

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Crane merupakan salah satu alat utama dalam proyek konstruksi gedung bertingkat maupun pembangunan infrastruktur skala besar karena digunakan untuk memindahkan material berat baik secara vertikal maupun horizontal. Kinerja crane yang optimal dan dapat diandalkan sangat berpengaruh terhadap tingkat produktivitas serta keamanan kerja di lokasi proyek. Umumnya, sistem penggerak crane memanfaatkan motor induksi tiga fasa karena memiliki torsi awal yang besar, efisiensi energi yang baik, serta daya tahan tinggi terhadap beban berat dan siklus operasi yang berulang. Namun demikian, sistem pengendalian crane yang masih menggunakan panel kontrol berbasis kabel memiliki berbagai keterbatasan, khususnya dalam hal fleksibilitas operasional, jangkauan pengendalian, serta aspek keselamatan operator[1].

Pada sistem konvensional, operator umumnya berada di dekat panel kontrol yang terhubung langsung ke sistem penggerak menggunakan kabel. Situasi ini menimbulkan beberapa kendala, seperti terbatasnya mobilitas operator, meningkatnya risiko keselamatan ketika operator berada di sekitar beban yang sedang dipindahkan, serta panjang kabel yang membatasi jangkauan pengoperasian crane. Berdasarkan kajian di sektor konstruksi, kecelakaan kerja kerap terjadi akibat posisi operator yang tidak leluasa dan paparan terhadap area berbahaya dari material yang bergerak. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pengembangan sistem kendali yang lebih aman dan fleksibel[2].

Perkembangan teknologi komunikasi nirkabel serta sistem kendali berbasis mikrokontroler yang semakin pesat memberikan solusi terhadap keterbatasan sistem konvensional. Teknologi seperti modul RF, Bluetooth, maupun Wi-Fi memungkinkan pengiriman data kendali secara real-time tanpa ketergantungan pada kabel, sehingga operator dapat mengoperasikan crane dari jarak yang lebih aman dengan sudut pandang kerja yang lebih optimal. Selain itu, penggunaan joystick sebagai perangkat masukan menawarkan kemudahan, kenyamanan, serta

tingkat presisi yang lebih baik dalam mengatur arah dan kecepatan motor dibandingkan tombol kontrol sederhana pada panel tradisional.

Dalam implementasi sistem kendali berbasis mikrokontroler, Arduino dipilih sebagai platform utama karena bersifat open-source, fleksibel, mudah diprogram, serta kompatibel dengan berbagai modul komunikasi dan perangkat kontrol industri, termasuk inverter atau Variable Frequency Drive (VFD). VFD memiliki peran penting dalam sistem ini karena mampu mengatur frekuensi dan tegangan suplai ke motor induksi tiga fasa, sehingga kecepatan putaran motor dapat dikendalikan secara halus, responsif, dan efisien sesuai kebutuhan operasional crane[3].

Integrasi antara joystick, Arduino, modul komunikasi nirkabel, serta VFD diharapkan mampu menghasilkan sistem kendali yang tidak hanya memperluas fleksibilitas dan jangkauan pengoperasian, tetapi juga meningkatkan tingkat keselamatan kerja secara signifikan. Melalui sistem ini, operator dapat menentukan posisi kerja yang lebih aman dan strategis di area proyek, sehingga risiko paparan terhadap potensi bahaya dapat diminimalkan sekaligus mendukung peningkatan produktivitas operasional crane. Selain itu, sistem kendali nirkabel berbasis mikrokontroler ini juga memberikan landasan yang kuat untuk pengembangan fitur lanjutan, seperti pemantauan secara real-time, pengendalian berbasis sensor, serta integrasi dengan sistem otomasi industri di masa depan.

Berdasarkan penjelasan tersebut, diperlukan perancangan sistem pengendalian motor tiga fasa pada crane yang memanfaatkan joystick dan komunikasi nirkabel berbasis Arduino untuk mengatasi keterbatasan sistem konvensional serta meningkatkan fleksibilitas, keselamatan, dan kinerja operasional. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi kendali crane yang lebih modern, aman, dan efisien, sekaligus menjadi referensi bagi penerapan teknologi mikrokontroler dan komunikasi nirkabel pada aplikasi industri sejenis[3].

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem pengendalian motor tiga fasa pada crane berbasis Arduino yang mampu mengatur arah dan kecepatan motor secara stabil dan aman, berdasarkan parameter kestabilan putaran motor, respon sistem, serta keamanan operasi ?
2. Bagaimana mengimplementasikan joystick sebagai perangkat input untuk mengendalikan arah dan kecepatan motor dengan tingkat akurasi dan responsivitas yang baik, ditinjau dari akurasi pembacaan joystick, delay respon, dan linearitas input-output ?
3. Bagaimana merancang sistem komunikasi nirkabel untuk pengendalian crane jarak jauh yang memiliki jangkauan luas, keandalan tinggi, dan minim gangguan sinyal, berdasarkan parameter jarak komunikasi, delay transmisi, dan keberhasilan pengiriman data ?
4. Bagaimana kinerja keseluruhan sistem dalam mengendalikan motor tiga fasa pada crane berdasarkan parameter waktu respon sistem, kestabilan kecepatan motor, dan keandalan sistem secara kontinu ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan merealisasikan sistem pengendalian motor tiga fasa pada crane berbasis Arduino yang mampu mengatur arah dan kecepatan motor secara stabil dan aman, dengan kinerja yang ditinjau dari kestabilan putaran motor, respon sistem, serta keamanan operasi.
2. Mengimplementasikan joystick sebagai perangkat input pengendali arah dan kecepatan motor dengan tingkat akurasi dan responsivitas yang baik berdasarkan akurasi pembacaan, delay respon, dan linearitas input-output.
3. Merancang dan mengimplementasikan sistem komunikasi nirkabel untuk pengendalian crane jarak jauh yang andal dengan mempertimbangkan

jangkauan komunikasi, delay transmisi, serta tingkat keberhasilan pengiriman data.

4. Menganalisis kinerja keseluruhan sistem pengendalian motor tiga fasa pada crane berdasarkan waktu respon sistem, kestabilan kecepatan motor, dan keandalan sistem dalam beroperasi secara kontinu.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian dan penulisan tugas akhir ini dibatasi oleh beberapa batasan sebagai berikut:

1. Motor yang digunakan adalah motor tiga fasa.
2. Sistem hanya difokuskan pada pengendalian arah dan kecepatan motor.
3. Pengendalian dilakukan menggunakan joystick dan komunikasi nirkabel.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang, permasalahan, dan tujuan yang telah diuraikan, manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah wawasan tentang pengendalian motor tiga fasa menggunakan mikrokontroller dan komunikasi nirkabel.
2. Mempermudah pengoperasian crane jarak jauh.
3. Memberikan dasar pengembangan sistem kontrol industri yang efisien dan modern.
4. Melatih kemampuan analisis, perancangan, perakitan, pemrograman, dan pengujian sistem berbasis perangkat keras dan perangkat lunak secara terpadu.