

BAB I

LATAR BELAKANG

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian ESDM dalam beberapa tahun terakhir pertumbuhan konsumsi energi di Indonesia mencapai 7% per tahun. Namun hal tersebut berbanding terbalik dengan jumlah ketersediaan energi fosil di Indonesia yang semakin menipis. Energi fosil merupakan sumber daya energi yang tidak dapat di perbarui. Kebutuhan energi listrik pada tahun 2015 mencapai 19,5-20 trilyun kWh [1]. Namun kontribusi sumber energi primer yang tergolong minyak dan gas bumi yang tersedia hanya 12,4 trilyun kWh saja [1]. Selain itu berdasarkan data dari Kementerian ESDM RI, konsumsi energi fosil masyarakat Indonesia cukup tinggi, hampir 95%. Hal tersebut menunjukkan besarnya ketergantungan masyarakat terhadap energi fosil tersebut. Terlebih lagi, diperkirakan minyak dan gas bumi di Indonesia diprediksi akan habis dalam kurun waktu 18 tahun. Untuk memenuhi kebutuhan energi tersebut dengan ketersediaan energi yang terbatas, maka diperlukan energi alternatif.

Energi alternatif dapat dideskripsikan sebagai energi baru dan terbarukan. Indonesia merupakan negara yang terletak di daerah tropis dan dilalui oleh garis khatulistiwa dengan luas daratan sekitar 2 juta km² serta diberi kelimpahan sumber daya alam dengan penyinaran matahari lebih dari 6 jam sehari atau kurang lebih 2.400 jam dalam setahun [2]. Energi surya yang tersedia di Indonesia memiliki intensitas antara 0,6-0,7 kW/m² [2]. Berdasarkan ketersediaan energi terbarukan yang melimpah tersebut, penggunaan panel surya atau sistem *photovoltaic* (PV) tepat diaplikasikan di Indonesia.

Panel surya dapat mengonversi energi foton yang dihasilkan oleh cahaya matahari menjadi energi listrik [3]. Generasi sistem *photovoltaic* (PV) semakin meningkat penggunaannya sebagai sumber energi terbarukan dikarenakan penerapan dan penggunaannya memiliki beberapa keuntungan, yaitu minim biaya perawatan dan pemeliharaan, tidak menimbulkan polusi suara atau kebisingan, dan tidak menghasilkan polusi udara [4]. Energi yang dihasilkan berupa daya listrik

yang merupakan besaran tegangan dan arus. Daya listrik yang dihasilkan dari sistem *photovoltaic* bergantung pada kondisi cuaca, yaitu iradiasi matahari dan temperatur lingkungan sekitar [5]. Beberapa faktor tersebut menyebabkan daya yang dihasilkan bersifat fluktuatif.

Untuk mengatasi keadaan daya keluaran yang bersifat fluktuatif tersebut agar dapat disesuaikan dengan kebutuhan beban, maka diperlukan sistem pendukung yaitu sistem *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) yang dihubungkan pada aktuator DC-DC *converter* tipe *buck-boost converter*. MPPT berfungsi untuk memaksa panel surya bekerja pada titik maksimumnya agar dapat menghasilkan daya maksimum meskipun tingkat radiasi matahari dan suhu bersifat fluktuatif [6]. Ketergantungan terhadap kondisi cuaca berdampak pada kinerja MPPT yang sulit untuk mempertahankan titik kerja tetap dalam kondisi maksimal berdasarkan pada kurva karakteristik tegangan-daya yang juga bervariasi [7]. Pada MPPT diperlukan algoritma terbaik agar daya keluaran maksimum yang dihasilkan lebih efisien. Algoritma yang digunakan yaitu metode *Constant Voltage (CV)*. *Buck-boost converter* merupakan DC-DC *converter* yang dapat menghasilkan tegangan keluaran menjadi lebih besar, lebih kecil, dan/atau sama dengan tegangan masukannya [8]. Tegangan yang dihasilkan dari *buck-boost converter* bergantung pada besarnya rasio *duty cycle* pada DC-DC *converter* tersebut.

Fokus penelitian pada tugas akhir ini yaitu menyimulasikan sistem secara keseluruhan menggunakan Simulink yang terdapat pada *software* Matlab. Dengan melakukan penelitian simulasi ini diharapkan agar daya yang diestimasi dapat memperoleh hasil yang lebih baik dibandingkan dengan daya yang dihasilkan tanpa estimator Kalman dan memperoleh tegangan maksimum yang dihasilkan oleh MPPT. Untuk memprediksi daya yang dapat dihasilkan oleh panel surya atau sel *photovoltaic* diperlukan estimator yang dalam penelitian ini digunakan estimator Kalman. Estimator Kalman adalah suatu persamaan matematika yang menyediakan komputasi bersifat rekursif yang mampu memperkirakan keadaan suatu proses dengan cara meminimalisir rata-rata error kuadrat [9]. Estimator Kalman mampu memprediksi pada keadaan lampau, masa sekarang, dan masa depan, serta dapat melakukan estimasi meskipun ketika keadaan natural dari sistem yang dimodelkan tidak diketahui [9]. Penelitian tentang memprediksi daya yang pernah dilakukan

yaitu dengan menggunakan metode *Artificial Neural Network*. Metode tersebut menggunakan semua data yang telah diperoleh untuk mempelajari dan memprediksi daya yang dihasilkan, namun dengan menggunakan semua data agar mampu memprediksi dapat memakan penggunaan memori yang cukup banyak. Oleh karena itu, metode estimator Kalman digunakan dikarenakan hanya membutuhkan satu data sebelumnya agar dapat memprediksi sehingga dapat memangkas penggunaan memori. Dengan demikian, estimator Kalman diharapkan dapat menghasilkan daya keluaran yang lebih optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, beberapa rumusan masalah yang telah dirumuskan yaitu:

1. Bagaimana cara kerja simulasi estimator Kalman memprediksi daya keluaran yang dihasilkan oleh sistem *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) pada panel surya?
2. Bagaimana skema simulasi perancangan untuk estimator Kalman beserta sistem *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) panel surya?
3. Bagaimana cara mengoptimalkan daya keluaran yang dihasilkan oleh simulasi sistem keseluruhan menggunakan estimator Kalman beserta sistem *Maximum Power Point Tracking* (MPPT)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian adalah sebagai berikut :

1. Mampu memprediksi daya keluaran yang dihasilkan oleh panel surya dengan menggunakan algoritma estimator Kalman.
2. Mampu mengoptimalkan daya keluaran dengan cara membandingkan hasil prediksi dengan daya yang dihasilkan secara simultan.
3. Mengetahui pengaruh estimator Kalman terhadap daya yang dihasilkan dari panel surya.

1.4 Batasan Masalah

Agar perancangan sistem terfokus, maka penulis membatasi permasalahan dan kondisi yang ideal dalam penelitian ini pada hal- hal berikut:

1. Penelitian simulasi dilakukan menggunakan Simulink yang terdapat dalam *software* Matlab.
2. Besaran yang dikontrol, diestimasi, dan dioptimalisasi hanya besaran daya (arus-tegangan).
3. Metode yang digunakan untuk sistem *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) yaitu metode *Constant Voltage* dengan menerapkan kontrol PID.
4. Faktor gangguan yang diperhitungkan hanya terbatas pada faktor cuaca, yaitu tingkat radiasi matahari dan temperatur lingkungan.
5. Tingkat iradiasi diatur bervariasi saat pengujian sistem terintegrasi yaitu sebesar 900, 1000, 1100 W/m^2 dengan temperatur konstan 25°C.
6. Beban yang digunakan bersifat resistif dengan nilai 100Ω.
7. Variasi *noise* (*white noise*) yang diberikan pada panel surya berdistribusi normal dengan varians 0.1.

1.5 Metode Penelitian

1. Studi Literatur

Metode ini digunakan sebagai pengumpulan informasi yang berfungsi sebagai dasar-dasar teori, metode yang berkaitan dengan topik yang dipilih, dan aplikasi yang mendukung penyelesaian tugas akhir. Sumber-sumber studi literatur dapat diperoleh dari jurnal, paper, buku TA, dan laman situs yang terpercaya.

2. Konsultasi dan Diskusi

Konsultasi dan diskusi dilakukan dengan pembimbing 1 dan pembimbing 2 agar memperoleh arahan dan evaluasi dari hasil pembelajaran dan proses pengerjaan tugas akhir yang berkaitan dengan bidang yang berkaitan dengan topik yang dipilih yaitu bidang simulasi elektronika, estimator Kalman, MPPT, dan pemrograman.

3. Perancangan

Dalam metode ini dilakukan proses perancangan sistem simulasi beserta algoritma yang akan dibuat sesuai dengan topik yang dipilih.

4. Skema Perancangan Simulasi

Berdasarkan skema dan perancangan simulasi sistem keseluruhan, dirancang menggunakan Simulink yang terdapat pada *software* Matlab.

5. Penyusunan Tugas Akhir

Penyusunan tugas akhir berisi hasil dan analisis dari simulasi sistem terintegrasi keseluruhan yang kemudian dievaluasi pada bagian kesimpulan dan saran.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang penjelasan secara umum latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

2. BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang teori-teori yang mendasari pemodelan, perancangan, dan simulasi yang dibuat.

3. BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tahapan-tahapan penelitian simulasi.

4. BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dilakukan pembahasan hasil beserta analisis simulasi dan dibandingkan data sebelum dan sesudah pengaplikasian estimator Kalman untuk mengestimasi tegangan yang dihasilkan panel surya yang dijadikan tegangan referensi kontrol PID.

5. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari simulasi yang dibuat dan evaluasi melalui saran yang berguna untuk perbaikan dan pengembangan simulasi dan implementasi dari sistem keseluruhan secara riil.