

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Microgrid*

Microgrid merupakan sistem grid skala kecil yang dapat bekerja sendiri secara bebas maupun bersama dengan wilayah grid utama [8]. Berdasarkan tegangan dan arus, *microgrid* diidentifikasi menjadi beberapa jenis, yakni: ac, dc, dan hybrid.

a. *AC Microgrid*

Dalam *AC microgrid*, keseluruhan pembangkit dan beban terkoneksi dengan adanya bus ac. Kemudian untuk unit penyimpanan energi perlu adanya inverter ac-dc agar dapat terkoneksi dengan unit pembangkit.

b. *DC Microgrid*

Dalam *DC microgrid*, keseluruhan unit pembangkit, unit penyimpanan energi, dan beban akan langsung terkoneksi dengan bus dc.

c. *Hybrid Microgrid*

Hybrid microgrid merupakan kombinasi dari *AC microgrid* dan *DC microgrid*, yang sistem koneksi menggunakan kedua jenis bus, ac dan dc. Namun untuk koneksi ke masing-masing bus tergantung pada jenis unit pembangkit dan beban.

Dari ketiga jenis *microgrid* tersebut, *DC microgrid* lebih banyak menawarkan beberapa keuntungan, antara lain:

- a. Efisiensi lebih tinggi dan kerugian daya lebih rendah akibat pengurangan beberapa konverter.
- b. Integrasi yang lebih mudah dari unit pembangkitan dc.
- c. Pasokan ke beban dc lebih efisien [3].

2.2 *Arsitektur Centralized Generation and Centralized Storage (CGCS)*

Secara garis besar, dalam *DC microgrid* terdapat dua jenis arsitektur, yakni *Centralized Generation and Centralized Storage (CGCS)* dan *Distributed Generation and Distributed Storage (DGDS)*. Pada sistemnya, arsitektur *CGCS* menempatkan unit pembangkit dan unit penyimpanan dalam posisi sentral dengan

aliran daya searah menuju ke beban melalui bus dc. Dalam prosesnya diperlukan beberapa konverter yang digunakan untuk menaikkan maupun menurunkan tegangan distribusi, antara lain *dc-dc boost converter*, *dc-dc bidirectional converter*, dan *dc-dc buck converter* [2]. Selain itu, penggunaan baterai sebagai unit penyimpanan dan unit pembangkitan dari sumber dc, misalnya panel surya lebih memudahkan dalam proses pengintegrasian dalam DC *microgrid*.

2.2.1 Panel Surya

Dalam *photovoltaic (PV)* atau biasa dikenal panel surya, karakteristik V-I dan P-V yang *non-linier* memerlukan *dc-dc converter* untuk memastikan kondisi *maximum power point tracking (MPPT)*. Dari beberapa metode MPPT, metode *Perturb and Observe (P&O)* dinilai lebih cocok dalam topologi *microgrid* karena desain lebih sederhana dengan karakteristik konvergensi yang lebih cepat.[2]

2.2.2 Baterai

Baterai menjadi solusi penting dalam menyeimbangkan pembangkit khususnya PV ke beban, karena PV memiliki keterbatasan untuk bisa menghasilkan energi listrik secara terus menerus [9].

2.2.3 DC-DC Boost Converter

DC-DC boost converter merupakan jenis konverter *step up* yang berfungsi untuk menaikkan tegangan dc. Untuk menentukan parameter pada *boost converter* maka bisa dilihat pada persamaan (2.1), (2.2), dan (2.3).

Langkah pertama, menentukan nilai *duty cycle* seperti pada persamaan (2.1).

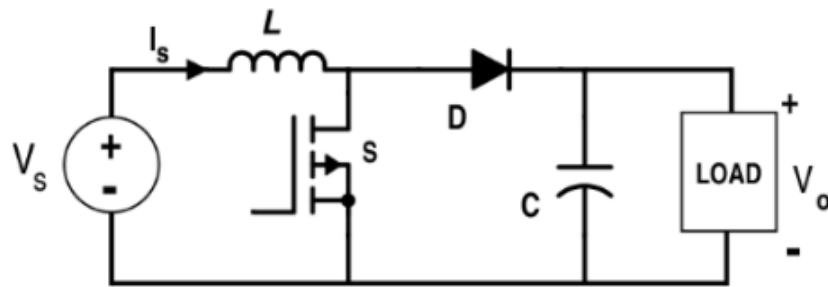
$$D = 1 - \frac{V_s}{V_o} \quad (2.1)$$

Selanjutnya, menentukan nilai dari induktor dan kapasitor seperti pada persamaan (2.2) dan (2.3).

$$L_{min} = \frac{(1-D)^2 \times D \times R}{2fs} \quad (2.2)$$

$$C_{min} = \frac{D \times V_o}{\Delta V_o \times R \times fs} \quad (2.3)$$

Berikut ini merupakan rangkaian *boost converter* yang ditunjukkan pada gambar 2.1 [10].



Gambar 2.1 Rangkaian DC-DC Boost Converter

2.2.4 DC-DC Buck Converter

DC-DC buck converter merupakan salah satu jenis konverter *step down* yang digunakan untuk menurunkan tegangan dc. Kemudian untuk menentukan nilai parameter pada *buck converter*, maka bisa dilihat pada persamaan (2.4), (2.5), dan (2.6).

Pertama, menentukan nilai *duty cycle* terlebih dahulu berdasarkan persamaan (2.4).

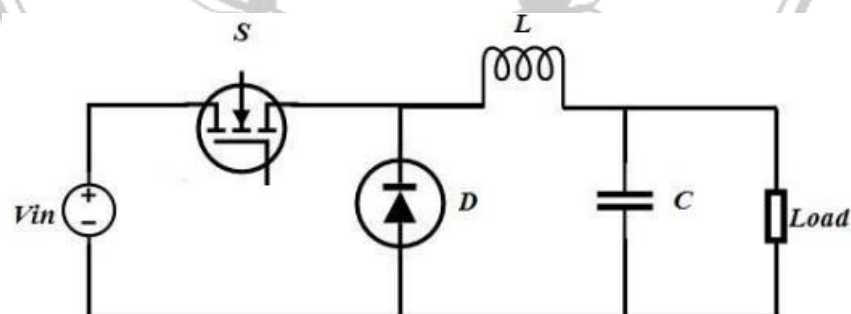
$$V_o = V_{in} \times D \quad (4)$$

Selanjutnya menentukan nilai minimum untuk induktor dan kapasitor seperti persamaan (2.5) dan (2.6).

$$L_{min} = \frac{(1-D) \times R}{2fs} \quad (5)$$

$$C_{min} = \frac{\Delta i_l}{8 \times fs \times \Delta V_o} \quad (6)$$

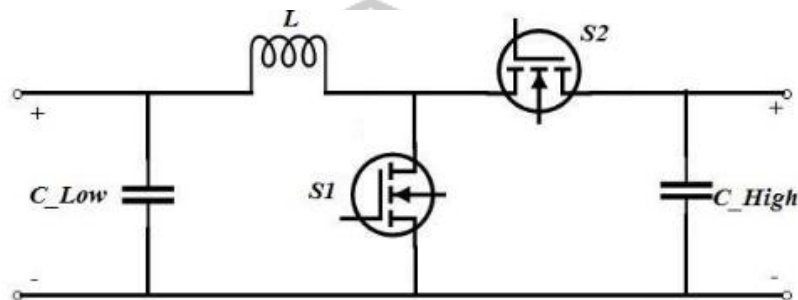
Berikut ini merupakan rangkaian untuk *buck converter* seperti dibawah ini [11].



Gambar 2.2 Rangkaian DC-DC Buck Converter

2.2.5 DC-DC Bidirectional Converter

Jenis konverter *bidirectional* ini, memiliki kemampuan dalam perpindahan energi dua arah. Rangkaian untuk jenis konverter ini memiliki dua mode, yakni mode *buck* dan mode *boost*. Pada mode *buck*, *bidirectional converter* bekerja seperti *buck converter* pada umumnya. Sedangkan ketika mode *boost*, *bidirectional converter* ini bekerja seperti *boost converter* pada umumnya. Rangkain *bidirectional converter* ditunjukkan pada gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2.3 Rangkaian DC-DC Bidirectional Converter

Kemudian untuk parameter dari *bidirectional converter* ditentukan berdasarkan mode *boost* dan mode *buck*. Ketika mode *boost*, maka persamaan (2.3) digunakan untuk menentukan nilai C_{High} dan saat mode *buck*, persamaan (2.6) digunakan untuk menentukan nilai C_{Low} . Sedangkan untuk menentukan nilai induktor (L) didasarkan dari persamaan (2.2) dan (2.4) yang kemudian dicari nilai paling minimumnya [11].

2.3 Metode Backward Forward Sweep (BFS)

Secara umum, dalam proses penyelesaian analisa aliran daya hingga saat ini lebih banyak dikenal metode *Gauss Seidel*, *Newton Raphson*, dan *Fast Decoupled*. Namun dalam sistem distribusi radial, metode *backward forward sweep (BFS)* lebih efektif digunakan untuk analisa aliran daya, karena solusi dapat cepat terselesaikan tanpa banyak perhitungan dan efisien pada setiap iterasi. Metode BFS ini mengacu pada prinsip hukum Kirchoff untuk perhitungan arus. Langkah kerjanya dimulai dari *backward sweep* dengan menghitung besar arus yang mengalir di tiap saluran. Kemudian *forward sweep* untuk menghitung drop tegangan pada setiap saluran [12][13][14].

Langkah pertama, menentukan matriks *Bus Injection to Branch Current (BIBC)* berdasarkan pada arus cabang (I) dan saluran (B) seperti pada persamaan (2.7).

$$[B] = [BIBC][I] \quad (2.7)$$

Kemudian menentukan matriks *Branch Current to Branch Voltage (BCBV)* berdasarkan drop tegangan (ΔV) dan saluran (B) seperti pada persamaan (2.8).

$$[\Delta V] = [BCBV][B] \quad (2.8)$$

Selanjutnya dari persamaan (2.7) dan (2.8), maka dapat ditentukan matriks *Distribution Load Flow (DLF)* dan drop tegangan (ΔV), seperti pada persamaan (2.9) dan (2.10) dibawah ini.

$$[\Delta V] = [BCBV][BIBC][I] \quad (2.9)$$

$$[\Delta V] = [DLF][I] \quad (2.10)$$

Dari drop tegangan tersebut, maka dapat ditentukan nilai tegangan baru (V_i) dan arus saluran baru (I_i) melalui iterasi seperti pada persamaan (2.11) dan (2.12).

$$[V_i] = [V] - [\Delta V] \quad (2.11)$$

$$I_i = \frac{P_i}{v_i} \quad (2.12)$$

Dimana: i = Nomor bus (1, 2, 3,...)

P_i = Beban di tiap bus (W)