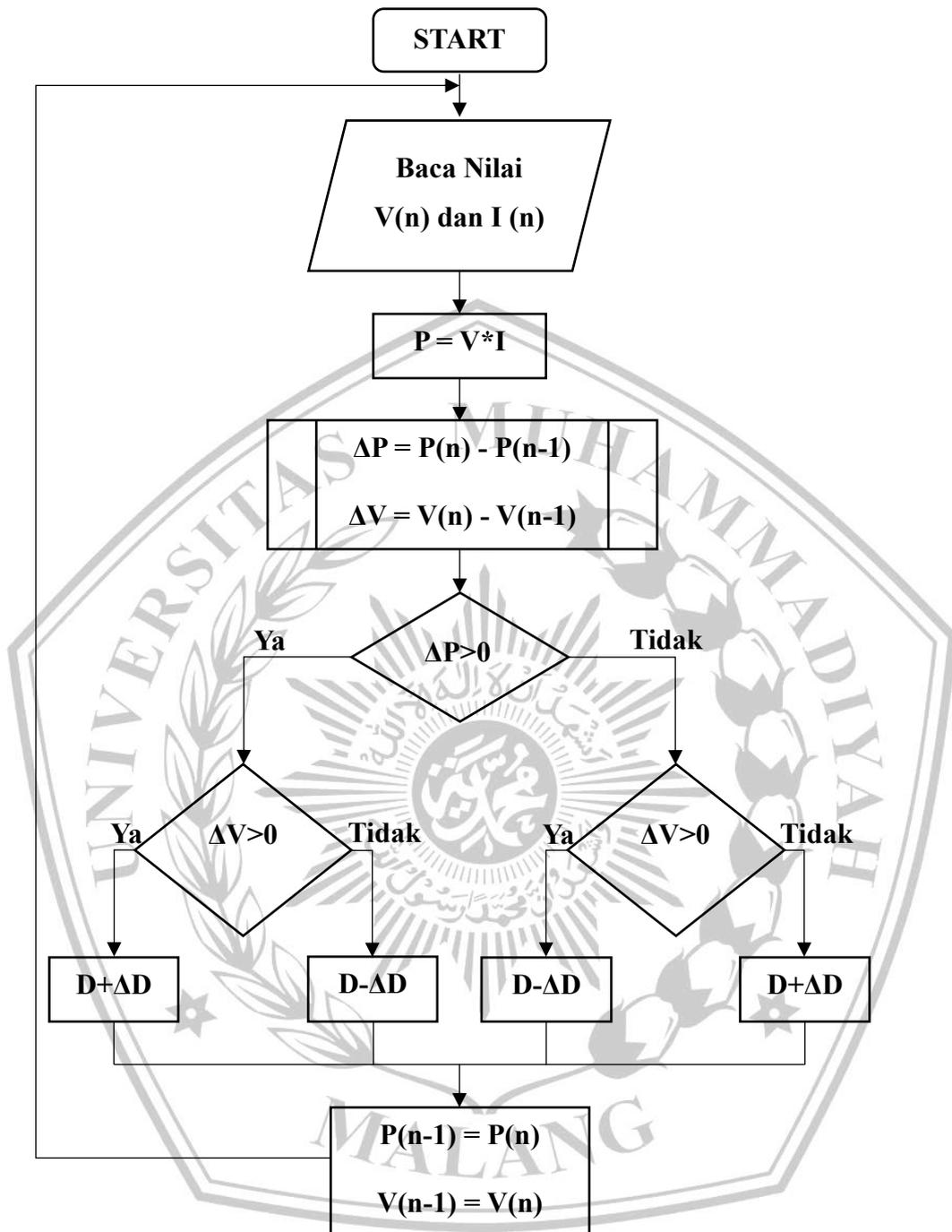
3.5 Algoritma P&O

Penelitian ini menggunakan sistem MPPT berbasis algoritma P&O yang digunakan untuk mencari titik daya maksimum yang dapat disalurkan oleh Solar PV dengan mengubah nilai *dutycycle* untuk mendapatkan nilai Rin konverter, sehingga nilai pada Rin konverter dapat bernilai sama atau mendekati R_{mpp} pada Solar PV. Metode P&O merupakan metode paling sederhana dalam proses pencarian MPP. Namun terdapat kelemahan bahwa metode ini memiliki siklus yang tidak ada hentinya, sehingga sekalipun sudah mendapatkan titik MPP tertinggi metode ini akan terus berusaha mencari.

Proses langkah-langkah algoritma P&O bekerja sebagai berikut;

1. Mulai
2. Membaca nilai tegangan $V(n)$ dan arus $I(n)$
3. Mencari nilai P dengan mengalikan tegangan (V) dan arus (I)
4. Menghitung nilai tegangan ΔV dan ΔP
5. Jika nilai ΔP lebih besar dari 0 maka akan dilanjutkan menghitung nilai ΔV , dan jika $\Delta V > 0$ maka nilai Duty ditambahkan dengan $\Delta Duty$ ($D + \Delta D$), namun jika $\Delta V < 0$ nilai Duty dikurangi dengan $\Delta Duty$ ($D - \Delta D$).
6. Jika nilai ΔP lebih kecil dari 0 maka akan dilanjutkan menghitung nilai ΔV , dan jika $\Delta V > 0$ maka nilai Duty dikurangi dengan $\Delta Duty$ ($D - \Delta D$), namun jika $\Delta V < 0$ nilai Duty ditambahkan dengan $\Delta Duty$ ($D + \Delta D$).
7. Selanjutnya nilai data yang telah di proses maka dikembalikan lagi ke proses baca nilai tegangan dan arus untuk digunakan sebagai nilai parameter daya lama dan tegangan lama.

Sesuai dengan karakteristiknya algoritma P&O akan melakukan perulangan pencarian(perhitungan) secara terus menerus meski sudah mendapatkan nilai daya terbaik. Berikut gambar 3.6 flowchart algoritma P&O.

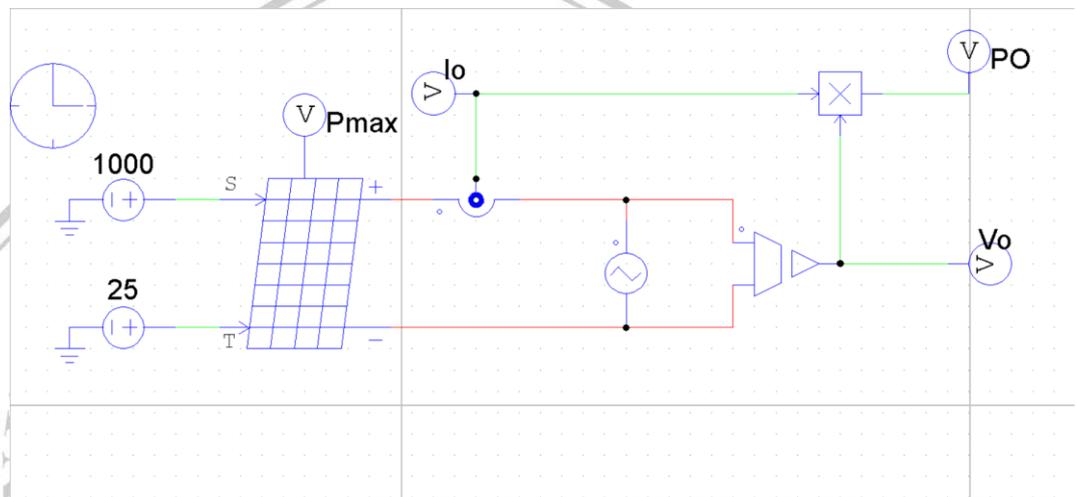


Gambar 3. 5 Flowchart Algoritma Peturb and Observe

3.6 Rancangan Pengujian Sistem

3.6.1 Rancangan Pengujian Karakteristik *Photovoltaic*

Pengujian sistem simulasi [20] memiliki tujuan memastikan seluruh komponen yang digunakan bekerja sesuai dengan yang diharapkan, selain itu dalam proses pengujian kita dapat mengetahui daya maksimal yang dapat dihasilkan oleh PV dengan nilai irradiansi 1000W/m^2 , 800W/m^2 , 600W/m^2 , 400W/m^2 , dan dengan nilai suhu yang konstan sebesar 25°C . Berikut Gambar 3.3 model pengujian karakteristik sistem *photovoltaic*.



Gambar 3. 6 Pemodelan Sistem Karakteristik *Photovoltaic*

Langkah-langkah pemodelan pengujian karakteristik *photovoltaic* sebagai berikut:

1. Memasukkan parameter *photovoltaic* yang digunakan dalam proses penelitian.
2. Memberikan input irradiansi sebesar 1000W/m^2 .
3. Memberikan input suhu sebesar 25°C .
4. Mengatur nilai frekuensi, dutycycle, dan tegangan $V_{\text{peak_to_peak}}$.
5. Hasil keluaran tegangan dan arus *photovoltaic* dibaca menggunakan sensor.
6. Kemudian hasil pembacaan dikalikan guna mengetahui daya keluaran yang dapat dihasilkan oleh *photovoltaic*.

3.6.2 Perancangan Pengujian Efisiensi Sistem Tanpa MPPT

Sebelum melakukan pengujian rangkaian *buck-converter* menggunakan algoritma MPPT kita harus menguji rangkaian *buck-converter* apakah nilai dari

input dan *output* sudah sesuai dengan yang diharapkan, pengujian dilakukan dengan memberikan nilai irradiansi sebesar 1000W/m^2 , 800W/m^2 , 600W/m^2 , dan suhu yang konstan sebesar 25°C .

Rangkaian yang diuji seperti pada lampiran 2 dengan langkah-langkah sebagai berikut

1. Setelah keseluruhan data telah dikumpulkan maka data tersebut diaplikasikan pada simulasi menggunakan *software* PSIM9.0.3
2. Melakukan pengujian terhadap rangkaian buck-converter dengan memberikan sumber berupa PWM.
3. Melakukan Analisa data yang dihasilkan oleh *photovoltaic* berupa arus , tegangan, dan daya pada input dan input.
4. Memberikan kesimpulan terhadap hasil yang didapatkan atas kedua percobaan yang telah dilakukan.

3.6.3 Perancangan Pengujian Efisiensi Sistem Dengan MPPT

Rangkaian yang diuji seperti pada lampiran 2 dengan langkah-langkah sebagai berikut

1. Setelah keseluruhan data telah dikumpulkan maka data tersebut diaplikasikan pada simulasi menggunakan *software* PSIM9.0.3
2. Melakukan pengujian terhadap rangkaian buck-converter dengan memberikan sumber berupa PWM yang dihasilkan oleh MPPT berbasis algoritma Pertub& Observe.
3. Melakukan Analisa data yang dihasilkan oleh *photovoltaic* berupa arus , tegangan, dan daya pada input dan input.
4. Memberikan kesimpulan terhadap hasil yang didapatkan atas kedua percobaan yang telah dilakukan.