

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian terdahulu ini akan digunakan sebagai bahan referensi yang akan dikembangkan pada penelitian berikut ini.

Penelitian ini dilakukan oleh Manoranjan Satapathy, Meher Preetam Korukonda, Amir Hussain, dan Laxmidhar Behera, pada tahun 2019 dengan jurnal yang berjudul “A Direct Perturbation based Sensor-free MPPT with DC Bus Voltage Control for a Standalone DC Microgrid”. Penelitian ini menggunakan PV sebagai sumber DC, kemudian dihubungkan ke konverter boost menuju beban DC. Kemudian terdapat baterai yang terhubung dengan konverter buck-boost bidirectional untuk menjaga kestabilan bus DC. Hasil simulasi menunjukkan Ketika sistem diuji dengan perubahan radiasi 1000 W/m^2 menuju 800 W/m^2 pada detik 0 s menuju 0.25 s, bus DC mampu dipertahankan pada nilai 20 V. Begitu juga ketika iradiasi berubah dari 800 W/m^2 menuju 500 W/m^2 pada detik 0.25 menuju 500 W/m^2 , bus DC mampu mempertahankan bus DC di nilai 20 V [11].

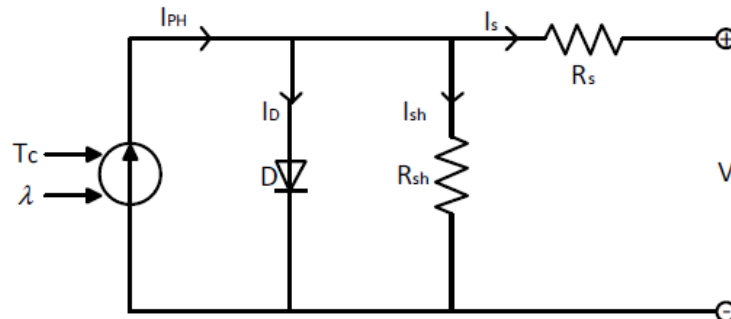
2.2 Teori Dasar

Terdapat beberapa teori dasar yang berhubungan dengan penelitian ini, antara lain:

2.2.1 Photovoltaic Array

PV merupakan alat yang dapat mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. PV sendiri memiliki beberapa manfaat seperti tidak menghasilkan polusi, dan biaya perawatan yang rendah. Akan tetapi PV terpengaruhi oleh beberapa faktor yang mana akan mempengaruhi daya outputnya, yaitu temperatur

dan iradiasi matahari [11], [12]. Berikut adalah gambar rangkaian ekuivalen dari photovoltaic.



Gambar 2.1 Rangkaian Ekuivan Photovoltaic

Dari rangkaian diatas dapat dituliskan dalam persamaan matematika :

$$I = I_g - I_{\text{sat}} \left\{ \exp \left[\frac{q}{AKT} (V + IR_s) \right] - 1 \right\} \quad (1)$$

dimana

I_g = arus yang dihasilkan cahaya

I_{sat} = arus saturasi PV

q = muatan electron

K = nilai konstan Boltzmann

A = faktor idealitas p-n junction

T = temperature PV

R_s = resistansi seri intrinsik dari array PV

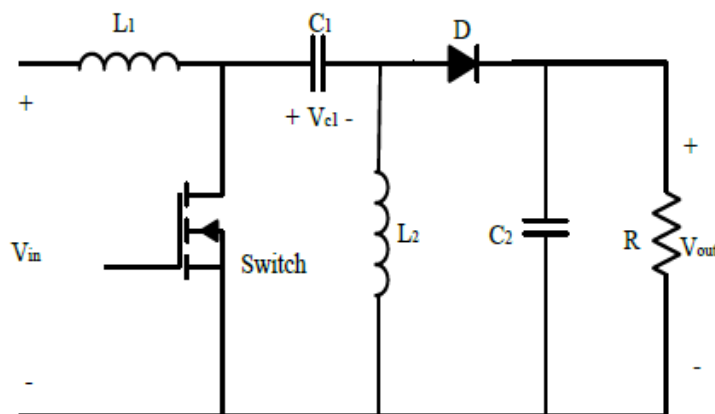
2.2.2 Konverter DC-DC

Photovoltaic mampu merubah energi matahari menjadi energi listrik secara langsung. Untuk mendapatkan daya maksimum pada photovoltaic diperlukan teknik khusus yang disebut MPPT atau yang disebut Maksimum Power Point

Tracking. MPPT akan mengendalikan sebuah komponen yang disebut konverter. Konverter memiliki banyak sekali jenis-jenis, seperti boost, buck, cuk, SEPIC, dll. Masing-masing memiliki karakter tersendiri seperti konverter boost hanya dapat menaikkan tegangan input. Konverter buck hanya dapat menurunkan tegangan input. Konverter Cuk dapat melakukan step up dan step down akan tetapi polaritas output dan input yang berbeda. Konverter SEPIC dapat melakukan step up dan step down , lebih stabil dan memiliki respon cepat daripada konverter Boost [13], [14].

