

# **BAB 1**

## **ANALISIS KEBUTUHAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Banyak negara dunia yang masih bergantung pada centralized grid untuk memenuhi kebutuhan energi terutama pada kota-kota besar yang memakan konsumsi energi yang tidak sedikit, penggunaan centralized grid pada kota besar memang lebih ekonomis dan efisien dalam distribusi dan transmisinya, akan tetapi centralized grid dianggap tidak sesuai digunakan pada daerah pedesaan dengan populasi yang sedikit dan tingkat konsumsi energi yang rendah, dan juga karena pembangunan infrastruktur yang memakan biaya yang tidak sedikit maka akan bermasalah apabila penggunaan centralized grid dilakukan pada area yang memiliki populasi sedikit[5]. Hal inilah yang masih menjadi salah satu kendala mengapa daerah pedesaan masih sulit untuk mendapatkan akses listrik yang mumpuni.

Indonesia tidak terlepas dari permasalahan tersebut dengan 4700 desa yang belum dapat mengakses listrik dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) [6], sehingga diperlukan sumber energi yang dapat memanfaatkan sumber daya alam sekitar dan menghasilkan energi yang optimal. Salah satu solusi yang banyak digunakan dalam mengatasi masalah tersebut adalah dengan memanfaatkan sumber daya energi terbarukan, karena energi terbarukan dapat memanfaatkan sumber daya alam sekitar menjadi energi listrik, namun karena penggunaannya tergantung pada kondisi alam sehingga hasil energi yang di dapatkan tidak selalu optimal dan tidak bisa selalu diandalkan maka diperlukan penggunaan smart microgrid pada energi terbarukan yang dapat membuat energi yang dihasilkan lebih optimal dan dapat beradaptasi dengan baik terhadap perubahan kondisi alam dan lingkungan.

Namun pada kenyataannya penerapan smart microgrid yang melibatkan sumber energi terbarukan dengan sumber yang berfluktuasi dengan singkat tidak selalu berhasil dengan baik. Beberapa kasus bahkan mendekati kegagalan karena tidak aktifnya sumber energi terbarukan yang telah dipasang untuk melayani dan mengatasi beban (load) tegangan pada sistem kelistrikan yang ada. Sumber energi terbarukan tersebut sulit untuk beradaptasi dengan sistem yang ada, sehingga lebih baik sistem tersebut tidak diaktifkan. Dan dapat diketahui apabila kemampuan sistem MG yang ada tidak dapat mengatasi waktu fluktuasi sumber daya energi terbarukan yang selalu

berfluktuasi dan tidak bisa mengatasi beban (load) tegangan pada sistem kelistrikannya. Masalah yang tidak bisa diatasi tersebut dapat membuat masalah baru pada komponen yang terdapat pada MG [1, 10, 14].

## 1.2 Informasi Pendukung Masalah

Berdasarkan paper yang berjudul A Voltage and Frequency Droop Control Method for Parallel Inverters yang ditulis oleh K. De Brabandere dkk [3], dijelaskan bahwa pengendalian tegangan dan frekuensi yang efisien berpengaruh pada aktif reaktif daya serta dapat beradaptasi dengan baik pada impedansi microgrid.

Selain itu juga dalam thesis tentang Voltage Droop Control Design for DC Microgrids [5] dijelaskan bahwa desain droop menunjukkan respons yang memadai dari sistem. Desain ini dapat diterapkan pada konfigurasi multiterminal dengan beberapa perubahan dalam model linier dan proses tuning.

Dan ada juga pada jurnal Droop control technique for equal power sharing in islanded microgrid yang dibuat oleh A. W. N. Husna, M. A. Roslan, M. H. Mat menerangkan bahwa metode yang sesuai dapat mengatasi permasalahan yang terdapat pada sistem MG yang akan dipakai nantinya [10]. Informasi pendukung masalah lainnya juga telah dimasukkan pada daftar pustaka sebagai referensi utama yang akan dibuat dalam merancang dan membuat *capstone design* ini.

## 1.3 Analisis Umum

Berikut merupakan analisis umum dari sistem yang akan dibuat.

### 1.3.1 Aspek Ekonomi

Sistem *smart microgrid* membutuhkan biaya yang tidak murah dalam pembuatannya, dan juga perlu *maintenance* atau perawatan yang teratur dalam sistem tersebut. Oleh karena itu, dengan pembuatan sistem kontrol ini, diharapkan sistem dapat membantu untuk menjaga agar komponen yang terdapat pada smart microgrid seperti pada PLTB, PLTD, dan PLTS dapat bekerja secara optimal dan memiliki daya tahan yang baik, sistem kontrol ini diharapkan dapat untuk mengurangi biaya perawatan dan pemeliharaan untuk mengurangi biaya yang akan dipakai.

