

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Microgrid* mempunyai potensi pengembangan Energi Baru dan Terbarukan (EBT), yang menghasilkan energi listrik yang bersih dan ramah lingkungan [1]. *Microgrid* memiliki 2 mode operasi yaitu ketika terhubung dengan jaringan listrik utama (*Grid-Connected*) dan ketika tidak terhubung dengan jaringan listrik utama (*Islanding*) [2]. Dalam mode *Grid-Connected*, memungkinkan pertukaran daya antara *microgrid* dan jaringan utama, baik dalam bentuk suplai daya dari *microgrid* ke *grid* maupun pengambilan daya dari *grid* ke *microgrid* [3]. Ketika sumber daya di dalam *microgrid*, seperti panel surya, menghasilkan energi yang melebihi kebutuhan beban, kelebihan daya ini dapat diekspor ke jaringan utama, dan jika sumber daya menghasilkan energi yang kurang dari kebutuhan beban, *microgrid* dapat mengambil daya dari jaringan utama untuk menutupi kekurangan ini. Sedangkan dalam mode *Islanding*, *microgrid* beroperasi secara independen tanpa terhubung ke jaringan listrik utama [4]. Sistem ini sepenuhnya mengandalkan sumber energi lokal seperti panel surya untuk memenuhi kebutuhan beban.

Terdapat 3 jenis *Microgrid* yaitu *Direct Current Microgrid (DC Microgrid)*, *Alternating Current Microgrid (AC Microgrid)*, *Hybrid Microgrid* [5]. Dalam *DC Microgrid* menggunakan listrik DC untuk distribusi daya dalam sistem. Dan dalam *AC Microgrid*, listrik yang digunakan dalam distribusi daya dalam siste yaitu AC. Sedangkan *Hybrid Microgrid*, yang menggabungkan listrik AC dan DC dalam sistem distribusinya. *DC Microgrid* memiliki keuntungan daripada jenis *microgrid* yang lain, yaitu tidak memerlukan konversi DC-AC atau AC-DC [6]. Karena tidak memerlukan konversi tersebut, sehingga *DC Microgrid* memiliki sistem yang lebih efisien. Dalam *DC Microgrid* biasanya menggunakan EBT sebagai sumber energi listrik. Penggunaan EBT dalam kelistrikan biasanya disebut dengan *Distributed Generation (DG)* [7]. Berbeda dengan sistem pembangkit listrik yang terpusat, yang mengirimkan listrik melalui jaringan distribusi yang luas. DG memungkinkan sumber daya listrik ditempatkan di berbagai titik yang dekat dengan lokasi beban [8].

*DC microgrid* yang menggunakan energi baru dan terbarukan sebagai sumber untuk menghasilkan energi listrik, mempunyai kelemahan yaitu

masih tergantung oleh kondisi cuaca, yang mengakibatkan ketidakpastian dalam menghasilkan energi listrik [9]. Sumber energi baru dan terbarukan, seperti panel surya, sangat bergantung pada intensitas cahaya matahari dan kondisi cuaca, contohnya ketika intensitas cahaya matahari berkurang (misalnya karena awan, hujan, atau waktu malam), tegangan yang dihasilkan oleh panel surya akan menurun. Sebaliknya, saat intensitas cahaya matahari tinggi, tegangan yang dihasilkan oleh panel surya cenderung meningkat. Karena tegangan yang dihasilkan tergantung dari kondisi cuaca dan intensitas cahaya matahari, maka tegangan panel surya berfluktuasi. Tegangan yang berfluktuasi ini dapat mengganggu stabilitas dari sistem *DC Microgrid* [10]. Karena stabilitas tegangannya terganggu, maka peralatan yang terhubung dengan sistem dapat mengganggu kinerja peralatan dan dapat mengalami kerusakan. Hal tersebut dapat terjadi karena tegangan yang diterima perangkat terlalu tinggi atau terlalu rendah.