2.2.2.1 Konverter SEPIC

Konverter SEPIC memiliki kemiripan dengan konverter Cuk. Keduanya merupakan konverter fourth order. Perbedaan keduanya terletak pada polaritasnya outputnya. Koverter SEPIC terdiri dari dua induktor, dua kapasitor, 1 switch, dan 1 dioda. Sepic dapat menaikkan dan menurunkan tegangan inputnya.



Gambar 2.2 Rangkaian Konverter Sepic

Untuk mencari nilai komponen dapat menggunakan persamaan berikut :

- *Duty cycle*

$$\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{D}{1 - D}$$

$$\frac{V_o - V_o D}{V_{in}} = D$$

$$V_o = D(V_{in} + V_o)$$

$$D = \frac{V_o}{V_{in} + V_o} \quad (2)$$

Dimana :

D = Duty cycle

V_{in} = Tegangan input

V_{out} = Tegangan output

- *Induktor*

$$L_1 = \frac{V_{in}D}{F_s \Delta I_{L1}} \quad (3)$$

$$L_2 = \frac{V_{in}D}{F_s \Delta I_{L2}} \quad (4)$$

Dimana :

L_1 = Induktor 1

L_2 = Induktor 2

V_{in} = Tegangan input

D = Duty cycle

F_s = Frekuensi switching

ΔI_{L1} = Ripple arus dari induktor 1

ΔI_{L2} = Ripple arus dari induktor 2

- *Kapasitor*

$$C_1 = \frac{V_o D}{F_s \Delta V_{C1} R} \quad (5)$$

$$C_2 = \frac{V_o D}{F_s \Delta V_{C2} R} \quad (6)$$

Dimana :

C_1 = Kapasitor 1

C_2 = Kapasitor 2

V_o = Tegangan output

D = Duty cycle

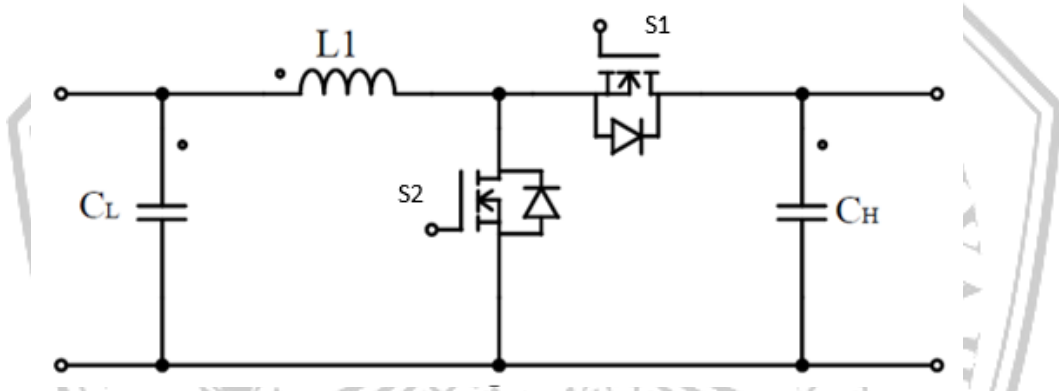
F_s = Frekuensi switching

ΔV_{c1} = Ripple tegangan dari kapasitor 1

ΔV_o = Ripple tegangan dari kapasitor 2

2.2.2.2 Konverter Bidirectional

Konverter bidirectional adalah konverter yang dapat mengalirkan daya dua arah. Konverter ini mampu menaikkan dan menurunkan tegangan inputnya. Konverter ini biasanya digunakan pada baterai agar mampu melakukan charging dan discharging. Dalam mendesain konverter ini, akan dibagi menjadi dua mode, yaitu mode buck dan mode boost.



