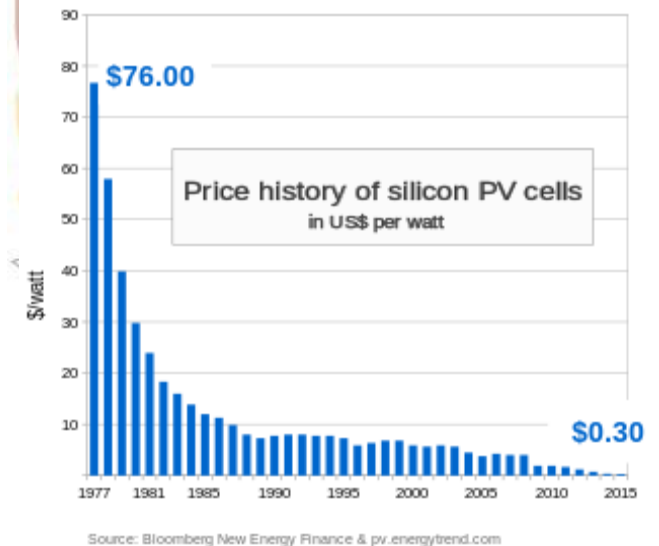


Bab 1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Saat ini, penggunaan energi terus meningkat sehingga terus mengurangi ketersediaan bahan bakar fosil sebagai sumber pembangkit energi utama yang digunakan saat ini. Akibat ketersediaan bahan bakar fosil yang semakin berkurang mendorong masyarakat untuk menggunakan energi yang berasal dari sumber terbarukan. Sistem PV adalah sumber energi terbarukan yang paling menjanjikan karena selain mudah didapat, sistem ini merupakan sistem yang ramah lingkungan, memiliki harga yang murah, memiliki masa pakai yang panjang (25-30 tahun), dan tersedia dimana saja [1].

Sistem pembangkit *photovoltaic* memiliki desain yang maju, hanya memerlukan sedikit perawatan, dan mampu memberikan rentang daya output yang luas, dari ukuran mikrowatt hingga megawatt [2]. Sistem *photovoltaic* dapat dikatakan cara yang paling efisien dalam memanfaatkan energi matahari karena itu, perkembangan pemakaiannya meningkat dari tahun ke tahun.



Gambar 1.1 Grafik penurunan harga PV tiap 5 tahun

Pada gambar 1.1 diperlihatkan bahwa terjadinya penurunan harga *photovoltaic* yang semakin lama semakin murah [3]. Pada tahun 1977, harga

photovoltaic mencapai \$76/watt. 5 tahun kemudian, tepatnya pada tahun 1981, harga *photovoltaic* menurun mencapai \$25/watt. Pada tahun 1985, harga *photovoltaic* kembali menurun dan mencapai harga \$11/watt. Setelah didata tiap tahun, harga *photovoltaic* tersebut terus menurun hingga pada tahun 2015, harga *photovoltaic* mencapai \$0.30/watt. Akibat penurunan harga *photovoltaic* tersebut, minat masyarakat untuk membeli *photovoltaic* akan semakin meningkat. Peningkatan minat masyarakat tersebut akan meningkatkan penggunaan *photovoltaic* sehingga menyebabkan energi yang dihasilkan oleh *photovoltaic* akan semakin meningkat.

Dengan murahnya harga sistem PV, penggunaan PV semakin meningkat dan energi yang dihasilkan dari sistem tersebut semakin besar. Pada tahun 2002 dan tahun 2003, *International Energy Agency* (IEA) mencatat bahwa energi yang dihasilkan oleh PV mencapai angka 1809 MW [4]. Pada tahun 2014, pertumbuhan dari *grid-connected* sistem PV telah mencapai total kapasitas 177 GW dengan penambahan pertahun sebesar 40 GW. Tingkatan penetrasi dari sistem PV ini akan semakin meningkat pada masa depan [5].

Meskipun perkembangan penggunaan *photovoltaic* sebagai sumber energi bagi penyediaan listrik adalah sesuatu yang positif, namun instalasi PV pada sistem kelistrikan dapat menyebabkan efek samping pada keseluruhan jaringan distribusi. Efek tersebut pada aspek-aspek penyediaan, keandalan, dan kualitas jaringan distribusi. Dampak lain dari semakin banyaknya jumlah pembangkit PV yang terinstal, maka kemampuan pengendalian tegangan jaringan distribusi akan semakin melemah (semakin banyak komponen yang mempengaruhi tegangan jaringan) dan terdesentralisasi. Kemampuan pengendali tegangan akan melemah seiring dengan berfluktuasinya daya yang diinjeksikan oleh daya PV.

Selain itu, dengan semakin banyaknya sistem pembangkit PV yang terhubung, maka sistem tenaga listrik menjadi semakin terdesentralisasi, dimana pengontrolan tegangan semakin sulit oleh karena perubahan tegangan semakin mudah terjadi. Pada sistem tersentralisasi, kompensasi perubahan tegangan biasanya dilakukan secara terpusat menggunakan kendali daya aktif dan daya reaktif sistem. Pada sistem terdesentralisasi, secara teori, pengaturan tegangan dapat

dilakukan dengan cara yang sama. Pengontrolan tegangan ini dapat dilakukan melalui operasi sistem PV inverter [6].

Sifat fleksibilitas dari PV inverter dalam pembangkitan daya reaktif dapat digunakan untuk mengontrol tegangan. Pada PV inverter, pengendalian tegangan melalui pengaturan daya reaktif dapat dikelompokkan atas empat cara, yaitu : pengaturan dengan menggunakan prinsip faktor daya tetap, pengaturan dengan mempertahankan daya reaktif, pengaturan dengan menggunakan relasi daya reaktif terhadap perubahan tegangan $Q(V)$, pengaturan dengan menggunakan relasi faktor daya terhadap injeksi daya $\cos\phi$ [6].

Cara pertama adalah pengaturan dengan menggunakan prinsip faktor daya tetap. Faktor daya adalah perbandingan antara daya aktif dengan daya reaktif. Besarnya nilai faktor daya tergantung kepada injeksi daya aktif $\cos\phi$ dan injeksi daya reaktif $Q(V)$ yang dapat diimplementasikan sebagai metode standar pengendalian daya reaktif [7].

Cara kedua adalah pengaturan dengan mempertahankan nilai daya reaktif. Pengendalian nilai daya reaktif pada sistem PV inverter sangat penting dilakukan. Karena pada sistem PV inverter, terdapat beban induktif dan kapasitif. Beban induktif bersifat menyerap arus listrik, sehingga menyebabkan tegangan pada PV mengalami penurunan. Sedangkan beban kapasitif bersifat menyimpan tegangan sehingga menyebabkan tegangan pada PV menjadi lebih tinggi. Maka, diperlukan pengendalian daya reaktif pada sistem PV inverter agar nilai tegangan pada PV stabil.

Cara ketiga adalah pengaturan dengan menggunakan informasi daya reaktif terhadap perubahan tegangan $Q(V)$. Daya reaktif memiliki hubungan dengan tegangan pada sistem PV inverter. Apabila nilai daya reaktif pada sistem berubah, maka tegangan pada sistem PV juga akan berubah, sehingga cara ketiga ini dapat mengurangi tegangan lebih pada sistem PV dengan cara memperbesar nilai dari daya reaktif sistem PV.

Cara keempat adalah pengaturan dengan menggunakan informasi pengontrolan faktor daya terhadap injeksi daya $\cos\phi$. Dengan menggunakan pengontrolan faktor daya terhadap injeksi daya $\cos\phi$, tegangan lebih pada sistem

PV juga dapat dikurangi dengan cara meningkatkan nilai $\cos\phi$ pada sistem PV inverter.

Pemanfaatan metoda penambahan kemampuan suplai daya reaktif terhadap perubahan tegangan dapat menjadi peluang dalam menghasilkan jenis PV-inverter baru, karena umumnya pada saat ini masih didominasi PV-inverter yang tidak dilengkapi dengan fasilitas tersebut. Namun terdapat kendala yang dihadapi dalam metoda penambahan kemampuan suplai daya reaktif pada desain sebuah PV-inverter.

Penentuan porsi daya reaktif terhadap kapasitas PV-inverter (rasio kVAR/KW). PV-inverter memiliki rating kapasitas kVA tertentu, sehingga diperlukan jumlah daya reaktif tepat untuk dibangkitkan sehingga masih tetap dapat mengkompensasi perubahan tegangan. Suplai daya reaktif yang terlalu tinggi akan membatasi daya aktif yang disalurkan sebaliknya suplai daya reaktif yang terlalu kecil tidak akan cukup untuk mengkompensasi perubahan tegangan. Untuk itu perlunya ada algoritma optimasi yang tepat dalam sistem kontrol PV-inverter.

Berdasarkan uraian permasalahan tersebut, penulis mencoba untuk menghasilkan suatu teknologi baru PV-inverter dengan sistem kontrol yang dilengkapi fungsi pembangkitan daya reaktif. Dimana dalam ini pengaturan dengan menggunakan informasi daya reaktif terhadap perubahan tegangan $Q(V)$ akan digunakan

Untuk melakukan kajian penerapan sistem kontrol ini, diperlukan model yang mewakili sistem PV-inverter sistem kontrol tersebut. Yang akan dilakukan secara simulasi menggunakan perangkat lunak Matlab/Simulink. Dimana dalam hal ini tanpa harus merealisasikan secara real untuk menanggulangi biaya dan waktu.

Untuk itu, Tugas Akhir ini diberi judul Penggunaan Metode Kendali $Q(V)$ Pada Pengaturan Tegangan PV-Inverter.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan pada poin diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana cara mengontrol tegangan menggunakan metode Q(V) pada sistem jaringan PV inverter dengan menggunakan perangkat lunak MATLAB?
2. Bagaimana memodelkan sistem jaringan PV inverter dengan metode Q(V) pada perangkat lunak MATLAB.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Memodelkan sistem jaringan PV inverter dengan metode Q(V) pada perangkat lunak MATLAB.
2. Menunjukkan keefektifan metode kontrol tegangan Q(V) dalam mengatasi gangguan tegangan jaringan PV-inverter.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan masalah agar pembahasan tidak keluar dari topik. Adapun batasan masalah yang akan diangkat :

1. Desain dari simulasi sistem jaringan PV inverter adalah satu fasa.
2. Parameter yang diukur hanya Q dan V.
3. Penelitian ini menggunakan perangkat lunak MATLAB.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat memperlihatkan kemampuan metode Q(V) dalam menghadapi masalah gangguan tegangan pada jaringan PV-inverter. Dengan adanya sistem ini, tegangan yang dihasilkan pada jaringan PV-inverter akan optimal sehingga gangguan tegangan pada jaringan dapat dihindari.

1.6 Tahapan Penelitian

Pada pelaksanaan tugas akhir ini akan dibagi menjadi beberapa tahapan penelitian, yang ditulis dalam diagram sebagai berikut :

1. Identifikasi Permasalahan

Melakukan identifikasi yang dibentuk dari rumusan masalah, tujuan masalah, dan batasan masalah yang ingin dicapai dalam penelitian ini.

2. Studi Literatur

Mempelajari literatur yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan. Untuk menunjang pengerjaan tugas akhir, langkah awal yang dilakukan adalah mencari referensi yang relevan, baik itu berupa makalah penelitian, buku acuan, laporan tugas akhir maupun bahan-bahan dari internet.

3. Simulasi

Ada beberapa tahapan dalam simulasi ini :

- Membuat rangkaian pada *Simulink/Matlab*
Membuat rangkaian PV inverter dengan masukan grid dengan pengontrol tegangan daya reaktif pada *Simulink/Matlab*
- Menjalankan simulasi pada *Simulink/Matlab*
Menjalankan simulasi rangkaian photovoltaic inverter pada perangkat lunak *Simulink/Matlab*.

4. Analisis Data

Menganalisis data hasil simulasi agar dapat mengetahui kinerja *dari* sistem tersebut.

5. Kesimpulan dan Saran

Membuat kesimpulan dan memberikan saran terhadap penelitian ini agar *menjadi* lebih baik.

1.7 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan proposal ini, sistematika penulisan yang digunakan adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian mengenai latar belakang, tujuan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tahapan penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang konsep dan teori-teori yang mendasari penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas penyelesaian masalah sebagaimana yang dijelaskan pada bab I.

BAB IV HASIL DAN ANALISA

Bab ini membahas hasil serta analisa dari pengujian simulasi yang dirancang pada bab III.

BAB V PENUTUP

Bab ini terdiri dari kesimpulan dan saran.

