

BAB II

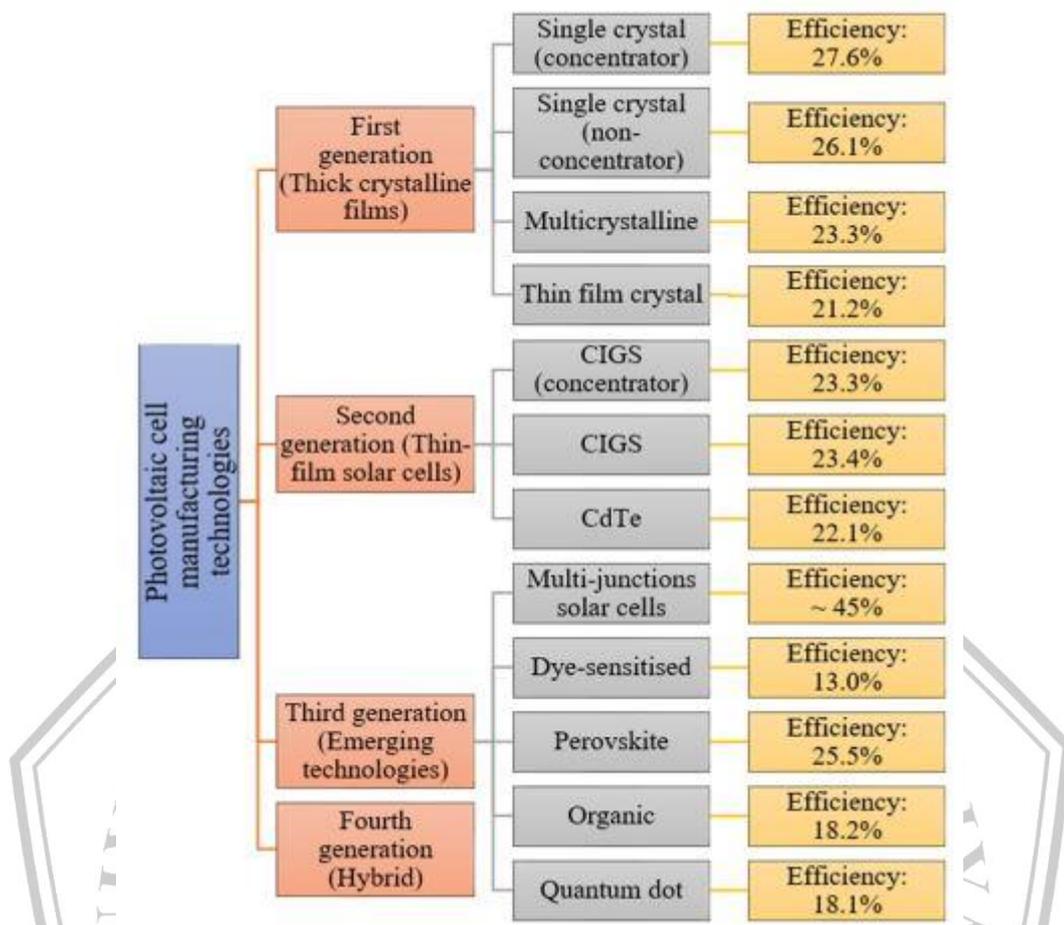
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Studi yang dilaksanakan oleh Sachin Jain, Sumon Dhara, dan Vivek Agarwal, dengan judul “*A Voltage -Zone Based Power Management Scheme with Seamless Power Transfer between PV-Battery for OFF-Grid Stand-alone System*”. Pada penelitian ini merancang sistem *hybrid* kontrol dari PV-Baterai untuk operasi dengan berbagai mode, seperti PV memenuhi kebutuhan beban, PV melakukan *charging* (pengisian) ke baterai, dan baterai melakukan *discharging* (pengosongan) untuk memenuhi kebutuhan beban, dengan harapan kontrol dapat berkerja dengan baik melakukan perpindahan dari mode 1 ke mode 2 dan seterusnya, tanpa adanya fase overlap atau tumpang tindih antara mode 1 dan mode yang lainnya. Dengan menggunakan rangkaian 3 konverter DC-DC, yaitu konverter *boost*, konverter *buck*, konverter *full-bridge*, kontrol MPPT menggunakan algoritma *Perturb and Observe* (P&O).

2.2 Photovoltaic (PV)

Sistem PV adalah sistem yang memanfaatkan matahari sebagai sumber energinya, sumber energi sangat melimpah namun sangat disayangkan masih belum banyak yang memanfaatkannya dengan baik dibandingkan dengan penggunaan energi konvensional [13]. mengalami perkembangan yang cukup pesat dalam beberapa tahun terakhir, banyaknya peminat dan pertimbangan energi terbarukan yang sangat mudah dapat digunakan diberbagai tempat, sumber energi yang tergolong bersih, dan tanpa adanya kebisingan. Hanya saja sistem PV ini sangat bergantung pada cuaca, dan juga mengingat pembangunan awalnya yang tergolong mahal, masih menjadi pertimbangan masyarakat secara individu untuk menggunakan sistem PV, namun energi terbarukan sangat menjanjikan untuk masa depan [14]. PV bekerja menerima dan menyerap radiasi matahari kemudian mengkonversinya menjadi energi listrik melalui proses yang sedemikian rupa [15]. Kategori sel PV berdasarkan generasi ditunjukkan pada gambar 2.1.

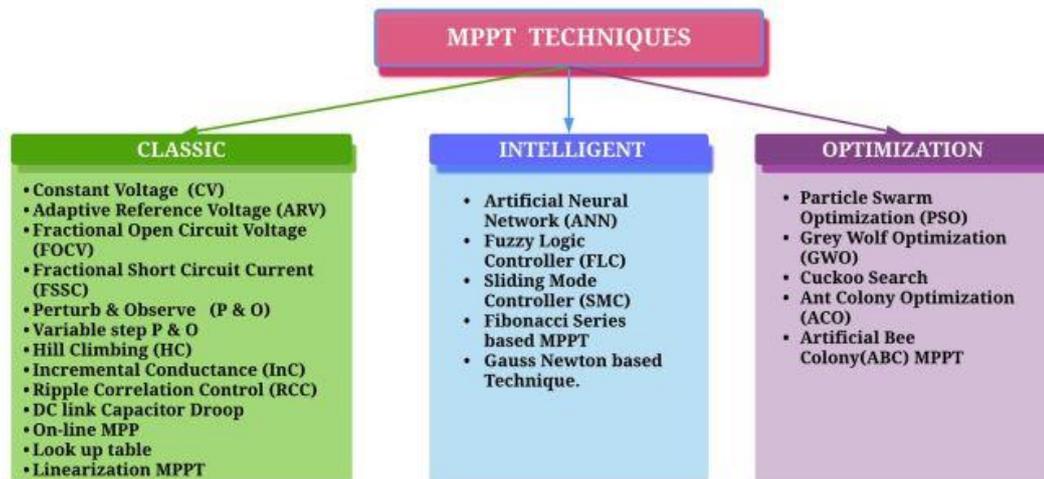


Gambar 2.1 Sel PV berdasarkan Generasi dan Efisiensinya

2.3 *Maximum Power Point Tracking (MPPT)*

MPPT digunakan pertama kalinya adalah untuk pengendalian sistem PV yang berada di luar angkasa, tepatnya pada tahun 1968. Para ahli banyak melakukan riset dan mengembangkan sistem MPPT ini agar dapat meningkatkan performanya dari tingkat keandalannya, efisiensi, kecepatan pelacakan, maupun akurasi [16]. Penambahan MPPT ini berguna agar modul PV mampu mengekstrak daya maksimum yang tersedia. Daya maksimum dapat diekstrak secara maksimum bergantung pada faktor faktor tertentu, seperti suhu lingkungan, maupun radiasi dari sumber energi itu sendiri, yaitu matahari [17]. Sistem kerjanya adalah dengan membandingkan tegangan dan arus oleh PV yang telah ditentukan *Maximum Power Point* -nya. MPPT mengatur beban yang telah ditentukan sejak awal sehingga PV dapat menghasilkan daya yang maksimum.