Salah satu metode yang diterapkan untuk mengatasi fluktuasi tegangan dalam *DC Microgrid* adalah *power sharing* dengan menggunakan teknik *droop control*. Dengan metode ini, distribusi daya di antara berbagai *Distributed Generations*, diatur menggunakan *power sharing controller*. *Power Sharing Controller* ini memastikan bahwa daya yang dihasilkan oleh masing-masing DG sesuai dengan kebutuhan sistem, sehingga pembagian beban dapat dilakukan secara merata [11]. Metode ini juga membantu memanfaatkan kapasitas setiap DG secara optimal. Prinsip kerja *power sharing* didasarkan pada karakteristik *droop*, di mana daya diatur berdasarkan perubahan tegangan dan arus dalam sistem [12]. Dengan pengaturan ini, *DC Microgrid* dapat merespons perubahan beban. Selain itu, metode ini juga memungkinkan sistem untuk menyesuaikan pembagian daya secara merata dalam menghadapi beban yang berubah-ubah atau kondisi sumber energi yang tidak stabil.

Dalam *DC Microgrid*, peningkatan beban biasanya menyebabkan arus naik, sehingga menyebabkan penurunan tegangan dalam sistem. Hal ini menjadi salah satu alasan utama diterapkannya teknik *droop control*. Teknik ini memungkinkan sistem untuk mengatur tegangan secara otomatis agar tetap berada dalam rentang yang diinginkan meskipun terjadi fluktuasi beban dan fluktuasi sumber energi [13]. Dengan cara tersebut, maka *microgrid* dapat mempertahankan kestabilan tegangan tanpa memerlukan komunikasi secara langsung. *Droop control* bekerja dengan menyesuaikan karakteristik keluaran sumber energi berdasarkan perubahan tegangan dan arus dalam sistem [14]. Dengan penerapan yang

tepat, *droop control* memastikan bahwa *microgrid* dapat menghadapi berbagai kondisi beban dan fluktuasi sumber energi.

Keseluruhan proses dari *power sharing* dan *droop control* merupakan bagian dari pengelolaan energi, dalam hal ini istilah akan digunakan dengan kata manajemen energi. Manajemen energi adalah rangkaian proses yang dirancang untuk mengelola penggunaan energi secara optimal dalam *DC Microgrid* [15]. Sehingga salah satu fungsi utamanya adalah menjaga keseimbangan distribusi daya antar sumber energi. Proses ini mencakup penyesuaian daya keluaran setiap sumber energi agar sesuai dengan kebutuhan, mengurangi risiko ketidakstabilan akibat fluktuasi beban dan fluktuasi sumber energi. Dengan manajemen energi yang baik, sistem dapat tetap beroperasi dengan optimal di saat kondisi berfluktuasi. Maka manajemen energi yang efektif juga berperan penting dalam menjaga kestabilan tegangan di seluruh sistem. Dengan mengintegrasikan teknik *droop control* dan *power sharing*, *microgrid* dapat memastikan bahwa daya selalu tersedia dalam jumlah yang cukup.

*DC Microgrid* terdiri dari beberapa *Distributed Generations* (DG) yang terintegrasi dalam sistem untuk menyediakan energi ke berbagai beban [16]. Sehingga sistem ini memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi, karena adanya interaksi antara komponen-komponen seperti sumber energi, beban, dan kontroler. Kompleksitas ini membuat *DC Microgrid* memerlukan pendekatan desain yang terencana dengan baik agar stabilitas dan efisiensi operasional tetap terjaga. Ketika desain sistem tidak memadai, masalah seperti ketidakseimbangan distribusi daya atau ketidakmampuan untuk merespons perubahan beban dapat terjadi.

Salah satu elemen penting dalam desain *DC Microgrid* adalah desain *power sharing controller*. Komponen ini bertugas untuk memastikan pembagian daya antar DG dapat merata, sekaligus menjaga agar sistem tetap beroperasi sesuai kebutuhan beban. Dengan perancangan desain *power sharing controller* yang baik, sistem dapat merespons perubahan beban atau kondisi sumber daya dengan cepat, sehingga kestabilan tegangan dan arus dalam *microgrid* tetap terjaga. Desain ini menjadi kunci penting dalam menghadapi tantangan operasional pada sistem *microgrid* yang berfluktuasi.