Gambar 2.3 Rangkaian Konverter Bidirectional

- *Mode boost*
- *Duty cycle*

$$D = \frac{V_o}{V_{in} + V_o} \quad (7)$$

- *Resistor*

$$R = \frac{V_o^2}{P_o} \quad (8)$$

- *Induktor*

$$I_{L(avg)} = \frac{V_{in}}{(1-D)^2 R} \quad (9)$$

$$\Delta I_L = 1\% \times I_{L(avg)} \quad (10)$$

$$L = \frac{D V_{in}}{\Delta I_L f_s} \quad (11)$$

- *Kapasitor*

$$\Delta V_o = 1\% \times V_o \quad (12)$$

$$C = \frac{D}{R \left(\frac{\Delta V_o}{V_o} \right) f_s} \quad (13)$$

- *Mode buck*

- *Duty cycle*

$$D = \frac{V_o}{V_{in}} \quad (14)$$

- *Resistor*

$$R = \frac{V_o}{I_o} \quad (15)$$

- *Induktor*

$$I_{L(avg)} = I_o \quad (16)$$

$$\Delta I_L = 1\% \times I_{L(avg)} \quad (17)$$

$$L = \frac{V_o(1-D)}{\Delta I_L f_s} \quad (18)$$

- *Kapasitor*

$$\Delta V_o = 10\% \times V_o \quad (19)$$

$$C = \frac{(1-D)}{8L \left(\frac{\Delta V_o}{V_o} \right) f_s^2} \quad (20x')$$

2.2.3 Inverter

Inverter mampu mengkonversi tegangan dari input DC menjadi AC. Penggunaan inverter dalam kehidupan sehari-hari sangat penting karena banyak sekali aktivitas masyarakat yang menggunakan peralatan listrik bersumber tegangan AC. Teknologi inverter terus mengalami pengembangan dan perbaikan, salah satunya dari segi bentuk output gelombangnya. Teknologi ini disebut Multilevel Inverter (MLI). Ada tiga topologi sederhana dari multilevel inverter, yaitu cascaded H-bridges, flying capacitor, dan diode clamped. MLI mampu menghasilkan bentuk gelombang berkualitas tinggi dengan tegangan rendah. MLI memiliki keunggulan lebih daripada inverter konvensional sehingga mengurangi kebutuhan filter [15], [16].

2.2.4 Baterai

Baterai digunakan sebagai alat menyimpan energi. Pada sistem PV Grid-Tied, cuaca pada umumnya menyebabkan fluktuasi daya yang besar dan tidak konstan. Hal ini menyebabkan fluktuasi pada tegangan dan frekuensi. Dan juga PV tidak mampu menghasilkan daya pada malam hari. Baterai dapat menjadi solusi dari permasalahan-permasalahan tersebut [17].

2.2.5 On-Grid

Permasalahan-permasalahan yang muncul pada pembangkit listrik tenaga surya atau photovoltaic seperti tidak dapat menghasilkan daya di malam hari, jumlah daya dihasilkan berkurang disaat hujan atau bersalju, terjadinya penurunan kapasitas daya PV hingga 70% disaat munculnya awan di langit. Berdasarkan permasalahan-permasalahan tersebut, penghubungan PV kepada sistem grid lain (On-Grid) dapat menjadi solusinya. Sebelum menghubungkan PV dengan grid, sistem PV perlu untuk memenuhi syarat, seperti kualitas jaringan listrik, kontrol daya aktif, pengaturan tegangan, dan kestabilan frekuensi. Hal ini dilakukan agar memastikan operasi sistem yang aman dan stabil [18].

2.2.6 DC Bus

DC bus pada umumnya menghubungkan semua beban ke sumber dan memiliki nilai tegangan tetap yang harus dikontrol agar nilainya mampu dipertahankan. Nilai DC belum memiliki peraturan sendiri, oleh karena itu nilai tegangannya ditentukan berdasarkan pengalaman para teknisi dengan memperhatikan biaya, keselamatan, dan efisiensinya. Nilainya bervariasi dari 12 V hingga 600 V pada pengaplikasi di perumahan. Kebanyakan penelitian menggunakan 380 V hingga 400 V. Keunggulan menggunakan nilai tegangan yang tinggi yaitu mengurangi rugi-rugi daya [19].

2.2.7 Filter LCL

Filter digunakan pada inverter untuk mengubah sinyal output persegi menjadi bentuk sinusoidal. Ada banyak sekali jenis-jenisnya seperti L, LC, dan LCL. Dari ketiga tersebut, LCL dikenal mampu mengkompensasi THD lebih bagus [20], [21].