

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi panas merupakan salah satu bentuk energi yang banyak tersedia di lingkungan namun belum dimanfaatkan secara optimal. Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk mengonversi energi panas menjadi energi listrik adalah Thermoelectric Generator (TEG). TEG bekerja berdasarkan efek Seebeck, yaitu menghasilkan tegangan listrik akibat adanya perbedaan temperatur antara sisi panas dan sisi dingin modul. Karakteristik tersebut menjadikan TEG berpotensi diterapkan pada sistem pemanenan energi (*energy harvesting*), termasuk pemanfaatan panas yang berasal dari permukaan panel surya.

Meskipun memiliki potensi sebagai sumber energi alternatif, keluaran listrik TEG sangat dipengaruhi oleh perbedaan temperatur (ΔT) antara kedua sisinya. Besarnya tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan tidak bersifat konstan, melainkan berubah mengikuti kondisi termal yang terjadi pada modul. Oleh karena itu, karakteristik keluaran TEG perlu dievaluasi terlebih dahulu untuk mengetahui hubungan antara ΔT terhadap tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan, sehingga dapat diketahui kelayakan TEG sebagai sumber energi pada sistem pemanenan energi.

Selain dipengaruhi oleh kondisi termal, pemanfaatan TEG juga menghadapi keterbatasan pada besarnya tegangan keluaran yang relatif rendah. Tegangan keluaran satu modul TEG umumnya belum mencukupi untuk memenuhi kebutuhan masukan DC-DC Boost Converter. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan adalah menyusun beberapa modul TEG secara seri untuk meningkatkan tegangan keluaran sistem. Namun, konfigurasi tersebut perlu dievaluasi untuk mengetahui apakah tegangan yang dihasilkan telah memenuhi daerah operasi minimum dari DC-DC Boost Converter yang digunakan.

Setelah tegangan keluaran TEG berada pada daerah operasi converter, diperlukan proses regulasi tegangan agar keluaran sistem tetap berada pada nilai yang diinginkan meskipun terjadi perubahan kondisi masukan akibat perubahan ΔT . Pada penelitian ini diterapkan Fuzzy Logic Controller (FLC) sebagai pengendali eksternal yang mengatur aksi kendali berdasarkan nilai *error* dan *delta error*

tegangan keluaran. Kinerja FLC kemudian dievaluasi melalui perbandingan dengan kondisi operasi converter tanpa FLC untuk mengetahui pengaruh penerapan FLC terhadap kemampuan regulasi tegangan sistem.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini difokuskan pada evaluasi karakteristik keluaran TEG terhadap perubahan perbedaan temperatur, evaluasi kemampuan konfigurasi TEG dalam memenuhi daerah operasi DC-DC Boost Converter, serta evaluasi kinerja Fuzzy Logic Controller dalam meregulasi tegangan keluaran converter pada sistem pemanenan energi.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan masalah yang dapat dijadikan fokus pada proyek akhir ini adalah sebagai berikut.

- a) Bagaimana pengaruh perbedaan temperatur (ΔT) terhadap karakteristik tegangan, arus, keluaran TEG pada sistem yang dirancang?
- b) Bagaimana kemampuan konfigurasi TEG dalam menghasilkan tegangan yang memenuhi daerah operasi DC-DC boost converter?
- c) Bagaimana kinerja Fuzzy Logic Controller dalam meregulasi tegangan keluaran boost converter terhadap perubahan tegangan masukan dibandingkan dengan kondisi tanpa FLC?

1.3 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah dalam pembuatan proyek akhir ini adalah :

- a) Pengujian karakteristik TEG difokuskan pada pengaruh perbedaan temperatur (ΔT) terhadap tegangan, arus, dan daya keluaran modul TEG yang digunakan.
- b) Evaluasi konfigurasi TEG difokuskan pada kemampuan konfigurasi seri menghasilkan tegangan yang memenuhi daerah operasi DC-DC Boost Converter MT3608.
- c) DC-DC Boost Converter yang digunakan adalah modul MT3608 dan tidak mencakup perancangan topologi boost converter diskrit.
- d) Fuzzy Logic Controller digunakan sebagai pengendali eksternal untuk memengaruhi regulasi tegangan melalui jalur kontrol yang

diimplementasikan pada MT3608 dan dievaluasi dengan membandingkannya terhadap kondisi tanpa FLC.

- e) Evaluasi kinerja FLC dibatasi pada respons tegangan keluaran terhadap perubahan tegangan masukan menggunakan parameter error, rise time, settling time, dan overshoot.
- f) Sistem PV dan baterai LiFePO₄ digunakan sebagai konteks implementasi sistem pemanenan energi, tetapi evaluasi kinerja PV dan karakteristik pengisian baterai tidak menjadi fokus utama penelitian.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Tujuan proyek akhir ini dapat dilihat sebagai berikut sebagai berikut:

- a) Menganalisis pengaruh perbedaan temperatur (ΔT) terhadap tegangan, arus, dan daya keluaran TEG pada sistem yang dirancang.
- b) Mengevaluasi kemampuan konfigurasi TEG dalam menghasilkan tegangan yang memenuhi daerah operasi DC-DC boost converter.
- c) Mengevaluasi kinerja Fuzzy Logic Controller dalam meregulasi tegangan keluaran DC-DC Boost Converter terhadap perubahan tegangan masukan melalui perbandingan dengan kondisi tanpa FLC.

1.4.2 Manfaat

Manfaat proyek ini dapat dilihat sebagai berikut:

- a) Memberikan informasi eksperimental mengenai pengaruh perbedaan temperatur terhadap karakteristik tegangan, arus, dan daya keluaran TEG pada kondisi pengujian.
- b) Memberikan gambaran mengenai kemampuan konfigurasi seri TEG dalam memenuhi kebutuhan tegangan minimum DC-DC Boost Converter.
- c) Memberikan hasil evaluasi mengenai pengaruh penerapan Fuzzy Logic Controller terhadap kinerja regulasi tegangan DC-DC Boost Converter dibandingkan kondisi tanpa FLC.

- d) Menjadi referensi bagi pengembangan sistem pemanenan energi berbasis TEG, khususnya dalam pemilihan konfigurasi sumber, converter, dan strategi pengendalian tegangan.