

BAB 1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Kehidupan manusia tidak bisa lepas dari energi. Energi dibutuhkan untuk aktivitas apapun yang dilakukan manusia. Sampai sekarang salah satu energi yang paling dibutuhkan oleh manusia adalah energi listrik. Semakin meningkatnya aktivitas manusia yang membutuhkan energi listrik sehingga terus mengurangi ketersediaan bahan bakar fosil sebagai sumber pembangkit energi utama yang digunakan saat ini [1]. Semakin berkurangnya ketersediaan bahan bakar fosil mendorong masyarakat untuk mencari alternatif lain yang persediannya tidak terbatas, tidak berpolusi, aman dan bersih yang dikenal sebagai energi terbarukan [2]. Energi surya merupakan salah satu energi yang ramah lingkungan dan sangat menjanjikan untuk masa yang akan datang, dikarenakan memiliki masa pakai yang panjang, tidak ada polusi yang dihasilkan selama proses konversi energi dan energinya banyak tersedia di alam [3].

Wilayah Indonesia berada di daerah ekuator yaitu wilayah bumi bagian tengah yang membagi bumi menjadi dua bagian yaitu bagian utara dan selatan. Secara geografis Indonesia berada di posisi yang strategis yaitu terletak digaris katulistiwa yang hanya memiliki dua iklim yaitu panas dan hujan. Pada saat cuaca cerah, permukaan bumi menerima sekitar 1000 watt energi matahari per-meter persegi. Sekitar 30 % energi tersebut dipantulkan kembali ke angkasa, 23% terpakai untuk sirkulasi kerja yang terdapat di permukaan bumi, 47% dikonversikan menjadi panas, 0.25% ditampung oleh angin, arus dan gelombang, dan yang sangat kecil sekali disimpan melalui proses fotosintesis [4].

Berdasarkan data energi surya dari 18 lokasi, distribusi penyinaran di Indonesia dapat diklasifikasikan masing-masing untuk kawasan barat dan timur. Distribusi penyinaran di Kawasan Barat Indonesia (KBI) bekisar 4,5 kwh/m² per hari dengan variasi bulanan sekitar 10%, untuk Kawasan Timur Indonesia (KTI) bekisar 5,1 kwh/m² per hari dengan variasi bulanan bekisar 9% [5]. Dengan demikian potensi rata-rata penyinaran matahari di Indonesia bekisar 4,8 kwh/m² per hari setara dengan 112.000 GWp dengan variasi bulanan 9.5%. Indonesia baru memanfaatkan sekitar 10 MWp. Melihat hal ini, pemerintah telah merencanakan

roadmap peningkatan pemanfaatan energi surya sebesar 0.87 GW atau sekitar 50 MWp per tahun. Ini merupakan gambaran jumlah yang cukup besar bagi Indonesia pada masa mendatang [6].

Meskipun pemerintah merencanakan penambahan penggunaan photovoltaik sebagai sumber energi di Indonesia merupakan suatu hal yang positif, namun banyaknya instalasi PV yang akan tersambung pada sistem kelistrikan membawa efek samping pada jaringan distribusi. Efek samping yang dapat terjadi pada jaringan distribusi yaitu aspek-aspek penyediaan, keandalan dan kualitas. Dampak lain yang bisa terjadi jika semakin banyak jumlah pembangkit PV yang terinstal yaitu melemahnya kemampuan pengendalian tegangan jaringan distribusi (semakin banyaknya komponen yang mempengaruhi tegangan jaringan) dan terdesentralisasi.

Semakin terdesentralisasinya sistem tenaga listrik dikarenakan semakin banyaknya sistem pembangkit PV yang terhubung, menyebabkan semakin sulit untuk mengontrol tegangan. Biasanya, untuk mengatasi terjadinya perubahan tegangan, pengendalian dilakukan secara terpusat menggunakan kendali daya aktif dan daya reaktif melalui mekanisme AVR. Sementara itu, pada sistem yang terdesentralisasi seperti pada sistem yang banyak terhubung pembangkit terbaharukan, pengontrolan tegangan dapat dilakukan melalui operasi sistem inverter (PV-Inverter pada PLTS) [7].

PV-inverter memiliki kemampuan yang dapat digunakan untuk mengontrol tegangan. Pengontrolan tegangan pada PV-inverter dilakukan melalui pengaturan daya reaktif. Didalam literatur [7] prinsip pengaturan tegangan melalui pengaturan injeksi daya reaktif yang dikelompokkan dalam empat cara, yaitu: pengaturan dengan menggunakan prinsip faktor daya tetap, pengaturan dengan mempertahankan daya reaktif, pengaturan dengan menggunakan relasi daya reaktif terhadap perubahan tegangan $Q(V)$, dan pengaturan dengan menggunakan relasi faktor daya ($\cos\phi$) terhadap injeksi daya reaktif. Dalam menggunakan keempat cara ini dibutuhkan informasi-informasi yang detail mengenai parameter-parameter daya di jaringan. Sehingga untuk merealisasikannya mengalami kerumitan.

