BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan sumber energi listrik terus meningkat seiring meningkatnya peradaban manusia yang saat ini tidak lepas dari penggunaan peralatan listrik. Pasokan listrik menjadi hal pokok yang diharapkan oleh konsumen maupun produsen. Penggunaan sumber energi fosil dalam pembangkitan energi listrik saat ini masih sangat dominan walaupun dalam kenyataan penggunaan energi tidak terbarukan ini akan habis jika terus dieksploitasi. Hal inilah yang menjadi pendorong munculnya inovasi pembangkitan energi listrik yang berasal dari energi terbarukan, salah satunya adalah tenaga surya. Potensi yang dimiliki Indonesia dalam pengembangan energi sel surya cukup baik, dimana memiliki intensitas cahaya matahari (*irradiance*) rata-rata 4,8 kWh/m^2 karena letaknya yang berada di garis katulistiwa.[1]

Semakin meningkatnya ketertarikan dengan pengembangan konversi energi menggunakan sel surya, menyebabkan semakin tinggi tuntutan dalam hal keandalan dan efisisensi dari sistem tersebut. Oleh karena itu, upaya untuk memperbaiki sistem sel surya terus dilakukan. Penelitian dan pengujian sistem

sel surya ini sebagai evaluasi dan kontrol bagi performa dan efisiensi sel surya.

Dalam prosesnya, penelitian membutuhkan kontinyuitas yang tidak terhalang kondisi lingkungan ataupun faktor lain, mengingat sel surya ini sangat bergantung pada kondisi lingkungan yang baik (*irradiance* dan suhu yang cukup). Oleh karena itu diperlukan suatu perangkat untuk menggantikan sel surya yang tidak terpengaruh oleh faktor lingkungan, namun tetap memiliki keluaran dan karakteristik yang sama. Perangkat yang ditawarkan pada tugas akhir ini adalah emulator sel surya. Emulator ini akan menggantikan sel surya yang sebenarnya untuk menghasilkan karakteristik dari sel surya tersebut.

Pengujian konverter daya sel surya dapat dilakukan dengan dua pilihan, yaitu menguji dengan sumber energi yang dihasilkan oleh sel surya secara langsung (baik berupa modul ataupun *array* sel surya) atau menguji dengan menggunakan emulator sel surya.[2] Bila menggunakan emulator sel surya, akan memudahkan untuk mengatur kondisi pengujian, seperti jumlah *irradiance*, suhu, jumlah koneksi dari modul sel surya dan faktor lain yang berhubungan dengan karakteristik sel surya. Selain itu karena peralatan pengujian menggunakan emulator, maka hanya dibutuhkan ruang pengujian yang lebih kecil dan biaya pengujian lebih murah. Dalam kasus lain, apabila lebih dari satu jenis panel sel surya yang ingin diuji maka akan membutuhkan biaya yang lebih mahal karena harus membeli berbagai jenis panel sel surya tersebut. Dengan adanya emulator ini maka dapat digunakan untuk

mensimulasikan berbagai jenis panel sel surya tersebut hanya dengan mengganti parameter yang dimiliki oleh panel sel surya tanpa harus membeli panel sel surya yang baru.

Emulator sel surya merupakan rangkaian konverter yang terkontrol sehingga memiliki keluaran arus, tegangan dan daya yang sama dengan karakteristik dari modul sel surya sebenarnya. Emulator ini akan menghitung arus dan tegangan sesuai karakteristik sel surya berdasarkan parameter yang ditentukan, seperti hubungan modul (seri atau paralel), *irradiance* dan suhu sel. Ketika beban divariasikan, maka emulator ini juga akan memiliki nilai arus dan tegangan yang bervariasi sesuai dengan kurva hubungan antara arus dan tegangan (kurva I-V) yang menunjukkan karakteristik sel surya.

Emulator sel surya yang diusulkan pada tugas akhir ini menggunakan *buck converter*. *Buck converter* ini yang dikontrol sehingga menghasilkan arus dan tegangan keluaran yang sesuai dengan karakteristik sel surya sebenarnya berdasarkan perubahan beban yang dipasang. Pengontrolan dilakukan dengan pemberian pulsa kontrol untuk mengatur *switch* pada *buck converter*. Kesalahan yang terjadi akibat perbandingan antara arus referensi dengan arus keluaran dari *buck converter* dikontrol dengan kontrol proporsional integral (PI). Sinyal kontrol yang diperoleh dibandingkan dengan sinyal keluaran dari osilator pada mikrokontroler sehingga dihasilkan pulsa kontrol. Arus referensi dihasilkan melalui perhitungan matematis persamaan sel surya. Hasil akhir