### **1.3.2 Aspek Kestabilan (*Stability*)**

Pada sistem *smart microgrid* memiliki kestabilan yang kurang baik, hal tersebut diakibatkan karena sumber daya energi terbarukan yang selalu berfluktuasi setiap saatnya. Hal tersebut bisa dikatakan berbahaya bagi turbin pembangkit, generator dan bagian komponen lainnya, karena akibat fluktuasi tersebut bisa membuat beban tegangan yang berlebih akan masuk pada MG. Oleh karena itu diperlukan kestabilan yang baik dalam pembuatan sistem kontrol yang nantinya akan diterapkan pada sistem smart microgrid.

### **1.3.3 Aspek Keberlanjutan (*Sustainability*)**

Pada sistem *smart microgrid*, diperlukan ketahanan yang bagus dalam menghadapi sumber daya energi terbarukan yang selalu berfluktuasi setiap saat. Karena fluktuasi tersebut bisa mengakibatkan beban tegangan yang berlebih akan masuk pada sistem *smart microgrid* dan membahayakan komponen yang ada didalamnya, maka diperlukan ketahanan dan keberlanjutan yang baik pada sistem *smart microgrid* yang akan digunakan secara konstan terus-menerus dalam jangka waktu yang relatif lama.

### **1.3.4 Aspek Adaptabilitas (*Adaptability*)**

Pada sistem kendali yang dibuat diperlukan adaptabilitas yang baik dalam menghadapi suatu sistem *smart microgrid*. Diperlukannya adaptasi yang baik bertujuan supaya sistem kendali yang dibuat dapat menyesuaikan dengan masukan yang ada pada sistem meskipun nantinya masukan tersebut akan berubah dan berbeda-beda.

## **1.4 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi**

Berdasarkan latar belakang dari masalah penelitian terkait, maka terdapat beberapa kebutuhan-kebutuhan yang harus dipenuhi, yaitu:

1. Sistem mampu untuk mengatur parameter kontrol seperti  $K_p$ ,  $K_i$ , dan  $K_d$  yang mempengaruhi keluaran dari PV dan Wind Turbine.
2. Sistem mampu untuk merespon perubahan beban tegangan pada sistem kelistrikan dengan baik.
3. Sistem memiliki kontrol kestabilan yang baik dalam menghadapi ESS dari sumber daya energi terbarukan yang selalu berfluktuasi.

4. Dapat mencegah dan mengurangi kerusakan pada komponen yang diakibatkan beban atau *load* tegangan pada komponen di sistem pembangkit listrik yang berlebihan atau tidak sesuai dengan batas maksimal yang mampu ditanggung komponen tersebut.

Sistem mampu mengatur perubahan tegangan saat proses switching sehingga menghentikan fluktuasi yang dapat terjadi.

## **1.5 Solusi Sistem yang Diusulkan**

Berikut merupakan solusi sistem yang diusulkan dan akan dibuat pada capstone design.

### **1.5.1 Karakteristik Solusi**

Pada Karakteristik solusi, terdapat beberapa fitur yang akan terdapat pada sistem kendali yang dibuat.

#### **1.5.1.1 Fitur Utama**

1. Dapat menentukan parameter pengontrol sistem menggunakan Fuzzy Logic dan juga control Kp, Ki dan Kd menggunakan metode droop.
2. Dapat menurunkan beban (*load*) transient pada generator dan sistem kelistrikan yang terdapat pada sistem *smart microgrid*.
3. Sistem mampu untuk mempertahankan kestabilan dalam menghadapi ESS yang berasal dari sumber daya energi yang selalu berfluktuasi.

#### **1.5.1.2 Fitur Dasar**

1. Sistem dapat mengontrol menggunakan Fuzzy Logic dan control Kp, Ki dan Kd dengan metode Droop.
2. Sistem bisa untuk menurunkan beban (*load*) transient pada generator dan sistem kelistrikannya. Fitur tersebut perlu ada untuk dapat mencegah dan mengurangi kerusakan yang diakibatkan beban tegangan yang berlebih mengalir pada sistem.
3. Sistem memiliki kestabilan yang baik dalam mempertahankan nilai parameter yang menyesuaikan dengan nilai ESS yang muncul dan didapat dari sumber daya energi.

#### **1.5.1.3 Fitur Tambahan**

1. Sistem yang akan dirancang harus memiliki pemodelan sistem kontrol yang memiliki kestabilan yang baik.

2. Sistem yang dibuat mampu untuk menghadapi dan beradaptasi di berbagai situasi lingkungan dimana terdapat sumber energi terbarukan pada sistem *smart microgrid*.

#### 1.5.1.4 Sifat Solusi yang Diharapkan

1. Sistem dapat menentukan dan mengontrol parameter dengan menggunakan  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  dan *Fuzzy Logic* serta metode droop control.
2. Sistem bisa untuk mendapatkan nilai parameter yang sesuai dengan sistem *smart microgrid* itu sendiri dan mempertahankan kestabilan sistemnya dengan baik.

### 1.5.2 Usulan Solusi dan Skenario Penggunaan

Berikut ini merupakan usulan solusi dan skenario penggunaan yang akan diterapkan pada beberapa solusi yang dibuat.

#### 1.5.2.1 Solusi 1

Pada solusi pertama memanfaatkan pengoptimalan produksi dan konsumsi energi listrik di dalam jaringan Microgrid. Sistem kendali ini didasarkan pada model matematika yang terdiri dari beberapa komponen, seperti sumber daya energi, beban, dan kapasitor. Model matematika tersebut digunakan untuk membuat prediksi mengenai produksi dan konsumsi energi di masa depan serta memilih tindakan kontrol yang optimal [18].

#### 1.5.2.2 Solusi 2

Untuk menyelesaikan masalah fluktuasi dengan waktu transisi yang singkat dan transient pengambilalihan beban pada *smart microgrid*, akan dibuat sebuah sistem kendali menggunakan suatu metode droop yang dapat **menentukan parameter untuk pengontrol sistem** menggunakan logika fuzzy dan juga control  $K_p$ ,  $K_i$  dan juga  $K_d$  dengan menggunakan droop kontrol. Selain itu sistem kontrol yang dibuat **mampu untuk menurunkan beban (*load*) tegangan** yang berasal dari generator dan sistem kelistrikannya yang telah disesuaikan dengan target nilai. Target nilai tersebut didapat dari sistem kontrol yang mampu untuk **menentukan nilai kebenaran pada variabel** yang memiliki berbagai tingkat yang akan diterapkan pada sistem kontrol tersebut.

Skenario penggunaan dari solusi tersebut, sistem kontrol akan melakukan pengambilalihan sistem *smart microgrid* dan akan melakukan penyesuaian pengaturan

parameter dari model sistem kontrol yang telah dibuat. Hal tersebut diperlukan supaya sistem kontrol dapat berjalan untuk mendapat hasil yang sesuai dengan tujuan atau target yang telah ditetapkan sebelumnya. Skenario penggunaan akan dilakukan secara simulasi yang menggunakan perangkat lunak *Matlab*.

### 1.5.2.3 Solusi 3

Dalam mengatasi kecuraman perubahan nilai droop dapat juga diatasi dengan algoritma kontrol berbasis model yang menggunakan umpan balik untuk **mengoptimalkan input kontrol** (dalam hal ini, eksitasi generator) untuk mencapai output yang diinginkan (dalam hal ini, output daya sistem).

**Menggunakan prediksi respons sistem terhadap input kontrol yang berbeda dengan LQR kontrol.** Input kontrol kemudian disesuaikan berdasarkan perbedaan antara output yang diprediksi dan output yang diinginkan, menggunakan loop umpan balik. Dengan mengatur output daya yang diinginkan ke persentase tertentu dari kapasitas maksimum generator, dan menyesuaikan tingkat eksitasi untuk mempertahankan output daya ini saat beban pada sistem berubah.

Maka dapat meminimalkan kesalahan antara keluaran yang diprediksi dan yang diinginkan, atau meminimalkan energi yang dikonsumsi oleh generator. Ini dapat membantu meningkatkan stabilitas dan efisiensi sistem tenaga.

## 1.6 Kesimpulan dan Ringkasan CD-1

Pada CD-1, dapat disimpulkan apabila *capstone design* yang dibuat perlu untuk memenuhi kebutuhan yang diperlukan pada sistem *smart microgrid* yang akan diimplementasikan. Terdapat beberapa aspek yang harus dipenuhi dan dipertimbangkan sebagai faktor untuk memilih dalam konsep sistem. Solusi sistem yang dibuat harus terdapat beberapa pilihan dalam pertimbangan untuk memenuhi tujuan serta kebutuhan yang diperlukan pada proyek *capstone design* yang dibuat.