Tersedia berbagai teknik MPPT yang dapat digunakan dengan klasifikasi berbeda-beda serta efisiensinya yang bermacam-macam [18]. Klasifikasi MPPT ditunjukkan pada gambar 2.2

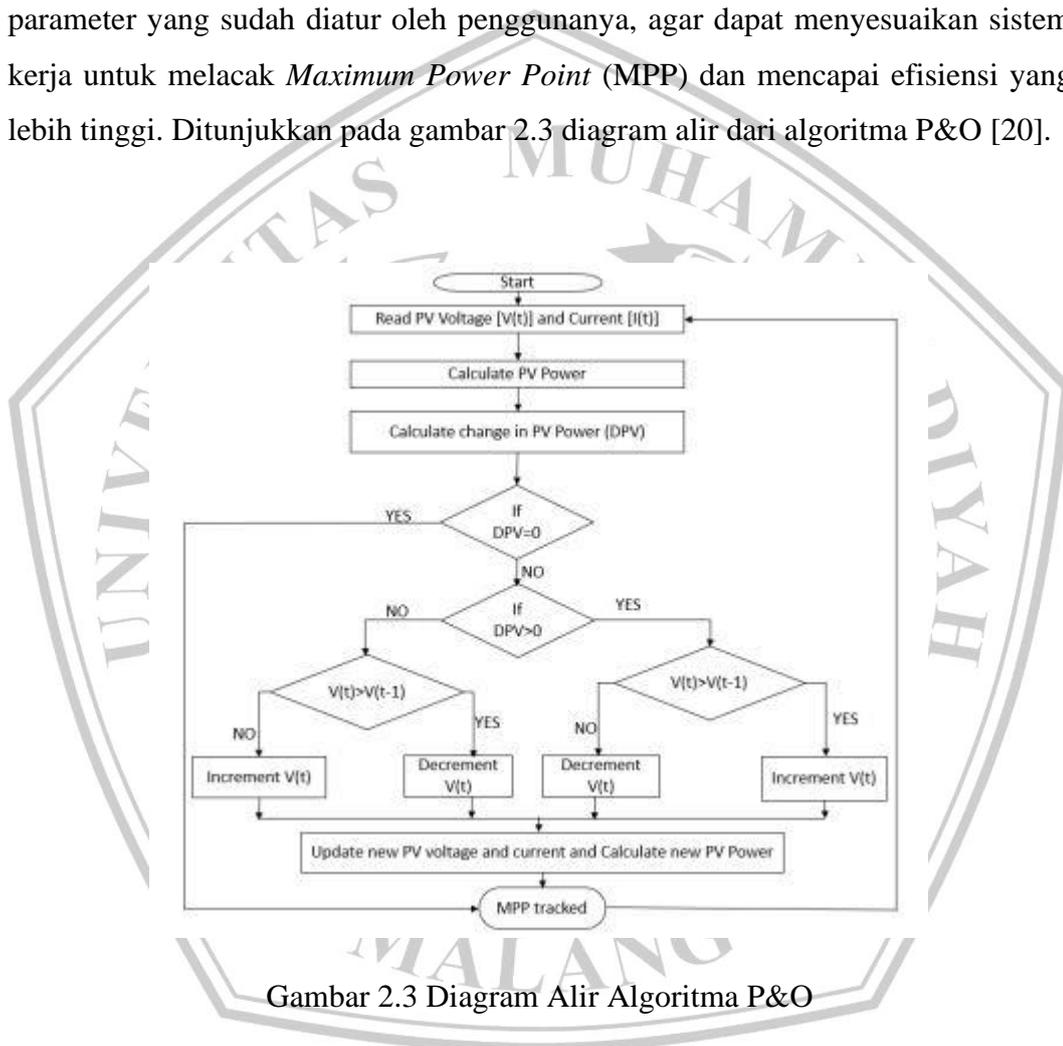


Gambar 2.2 Klasifikasi Teknik MPPT



2.4 Perturb Algorithm and Observe (P&O)

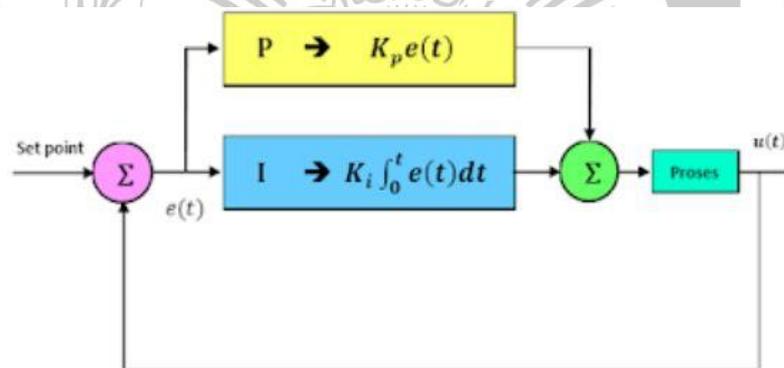
Karena tergolong paling mudah diimplementasikan dan lebih sederhana, algoritma P&O menjadi yang paling sering digunakan oleh para peneliti. [19] Algoritma ini termasuk salah satu teknik dari MPPT yang kegunaannya pada sistem PV adalah agar sistem tersebut dapat menghasilkan daya maksimum. P&O dapat bekerja dengan memanfaatkan tegangan dan arus keluaran dari PV, dan beberapa parameter yang sudah diatur oleh penggunaannya, agar dapat menyesuaikan sistem kerja untuk melacak *Maximum Power Point* (MPP) dan mencapai efisiensi yang lebih tinggi. Ditunjukkan pada gambar 2.3 diagram alir dari algoritma P&O [20].



Gambar 2.3 Diagram Alir Algoritma P&O

2.5 Kontrol *Proportional – Integral* (PI)

Penambahan kontrol PI disini sangat penting, karena berperan agar sistem dapat beroperasi secara terintegrasi dan sistematis, kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan. Pemilihan parameter pada kontrol PI, yaitu KP dan KI menjadi hal yang sangat penting, guna merespon sinyal output sesuai keinginan. Prinsip kerja dari kontrol ini sangat sederhana, dimulai dari membandingkan output dari konverter yang digunakan dengan nilai *set point*, lalu dapat menghasilkan sinyal yang ada di *Pulse Width Modulation* (PWM), kemudian sinyal inilah yang akan menyalakan MOSFET pada konverter tersebut. Duty cycle disini sebagai input dari PWM adalah perbandingan waktu ketika sinyal dalam kondisi ON dan kondisi OFF. PWM memiliki duty cycle yang bervariasi namun frekuensi gelombangnya tetap. Setiap kendali dari pengontrol PI ini memiliki peran masing-masing, kendali P berperan sebagai gain guna mencapai setpoint, dan peran dari kendali I adalah mempercepat respon [21].



Gambar 2.4 Blok Diagram Kontrol PI

Persamaan Kontrol PI :

$$\triangleright m(t) = K_p \left(e(t) + K_i \int_0^t e(t) \right) \quad (1)$$

Keterangan :

$m(t)$: Keluaran pengendalian PI

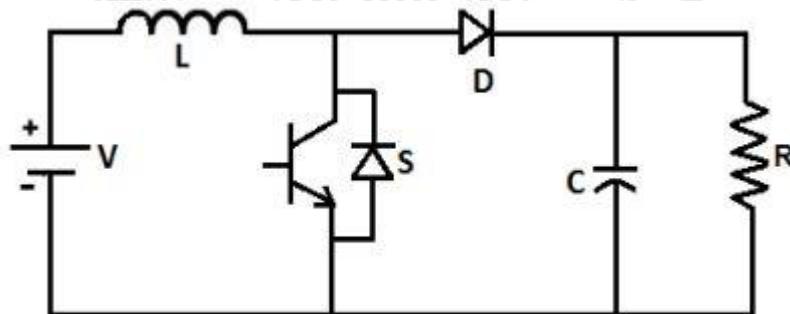
K_p : Penguatan *Proportional*

K_i : Penguatan *Integral*

$e(t)$: Sinyal kesalahan

2.6 *Boost Converter* DC-DC

Konverter peningkat (*Boost Converter*) atau biasa disebut juga konverter *step up* ini sudah banyak diterapkan pada segala bidang elektronika, seperti penggerak motor DC, kendaraan listrik *hybrid*, robotika, jaringan mikro DC, sistem DC tegangan tinggi. Sepertinya halnya panel PV yang memiliki output tegangan tergolong kecil, kemudian menggunakan konverter ini agar dapat meningkatkan tegangannya pada sisi output melalui MPPT. [22] Dalam sistem PV, konverter tersebut dapat digunakan agar dapat memperbaiki masalah utama seperti penguatan tegangan, manajemen kualitas daya, serta tingkat efisiensi.



Gambar 2.5 Skema *Boost Converter*

Parameter *Duty Cycle*, induktansi, dan kapasitor pada *Boost Converter* dapat dihitung menggunakan rumus:

➤ Mencari nilai D dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$D = 1 - \frac{V_{in}}{V_{out}} \quad (2)$$

Keterangan :

D : *Duty Cycle*

V_{in} : Tegangan Masukan

V_{out} : Tegangan Keluaran

➤ Mencari nilai R dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$R = \frac{V_{out}^2}{P_o} \quad (3)$$

Keterangan :

R : Nilai Resistansi

P_o : Daya

➤ Mencari nilai IL dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$I_{L(avg)} = \frac{V_{in}}{(1-D)^2 \times R} \quad (4)$$

Keterangan :

I_L : Arus dari Induktor

➤ Mencari nilai L dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$L = \frac{V_{in} \times D}{\Delta I_L \times F_s} \quad (5)$$

Keterangan :

ΔI_L : Estimasi Riak Arus Induktor

F_s : Frekuensi Switching

➤ Mencari nilai C dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\Delta V_{out} = 0.1\% \times V_{out} \quad (6)$$

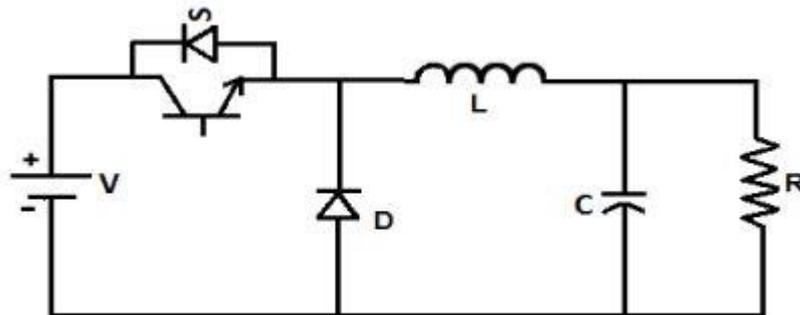
$$C = \frac{D}{R \left(\frac{\Delta V_{out}}{V_{out}} \right) \times F_s} \quad (7)$$

Keterangan :

ΔV_o : Fluktuasi Tegangan Output

2.7 Buck Converter DC-DC

Disebut konverter *step down* karena hasil dari *input* yang diterapkan akan memiliki tegangan *ouput* yang lebih kecil. Sumber tegangan diperoleh dari power supply atau baterai, memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan jenis penurun tegangan yang lain. Terdapat MOSFET pada rangkaian konverter *buck* sebagai saklar yang akan membuka dan menutup rangkaian, sehingga output tegangan akan menyesuaikan dari *duty cycle* yang diatur [23].



Gambar 2.6 Skema *Buck Converter*

Parameter *Duty Cycle*, induktansi, dan kapasitor pada *Buck Converter* dapat dihitung menggunakan rumus:

- Untuk mencari nilai D dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$D = \frac{V_{out}}{V_{in}} \quad (8)$$

Keterangan :

D : *Duty Cycle*

V_{out} : Tegangan Keluaran

V_{in} : Tegangan Masukan

- Untuk mencari nilai R dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$R = \frac{V_{out}^2}{I_o} \quad (9)$$

Keterangan:

R : Nilai Resistansi

I_o : Arus

➤ Untuk mencari nilai IL dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$IL(\text{avg}) = \frac{V_{out}}{R} \quad (10)$$

Keterangan:

IL : Arus dari Induktor

➤ Untuk mencari nilai L dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$L = \frac{V_{out}(1-D)}{\Delta IL \times F_s} \quad (11)$$

Keterangan:

ΔIL : Estimasi Riak Arus Induktor

F_s : Frekuensi Switching

➤ Untuk mencari nilai C dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\Delta v_o = 10\% \times 24 \quad (12)$$

$$C = \frac{1-D}{(8 \times L) \left(\frac{\Delta v_o}{V_{out}} \right) F_{sw}^2} \quad (13)$$

Keterangan :

Δv_o : Fluktuasi Tegangan Output