

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan teknologi otomatisasi memiliki peran yang sangat penting dalam meningkatkan efisiensi, kecepatan proses, serta tingkat keselamatan kerja pada berbagai sektor industri. Otomatisasi memungkinkan berbagai proses produksi dan penanganan material dilakukan secara lebih terstruktur, konsisten, serta meminimalkan kesalahan yang disebabkan oleh faktor manusia (*human error*). Penerapan sistem otomatisasi pada industri modern bertujuan untuk meningkatkan produktivitas, kualitas proses, serta keselamatan dalam kegiatan operasional.

Dalam bidang logistik dan penanganan material, salah satu peralatan yang banyak digunakan adalah *gantry crane*, yaitu alat angkat yang dirancang untuk memindahkan beban berat seperti kontainer atau material industri dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Peralatan ini umum digunakan pada area pelabuhan, terminal peti kemas, pabrik, maupun fasilitas pergudangan karena mampu menangani beban dengan kapasitas besar serta menjangkau area kerja yang luas.

Dalam pengoperasiannya, aspek keselamatan kerja menjadi perhatian utama, khususnya pada penggunaan *Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane* yang menangani beban besar dan melibatkan komponen mekanis yang bergerak secara aktif. Operator yang mengendalikan alat ini umumnya berada pada kabin yang terletak pada posisi cukup tinggi, sehingga berpotensi menimbulkan risiko kecelakaan kerja seperti terjatuh, tertimpa material, maupun terkena bagian mesin yang bergerak. Pekerjaan yang melibatkan pengoperasian alat berat pada ketinggian memiliki tingkat risiko kecelakaan kerja yang cukup tinggi apabila tidak didukung dengan sistem pengamanan yang memadai.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan pengembangan teknologi otomatisasi pada sistem *crane* guna mengurangi ketergantungan terhadap operator yang harus berada langsung di area berisiko. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah dengan merancang sistem kendali otomatis menggunakan

mikrokontroler Arduino Mega 2560 yang diintegrasikan dengan aplikasi Blynk. Hal itu akan membentuk integrasi sistem kendali yang memanfaatkan konsep *Internet of Things* (IoT), yaitu teknologi yang memungkinkan perangkat fisik saling terhubung melalui jaringan internet untuk melakukan pertukaran data dan pengendalian secara jarak jauh. IoT memungkinkan perangkat elektronik untuk dikendalikan secara *real-time* melalui jaringan komunikasi, sehingga meningkatkan efisiensi serta fleksibilitas sistem operasional.

Implementasi sistem otomatisasi ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan aspek keselamatan kerja, tetapi juga dapat meningkatkan performa operasional alat. Sistem pengendalian manual yang masih bergantung pada operator cenderung memiliki potensi kesalahan manusia serta ketidakkonsistenan dalam pengaturan kecepatan maupun posisi pergerakan crane. Dengan memanfaatkan sensor posisi serta sistem kendali otomatis, pergerakan crane dapat diatur secara lebih presisi dan responsif sesuai dengan perintah yang diberikan, sehingga waktu henti operasional dapat diminimalkan dan tingkat keandalan sistem dapat ditingkatkan.

Selain itu, penerapan teknologi IoT melalui aplikasi *Blynk* juga memberikan fleksibilitas dalam proses pengoperasian *crane*, terutama pada lingkungan kerja luar ruangan yang sering dipengaruhi oleh kondisi cuaca seperti angin kencang, hujan, maupun suhu ekstrem. Kemampuan pengendalian jarak jauh memungkinkan operator tetap dapat mengoperasikan sistem tanpa harus berada secara langsung di lokasi yang berpotensi membahayakan. Dengan demikian, pengembangan sistem otomatisasi ini diharapkan mampu meningkatkan tingkat keselamatan kerja, efisiensi proses, produktivitas operasional, serta kemampuan adaptasi *sistem gantry crane* terhadap berbagai kondisi lingkungan industri.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

- a. Bagaimana merancang suatu sistem yang mampu menyediakan fitur pengendalian jarak jauh sehingga operator dapat mengoperasikan *crane* secara *real-time* dengan lebih mudah dan aman?
- b. Bagaimana merancang dan membangun prototipe *Automated Rubber Tyred Gantry Crane* dengan sistem *anti-tilt spreader* yang memanfaatkan mikrokontroler Arduino serta terintegrasi dengan aplikasi Blynk sehingga dapat beroperasi secara otomatis?
- c. Bagaimana penerapan sistem kendali otomatis berbasis aplikasi *Blynk* pada *crane* dapat meningkatkan efisiensi dalam proses pemindahan peti kemas?
- d. Bagaimana prototipe sebelumnya dapat disempurnakan dengan prototipe yang baru?