dari pengontrolan *buck converter* ini adalah dihasilkan arus, tegangan dan daya yang akan sesuai dengan karakteristik sel surya sebenarnya.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang dan membangun emulator sel surya yang dapat menggantikan sel surya sebenarnya untuk menghasilkan karakteristik dari sel surya menggunakan *buck converter* berbasis mikrokontroler Arduino.
2. Menganalisa pengaruh variasi nilai *irradiance*, suhu dan beban terhadap keluaran sel surya.
3. Membandingkan hasil pengujian perangkat keras emulator sel surya dengan hasil simulasi serta modul referensi *Shell SP75*.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dihasilkan sebuah emulator sel surya sebagai pengganti sel surya sebenarnya dalam menghasilkan karakteristik dari sel surya tanpa adanya pengaruh kondisi lingkungan.
2. Dapat diketahui pengaruh variasi masukan (*irradiance* dan suhu) serta beban terhadap keluaran sel surya.
3. Dapat diketahui perbandingan hasil pengujian perangkat keras emulator sel surya dengan hasil simulasi serta modul referensi *Shell SP75* sebagai evaluasi dan validasi rancang bangun emulator sel surya.

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana merancang dan membangun perangkat keras emulator sel surya menggunakan *buck converter* sebagai rangkaian elektronika daya yang dikontrol dan pengaplikasian mikrokontroler Arduino sebagai pengolah arus referensi dan pulsa kontrol berdasarkan persamaan matematis sel surya.
2. Bagaimana menganalisis pengaruh nilai masukan dan beban yang bervariasi terhadap keluaran sel surya.
3. Bagaimana memodelkan sel surya berdasarkan persamaan matematiknya pada simulink Matlab dan mikrokontroler serta memvalidasi hasil simulasi dan pengujian perangkat keras emulator sel surya.

1.5 Batasan Masalah

Beberapa hal yang menjadi batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah :

1. Menggunakan *buck converter* sebagai rangkaian elektronika daya yang dikontrol untuk menghasilkan keluaran arus dan tegangan yang sesuai dengan karakterisitik sel surya sebenarnya serta menggunakan mikrokontroler Arduino untuk memodelkan sel surya, mengolah arus referensi, melakukan pengontrolan dengan kontrol proporsional integral (PI) dan menghasilkan pulsa kontrol untuk *buck converter*.
2. Menggunakan *software* Matlab untuk mensimulasikan model sel surya, *buck converter*, kontrol proporsional integral (PI) dan model sistem emulator sel surya keseluruhan.

3. Pengujian dilakukan dengan memberikan nilai masukan sel surya berupa *irradiance* dan suhu sel yang bervariasi pada nilai beban yang bervariasi.
4. Membandingkan hasil simulasi dengan hasil pengujian perangkat keras emulator sel surya, serta membandingkan hasil kedua pengujian tersebut dengan modul referensi *Shell SP75*.

1.6 Hipotesis

Tegangan dan arus keluaran emulator sel surya sesuai dengan karakteristik sel surya yang sebenarnya. Keluaran ini merupakan hasil pengontrolan arus dengan pemberian pulsa kontrol ke *buck converter*. Pulsa kontrol yang diberikan berdasarkan pembandingan antara arus keluaran *buck converter* dengan arus referensi yang diolah pada mikrokontroler Arduino berdasarkan persamaan matematis sel surya. Pemberian variasi nilai beban akan mengakibatkan tegangan dan arus keluaran mengikuti kurva karakteristik hubungan antara arus dan tegangan (kurva I-V) serta hubungan daya dan tegangan (kurva P-V) sel surya. Selain itu, dengan melakukan variasi nilai masukan *irradiance* dan suhu maka akan mempengaruhi karakteristik sel surya. Semakin besar *irradiance* maka arus hubung singkat (*short circuit current*) dan tegangan hubung terbuka (*open circuit voltage*) keluaran sel surya akan semakin besar. Selain itu, semakin besar suhu sel surya maka nilai tegangan hubung terbuka keluaran sel surya akan semakin menurun, sedangkan nilai arus hubung singkat terjadi kenaikan. Perubahan nilai daya juga akan terjadi, yaitu daya maksimum akan semakin besar jika *irradiance* semakin besar atau suhu sel semakin menurun.

1.7 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan tugas akhir secara umum, berisi latar belakang, tujuan, manfaat penelitian, batasan masalah, perumusan masalah, hipotesis dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan secara umum tentang teori dasar yang behubungan dengan peralatan yang akan dibuat.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian yang berisi hasil dari pengujian dan pengambilan data, serta analisa hasil pengujian tersebut.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang suatu kesimpulan yang diperoleh dari pembuatan dan pengujian, serta saran-saran untuk pegembangan penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN