

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, pengujian, dan analisis yang telah dilakukan pada sistem *Electronic Load Controller* (ELC) untuk Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPH) berbasis *Self-Excited Induction Generator* (SEIG), dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Perubahan beban pada sistem PLTPH berbasis SEIG dengan daya pembangkitan yang diasumsikan konstan menyebabkan perubahan keseimbangan daya yang berdampak pada tegangan dan frekuensi generator. Penerapan ELC berbasis pengendali Proportional-Integral (PI) mampu merespons perubahan tersebut dengan mengatur daya pada sisi ELC sehingga keluaran generator dapat dipertahankan pada kondisi mendekati nilai nominal, yaitu tegangan 380 V dan frekuensi 50 Hz.
2. Model ELC berbasis pengendali Proportional-Integral (PI) berhasil dirancang dan diimplementasikan pada pemodelan sistem PLTPH menggunakan SEIG. Hasil simulasi MATLAB/Simulink menunjukkan bahwa pengendali PI mampu merespons perubahan beban dan meredam perubahan daya, serta mempertahankan kestabilan tegangan dan frekuensi. Hasil pengujian menunjukkan simpangan tegangan maksimum sebesar 3,705% dengan deviasi rata-rata sebesar 2,34%, sedangkan frekuensi memiliki deviasi maksimum sebesar 0,1336% dengan deviasi rata-rata sebesar -0,02%.
3. Pengendali PI mampu mengatur penyaluran daya berlebih pada sistem ELC melalui pembagian daya antara baterai dan beban dummy. Ketika terdapat daya berlebih dari generator, sebagian daya dapat dialihkan untuk pengisian baterai, sedangkan daya lainnya disalurkan ke beban dummy sesuai kebutuhan pengendalian. Dengan demikian, sistem tidak hanya mengandalkan beban dummy sebagai penyerap daya berlebih, tetapi juga memungkinkan sebagian daya tersebut disimpan pada baterai, dengan tetap menjaga kestabilan sistem pembangkitan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa pengembangan masih dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja sistem pada penelitian selanjutnya. Adapun saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya, model sistem PLTPH dapat dikembangkan dengan mempertimbangkan perubahan daya mekanis turbin akibat variasi debit air. Penelitian ini masih menggunakan asumsi daya mekanis masukan generator yang konstan, sehingga pengujian dengan kondisi sumber energi

primer yang berubah diperlukan untuk mengetahui kemampuan sistem ELC dalam mempertahankan kestabilan tegangan dan frekuensi.

2. Pengembangan metode pengendalian dapat dilakukan dengan membandingkan kinerja kontrol PI dengan metode kontrol lainnya, seperti kontrol adaptif atau *fuzzy logic*. Perbandingan tersebut dapat digunakan untuk mengetahui metode pengendalian yang lebih optimal dalam meningkatkan respons transien, memperkecil *error* steady-state, dan mempercepat waktu pemulihan sistem terhadap perubahan beban.
3. Penelitian selanjutnya dapat melakukan validasi model simulasi melalui implementasi perangkat keras atau pengujian skala laboratorium. Validasi ini diperlukan untuk mengetahui kesesuaian hasil simulasi dengan kondisi nyata, terutama terhadap karakteristik SEIG, respons rangkaian elektronika daya, serta kemampuan ELC dalam menjaga kestabilan sistem PLTPH.
4. Pengembangan sistem manajemen energi (EMS) dapat dilakukan dengan mempertimbangkan strategi pengelolaan energi yang lebih kompleks. Pada penelitian ini, pengaturan energi baterai masih menggunakan metode berbasis batas nilai *State of Charge* (SOC), sehingga penelitian berikutnya dapat mempertimbangkan karakteristik baterai yang lebih detail untuk meningkatkan efektivitas sistem penyimpanan energi.