Penggunaan desain dan simulasi, agar dapat mengevaluasi dan mengoptimalkan *power sharing controller* pada *DC Microgrid*. Desain dan simulasi ini memberikan keuntungan besar dalam memahami interaksi sistem yang kompleks, sehingga dapat merancang kontrol yang mampu menangani berbagai skenario operasional. Simulasi juga

membantu memastikan bahwa desain sesuai dengan kebutuhan stabilitas dan efisiensi sistem. Dalam mendesain *power sharing controller* pada *DC Microgrid*, Simulink Matlab adalah *software* yang sangat tepat. *Software* ini memiliki pustaka blok yang luas yang dapat memodelkan sistem yang kompleks dan rumit, seperti sistem *control*, pemrosesan sinyal, dan lainnya [17]. Sehingga Simulink dapat digunakan untuk memvisualisasikan interaksi antar komponen dalam *DC Microgrid*, termasuk DG, beban, dan pengontrol. Kemampuan simulasi yang ditawarkan Simulink juga memungkinkan pengujian desain *power sharing controller* di berbagai skenario operasional, seperti fluktuasi beban dan fluktuasi sumber energi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Untuk mealakukan pengelolaan energi yang optimal, dapat menggunakan *power sharing controller* dan memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Bagaimana desain sistem *power sharing controller* pada *DC microgrid*?
2. Bagaimana kestabilan tegangan pada kondisi *islanding* (terputus dari grid utama) ketika kapasitas pembangkit dan nilai *droop* berbeda-beda?

## 1.3 Tujuan dan Manfaat

Untuk menjawab permasalahan yang ada di penelitian ini, maka fokus dari tujuan penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan desain sistem *power sharing controller* pada *DC microgrid*.
2. Menganalisa kestabilan tegangan dengan menggunakan Teknik *droop control*.

## 1.4 Batasan Masalah

Untuk menjaga agar diskusi tetap sesuai dengan lingkup penelitian ini, penulis menetapkan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Penelitian berfokus pada *power sharing controller* pada *DC Microgrid* pada saat kondisi *islanded* dengan menggunakan metode *droop control*.
2. Pemodelan simulasi dibuat dengan menggunakan Software MATLAB Simulink.
3. Dalam penelitian ini, data keluaran panel surya yang digunakan bukan merupakan data hasil pengukuran langsung di lapangan, melainkan data yang diasumsikan

## 1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan skripsi ini disusun secara sistematis agar mempermudah dalam memahami pembahasan laporan skripsi ini. Struktur penelitian ini disusun dalam beberapa bab dan dijelaskan melalui pembahasan sesuai dengan aturan standar penulisan, dengan susunan sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini menjelaskan mengenai pentingnya manajemen energi pada *DC Microgrid* untuk meningkatkan efisiensi distribusi energi listrik. Masalah dalam distribusi daya di *DC Microgrid* sering kali berkaitan dengan pembagian daya yang tidak seimbang. Oleh karena itu, diperlukannya *power sharing controller* dalam manajemen energi untuk dapat mengatasi masalah tersebut.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bagian ini memberikan penjelasan mendalam mengenai konsep dasar atau teori yang menjadi landasan penelitian, seperti pengertian *Microgrid*, Klasifikasi *Microgrid*, DG, Konverter DC-DC, *Power Sharing*, *Droop control*, Simulink Matlab, Dan lain-lain.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab tiga membahas tentang flowchart penelitian, flowchart sistem, desain *DC Microgrid*, desain *power sharing*, dan desain *buck-boost* yang telah dibuat di simulink, serta data parameter yang digunakan pada sistem saat melakukan simulasi.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini akan membahas dan menganalisa hasil dari model yang telah dibuat di *software* MATLAB Simulink dengan beberapa *case*. *Case* I ketika nilai *buck-boost* dan *droop value* sama, *case* II ketika nilai *buck-boost* berbeda dan *droop value* sama, dan *case* III ketika nilai *buck-boost* dan *droop value* berbeda.

### **BAB V PENUTUP**

Pada bab ini memuat kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran yang dapat digunakan sebagai tindak lanjut dari penelitian ini.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Daftar pustaka memuat tentang sumber-sumber yang digunakan sebagai referensi atau landasan teori pada penelitian ini.