

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Pada penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Model pengendali tegangan berbasis *Feed Forward Neural Network* (FFNN) berhasil dirancang dan diimplementasikan pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPH). Sistem PLTPH mampu menghasilkan daya sebesar 1000 W dengan Tegangan nominal 380 V dan frekuensi 50 Hz. Model FFNN digunakan untuk menghasilkan sinyal kendali berupa *duty cycle* PWM yang mengatur kerja DC *chopper* dalam sistem manajemen energi, sehingga mampu merespons perubahan kondisi daya pada sistem berdasarkan perubahan frekuensi dan beban harian. Dimana Sistem Manajemen energi yang diintegrasikan mampu mengalihkan daya mencapai 450 W dengan pengaturan pada *Duty cycle* pada rentang 0-0.5.
2. Efektivitas pengendali FFNN telah diuji melalui simulasi pada lingkungan MATLAB/Simulink, dengan menggunakan profil beban dinamis yang merepresentasikan kondisi operasi harian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga kestabilan tegangan dan frekuensi dengan deviasi rata-rata yang relatif kecil yaitu 2.68 % pada tegangan dan 0.04 % pada frekuensi, sehingga pengendali FFNN dapat dikatakan bekerja secara efektif dalam menghadapi perubahan beban.
3. Hasil pengujian sistem yang diusulkan telah dibandingkan dengan beberapa penelitian sebelumnya, dan menunjukkan bahwa pendekatan EMS berbasis FFNN memberikan kinerja yang kompetitif, bahkan lebih baik pada beberapa parameter tertentu, khususnya pada nilai deviasi frekuensi rata-rata. Hal ini menunjukkan bahwa metode yang diusulkan merupakan pengembangan yang relevan dan layak dibandingkan metode pengendalian sebelumnya pada sistem PLTPH.
4. Pada pengaturan energi, penggunaan *dummy load* yang dikombinasikan dengan pengisian baterai memberikan keunggulan dibandingkan metode sebelumnya yang hanya menggunakan beban penyeimbang. Cara ini memungkinkan kelebihan daya tidak hanya dibuang, tetapi juga dimanfaatkan sebagai energi tersimpan, sehingga meningkatkan efisiensi sistem secara keseluruhan.

### 5.2 Saran

Dalam melaksanakan penelitian terdapat beberapa hal yang perlu untuk digali lebih jauh, beberapa diantaranya ialah.

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk meningkatkan kemampuan pengendali berbasis FFNN dalam menghadapi kondisi transien awal dan perubahan beban

yang lebih ekstrem mengingat pada penelitian ini pengujian difokuskan pada kondisi operasi tertentu dengan variasi beban yang terbatas.

2. Pada pengembangan sistem PLTPH, aspek mekanik disarankan untuk dilibatkan secara lebih komprehensif, khususnya pengaruh variasi debit air, tinggi jatuh air (*head*), serta karakteristik turbin terhadap kestabilan kecepatan putar generator, yang secara langsung memengaruhi frekuensi dan tegangan keluaran SEIG.
3. Pengembangan lebih lanjut terhadap strategi manajemen daya reaktif, khususnya pengaturan nilai dan konfigurasi kapasitor eksitasi SEIG, disarankan untuk diteliti, karena pada penelitian ini kapasitor digunakan dengan nilai tetap sehingga respon tegangan masih dipengaruhi oleh perubahan kondisi beban.