Keberadaan sebuah inverter dengan kemampuan pengontrolan tegangan melalui injeksi daya reaktif dapat menambah variasi jenis PV-inverter yang ada,

karena pada saat ini PV-inverter yang ada umumnya masih belum dilengkapi dengan fasilitas tersebut. Namun demikian, untuk merealisasikan desain ini masih ada kendala yang harus diselesaikan.

Permasalahan yang harus diselesaikan yaitu penentuan porsi daya reaktif yang akan diinjeksi. Penginjeksian daya reaktif yang terlalu besar/kecil mengakibatkan perubahan tegangan yang membesar/mengecil, sehingga tegangan menjadi tidak stabil. Untuk itu perlu adanya algoritma optimasi yang tepat dalam sistem kontrol PV-inverter.

Pada tugas akhir ini, besaran injeksi daya reaktif dilakukan dengan memperhitungkan rating inverter dan besarnya daya aktif yang disalurkan, dengan cara ini besarnya daya reaktif proposional terhadap daya aktif yang dibangkitkan, dan tidak akan menyebabkan inverter beroperasi melebihi ratingnya. Dengan meningkatkan/menurunkan nilai daya reaktif diharapkan bisa mengatasi perubahan tegangan pada sistem PV.

Untuk melakukan kajian penerapan sistem kontrol ini, diperlukan model yang mewakili sistem PV-inverter sistem kontrol tersebut. Dalam tugas akhir ini kajian dilakukan dengan metode simulasi menggunakan perangkat lunak Matlab/Simulink. Metode ini cukup efektif dengan biaya yang murah, karena untuk melakukannya tidak harus melalui *real* peralatan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merealisasikan -dalam level simulasi- sebuah inverter photovoltaik dengan kemampuan kontrol tegangan menggunakan metode kendali daya reaktif.
2. Bagaimana merealisasikan teknik injeksi daya reaktif dengan memperhitungkan rating inverter dan besarnya daya aktif yang disalurkan.
3. Bagaimana memodelkan dan mensimulasikan serta melihat performa inverter dengan kemampuan kontrol tegangan menggunakan metode kendali daya reaktif pada perangkat lunak MATLAB/SIMULINK.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan utama penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Mendisain sistem kendali inverter photovoltaik dengan kemampuan kontrol tegangan menggunakan metode kendali daya reaktif.
2. Membangun model dan melakukan simulasi sebuah jaringan tenaga listrik berisikan PV-inverter dengan kemampuan kendali daya reaktif untuk pengaturan tegangan dengan memperhitungkan rating inverter kendali menggunakan perangkat lunak MATLAB.
3. Menganalisa performa inverter dengan kemampuan kontrol tegangan menggunakan metode kendali daya reaktif menggunakan simulasi perangkat lunak MATLAB/SIMULINK.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan masalah dan penyederhanaan agar memungkinkan dicapainya tujuan dan tidak keluar dari topik. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Disain dari simulasi sistem jaringan PV-Inverter adalah satu fasa
2. Tegangan dan arus sistem adalah sinusoidal murni tanpa ada komponen harmonik.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menggambarkan melalui simulasi perangkat lunak dalam penyelesaian masalah gangguan tegangan pada jaringan akibat integrasi pembangkit-pembangkit berbasis sumber energi primer terbarukan yang dihubungkan pada jaringan tenaga listrik.

1.6 Tahapan Penelitian

Dalam pelaksanaan tugas akhir ini akan disusun menjadi beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Identifikasi Permasalahan, Melakukan identifikasi berdasarkan dari rumusan masalah, tujuan masalah, dan batasan yang ingin dicapai dalam penelitian ini.
2. Studi Literatur, Memahami literatur yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan. Untuk menunjang pengerjaan tugas akhir, langkah awal yang

akan dikerjakan yaitu mencari referensi yang relevan, seperti buku acuan, makalah penelitian, laporan tugas akhir maupun bahan-bahan dari internet yang terpercaya.

3. Simulasi, yang akan dibuat terbagi dua yaitu:

- Membuat rangkaian pada *simulink*/Matlab

Membuat rangkaian PV-inverter dengan masukan grid menggunakan pengontrol tegangan faktor daya 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

Sistematika yang digunakan dalam proposal ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, tujuan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tahapan penelitian, dan sistematika penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada BAB ini berisikan dasar teori dan konsep yang mendasari penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Membahas langkah-langkah dan komponen-komponen yang digunakan dalam literatur dan pengolahan data hasil pengujian.