

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, serta pengujian sistem pengendalian motor tiga fasa pada crane menggunakan joystick dan komunikasi nirkabel berbasis Arduino UNO, ESP32, NRF24L01, dan komunikasi Modbus RTU melalui RS485 ke VFD, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

- 1 Sistem telekontrol crane berhasil dirancang dan direalisasikan menggunakan dua unit utama, yaitu unit transmitter yang terdiri dari Arduino UNO, joystick analog, dan modul NRF24L01, serta unit receiver yang terdiri dari ESP32, modul NRF24L01, modul RS485, dan VFD sebagai pengendali motor induksi tiga fasa.
- 2 Joystick analog mampu berfungsi sebagai perangkat masukan untuk menghasilkan perubahan nilai ADC yang digunakan sebagai acuan dalam menentukan arah dan kecepatan putaran motor. Perubahan posisi joystick dapat diterjemahkan dengan baik oleh mikrokontroler menjadi perintah pengendalian.
- 3 Komunikasi nirkabel menggunakan modul NRF24L01 berhasil mengirimkan data kendali dari unit transmitter ke unit receiver sehingga proses pengendalian motor dapat dilakukan tanpa menggunakan kabel kontrol secara langsung.
- 4 ESP32 berhasil mengolah data yang diterima menjadi perintah komunikasi Modbus RTU dan mengirimkannya ke VFD melalui antarmuka RS485. Pengendalian arah putaran motor dilakukan melalui register Operation Command (2401H), sedangkan pengendalian kecepatan dilakukan melalui register Frequency Command (2402H).
- 5 Sistem mampu mengendalikan arah putaran motor (maju, mundur, dan berhenti) serta mengatur kecepatan motor sesuai perubahan posisi joystick. Penggunaan metode pemetaan (mapping) nilai joystick terhadap frekuensi

keluaran VFD menghasilkan respons pengendalian yang baik sesuai dengan rancangan sistem.

- 6 Berdasarkan hasil pengujian fungsional yang telah dilakukan, seluruh komponen sistem dapat bekerja secara terintegrasi mulai dari pembacaan joystick, komunikasi nirkabel, komunikasi Modbus RTU, hingga pengendalian motor induksi tiga fasa, sehingga tujuan penelitian ini dapat tercapai.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat digunakan sebagai pengembangan penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut.

- 1 Melakukan pengujian komunikasi nirkabel pada berbagai kondisi lingkungan dan variasi jarak yang lebih luas untuk memperoleh karakteristik komunikasi NRF24L01 secara lebih lengkap.
- 2 Menambahkan sensor umpan balik, seperti rotary encoder atau sensor kecepatan, sehingga sistem dapat dikembangkan menjadi sistem pengendalian tertutup (closed loop control) yang mampu mempertahankan kecepatan motor sesuai nilai referensi.
- 3 Menambahkan limit switch atau sensor posisi pada mekanisme crane sebagai sistem pengaman untuk membatasi pergerakan motor pada batas operasi tertentu.
- 4 Mengembangkan sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) sehingga kondisi motor, frekuensi kerja VFD, status komunikasi, dan parameter lainnya dapat dipantau secara real-time melalui komputer atau perangkat bergerak.
- 5 Mengembangkan sistem agar mampu mengendalikan lebih dari satu motor induksi tiga fasa secara bersamaan sehingga dapat diterapkan pada sistem crane yang memiliki beberapa sumbu gerak.
- 6 Melakukan pengujian performa yang lebih lengkap, seperti pengukuran waktu respons sistem, tingkat keberhasilan komunikasi, konsumsi daya,

serta akurasi pengaturan frekuensi motor untuk memperoleh evaluasi kinerja sistem yang lebih komprehensif.

