

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan kebutuhan vital yang menjadi sumber daya utama dalam mendukung berbagai aktivitas kehidupan sehari-hari, khususnya pada sektor penerangan. Oleh karena itu, diperlukan pembangkit energi listrik yang andal dan mampu memenuhi kebutuhan masyarakat. Salah satu pembangkit yang sesuai untuk daerah dengan potensi aliran air adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Pada jenis pembangkit ini, salah satu generator yang banyak digunakan adalah Generator Induksi Penguatan Sendiri (GIPS) [1].

Generator Induksi Penguatan Sendiri (GIPS) adalah jenis generator induksi yang dapat membangkitkan tegangan sendiri tanpa suplai eksternal, dengan memanfaatkan kapasitor eksitasi yang terhubung ke terminal stator untuk membentuk medan magnet awal [2]. GIPS banyak diaplikasikan pada pembangkit skala kecil, seperti PLTMH dan turbin angin. Pemilihan GIPS didasarkan pada kemampuannya beroperasi dengan memanfaatkan energi mekanik dari turbin tanpa memerlukan sistem eksitasi terpisah [3]. Selain itu, GIPS memiliki keunggulan berupa konstruksi sederhana, biaya relatif rendah, perawatan yang mudah, serta cukup andal dalam menyuplai beban tiga fasa pada pembangkitan berskala kecil [4].

Meskipun demikian, GIPS memiliki kelemahan pada kestabilan tegangan ketika menyalurkan energi listrik ke beban yang bervariasi. Kondisi ini menjadi permasalahan utama karena fluktuasi tegangan dapat menurunkan kualitas daya listrik [5]. Untuk mengatasi hal tersebut, biasanya digunakan *Electrical Load Control* (ELC) yang berfungsi sebagai pengendali beban dummy. Melalui mekanisme ini, sisa daya yang tidak terserap oleh beban utama dialihkan ke beban dummy sehingga mencegah lonjakan tegangan dan menjaga kualitas daya yang disuplai ke beban tiga fasa.

Penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Badrudeen, telah membahas penggunaan berbagai metode kendali, berupa kendali *fuzzy*, untuk mengontrol *Self Excited Induction Generator* (SEIG) melalui ELC konvensional. Namun, penerapan tersebut masih memiliki keterbatasan karena energi berlebih hanya dibuang dalam bentuk panas. Hal ini menimbulkan inefisiensi, terutama pada sistem pembangkit energi terbarukan skala kecil yang seharusnya mampu memanfaatkan daya secara optimal [6].

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini berfokus pada perancangan ELC berbasis baterai sebagai media penyimpanan energi dengan analisis menggunakan *MATLAB/Simulink*. Penggunaan kendali PID ditujukan untuk

menghasilkan sinyal PWM yang mampu mengatur aliran daya secara lebih presisi. Ketika daya keluaran generator melebihi kebutuhan beban utama.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah dijelaskan diatas maka dapat dibuat perumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh penggunaan *Electronic Load Controller* (ELC) terhadap kestabilan tegangan yang dihasilkan oleh generator penguatan sendiri saat diberi beban utama dengan variasi beban yang berbeda?
2. Bagaimana penerapan kendali PID pada *buck converter* dapat mengatur aliran daya sisa dari Generator Induksi Penguatan Sendiri (GIPS) menuju *Electrical Load Control* (ELC)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. mengetahui pengaruh penggunaan *Electronic Load Controller* (ELC) terhadap kestabilan tegangan yang dihasilkan oleh generator penguatan sendiri saat diberi beban utama dengan variasi beban yang berbeda.
2. Menganalisis penerapan kendali PID pada *buck converter* dalam mengatur aliran daya sisa dari Generator Induksi Penguatan Sendiri (GIPS) menuju *Electrical Load Control* (ELC).

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan pemahaman mengenai peran *Electronic Load Controller* (ELC) dalam menjaga kestabilan tegangan pada sistem generator penguatan sendiri.
2. Memberikan kontribusi berupa pemahaman mengenai efektivitas kendali PID dalam menjaga kestabilan aliran daya sisa dari Generator Induksi Penguatan Sendiri (GIPS) menuju *Electrical Load Control* (ELC).

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem yang diteliti merupakan *Electrical Load Control* (ELC) dengan kendali PID yang dikombinasikan dengan baterai sebagai dummy load, tanpa dilakukan perbandingan dengan metode kendali lainnya.
2. Penelitian ini difokuskan pada upaya menjaga kestabilan sistem dengan mengalihkan sisa daya yang tidak terpakai ke dummy load, sehingga tidak ada energi yang terbuang.
3. Pengujian dilakukan menggunakan simulasi *MATLAB/Simulink*, tanpa mempertimbangkan faktor eksternal seperti rugi-rugi mekanis turbin, variasi kecepatan aliran air, kondisi lingkungan, maupun integrasi dengan sistem grid.

1.6 Sistematika Penulisan

Tugas Akhir ini disusun dalam beberapa bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

- BAB I Pendahuluan
Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penyusunan laporan.
- BAB II Landasan Teori
Bab ini berisi mengenai teori-teori yang berkaitan dengan penelitian tugas akhir.
- BAB III Metodologi Penelitian
Bab ini berisikan informasi mengenai metodologi penelitian yang digunakan berupa metode penelitian, *flowchart* (diagram alir) penelitian.
- BAB IV Hasil dan Pembahasan
Berisi tentang hasil penelitian dan pembahasan terkait dengan penelitian
- BAB V Penutup
Berisi kesimpulan dan saran mengenai permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini.