

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan pada tugas akhir ini, dapat ditarik beberapa Kesimpulan utama sebagai berikut :

- a) Sistem kendali prime mover berbasis ESP32 berhasil direalisasikan dengan baik, dimana mikrokontroler mengatur frekuensi inverter melalui modul PWM to Voltage sebagai pengubah sinyal PWM menjadi tegangan analog 0-10 V. modul PWM to Voltage terbukti mampu menghasilkan tegangan keluaran yang linier dan sesuai dengan nilai perhitungan, sehingga dapat digunakan sebagai referensi frekuensi inverter secara stabil.
- b) Sistem konversi sinyal PWM menjadi tegangan analog 0–10 V menggunakan modul PWM to Voltage Converter berhasil direalisasikan dengan baik. Modul ini mampu mengubah sinyal PWM dari ESP32 menjadi tegangan analog yang stabil dan sesuai untuk digunakan sebagai input referensi pada inverter
- c) Pada pengujian respon start-up dan step load, sistem menunjukkan karakteristik yang stabil. Ketika terjadi penambahan beban, sistem mengalami penurunan tegangan sesaat (voltage drop), namun kontrol PI mampu mengoreksi kesalahan tersebut dan mengembalikan tegangan mendekati setpoint dengan osilasi yang minimal.
- d) Sistem monitoring berbasis HMI Nextion berhasil dibangun dan mampu menampilkan parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, dan daya secara real-time. Dengan adanya sistem monitoring ini, kondisi sistem dapat diamati secara langsung sehingga memudahkan pengguna dalam mengetahui apakah sistem bekerja dengan normal atau mengalami gangguan.

Secara keseluruhan, sistem prime mover generator yang dirancang mampu bekerja secara stabil baik pada kondisi tanpa beban maupun dengan beban. Pengaturan kecepatan melalui inverter yang dikendalikan oleh ESP32 menjadi faktor utama dalam menjaga kestabilan tegangan sistem

## 5.2 Saran

Untuk pengembangan dan penyempurnaan sistem ini untuk kedepannya, maka Adapun beberapa saran sebagai berikut :

- a) Mengembangkan metode tuning kontrol yang lebih sistematis selain metode trial and error, seperti metode Ziegler-Nichols atau metode optimasi lainnya, agar parameter PI yang diperoleh lebih optimal dan menghasilkan respon yang lebih cepat serta overshoot yang lebih kecil.
- b) Mengembangkan desain perangkat keras dalam bentuk PCB khusus agar sistem lebih rapi, stabil, dan tahan terhadap gangguan listrik, serta menambahkan sistem proteksi seperti fuse, pendingin (heatsink/kipas), dan proteksi lonjakan tegangan untuk meningkatkan keandalan sistem.
- c) Mengembangkan sistem monitoring berbasis komunikasi nirkabel (Wi-Fi) pada ESP32 untuk pencatatan data (data logging) secara real-time, sehingga analisis performa sistem dapat dilakukan lebih detail dan terdokumentasi dengan baik.
- d) Menambahkan sensor kecepatan (tachometer encoder) secara langsung pada poros motor induksi untuk memperoleh data RPM yang lebih akurat sebagai parameter tambahan dalam evaluasi kestabilan prime mover.