### 1.3 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan yang ingin dicapai dari pelaksanaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Merancang serta membangun prototipe *Automated Rubber Tyred Gantry Crane* dengan sistem *anti-tilt spreader* yang menggunakan mikrokontroler Arduino dan terintegrasi dengan aplikasi *Blynk*, sehingga sistem dapat beroperasi secara otomatis.
- b. Mengembangkan sistem kendali berbasis aplikasi *Blynk* yang memungkinkan operator melakukan pengoperasian *crane* secara jarak jauh dan *real-time*, sehingga dapat meningkatkan efisiensi operasional sekaligus mengurangi potensi risiko kecelakaan kerja.
- c. Meningkatkan efektivitas proses pemindahan dan penempatan peti kemas melalui penerapan sistem otomatisasi berbasis Arduino, yang mampu meminimalkan kesalahan posisi serta mempercepat waktu pemindahan.
- d. Menyempurnakan prototipe yang sebelumnya telah ada dengan memperbaiki kekurangan pada kemiringan *spreader* yang terlalu besar dan menambahkan motor baru.

## 1.4 Manfaat Tugas Akhir

### 1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan solusi praktis berupa prototipe *Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane* otomatis yang dapat meningkatkan tingkat keselamatan kerja bagi operator serta meningkatkan efisiensi operasional dalam proses pemindahan peti kemas di area pelabuhan. Pemanfaatan aplikasi *Blynk* sebagai media pengendalian memungkinkan crane dioperasikan secara jarak jauh, sehingga potensi risiko kecelakaan kerja dapat diminimalkan sekaligus mempermudah proses pengendalian sistem.

### 1.4.2 Manfaat Praktis

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi dan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang otomasi industri berbasis *Internet of Things (IoT)*. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi bahan kajian serta referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan pengembangan sistem otomatisasi dan pengendalian jarak jauh berbasis mikrokontroler, terutama pada aplikasi sistem *crane*.

## 1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan lebih terarah dan tidak melebar dari tujuan yang telah ditetapkan, maka penelitian ini dibatasi oleh beberapa ruang lingkup sebagai berikut:

1. Tugas Akhir yang dilaksanakan merupakan referensi dari tugas akhir yang sudah ada sebelumnya dan dilakukan pengoptimalan pada *spreader* dan kontrol alat.
2. Sistem yang dirancang dan dikembangkan berupa prototipe dalam bentuk miniatur, sehingga tidak merepresentasikan ukuran sebenarnya dari *Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane* yang digunakan pada industri atau pelabuhan.

3. Sistem prototipe menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai pusat pengendali utama dalam mengatur seluruh proses kerja alat.
4. Pengoperasian prototipe dilakukan melalui aplikasi *Blynk* yang berfungsi sebagai antarmuka kendali berbasis *Internet of Things* (IoT).
5. Komunikasi antara perangkat keras dan perangkat lunak pada aplikasi *Blynk* dilakukan melalui jaringan *WiFi* dengan memanfaatkan modul ESP32 (Lolin S2 Mini).
6. Prototipe dirancang memiliki 2 metode pengoperasian, yaitu:
  - Mode manual, dimana pengendalian dilakukan melalui tombol-tombol yang tersedia pada aplikasi *Blynk*.
  - Mode otomatis, yang bekerja berdasarkan koordinat blok penempatan kontainer yang telah ditentukan (blok A–I).
7. Sistem penggerak pada prototipe menggunakan tujuh motor DC tipe *geared* dan satu motor servo, yang seluruhnya dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Mega 2560 dengan dukungan modul *WiFi* ESP32 (Lolin S2 Mini).
8. Proses pemindahan kontainer pada prototipe dibatasi pada dua arah pergerakan, yaitu dari posisi truk menuju area *container yard* dan sebaliknya.
9. Sistem pendeteksi posisi yang digunakan meliputi beberapa jenis sensor, yaitu *rotary encoder*, sensor *infrared*, dan *limit switch*, yang berfungsi untuk membaca posisi pergerakan serta sebagai sistem pengaman dalam operasi alat.
10. Pengujian terhadap prototipe dilakukan di dalam ruangan, sehingga tidak mencakup pengujian secara langsung pada kondisi lapangan atau di area pelabuhan yang sebenarnya.

## 1.6 Sistematika Tugas Akhir

Penyusunan penulisan dalam tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

### BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian mengenai latar belakang masalah yang menjadi dasar dilakukannya penelitian, khususnya permasalahan kemiringan *spreader* pada prototipe *Automated RTG Crane* hasil pengembangan sebelumnya, perumusan

masalah yang menjadi fokus kajian, tujuan penelitian, manfaat baik secara teoritis maupun praktis, batasan masalah untuk memperjelas ruang lingkup penelitian, serta gambaran umum sistematika penulisan laporan ini.

## BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tinjauan pustaka atas penelitian-penelitian terdahulu yang relevan, serta kajian teori-teori yang mendasari penelitian, meliputi konsep dasar *Rubber Tyred Gantry* (RTG) *Crane*, mikrokontroler, sensor MPU-6050, motor DC dan *driver motor*, *rotary encoder*, konsep komunikasi nirkabel berbasis *Wi-Fi* dan platform Blynk IoT, serta teori sistem kendali khususnya metode *Proportional-Integral-Derivative* (PID) yang menjadi dasar algoritma kendali *Anti-Tilt* pada penelitian ini.

## BAB III : PERANCANGAN TUGAS AKHIR

Bab ini membahas rancangan sistem yang akan dibuat, meliputi diagram blok sistem secara keseluruhan, perancangan perangkat keras (*hardware*) mencakup skematik catu daya, modul komunikasi *Wi-Fi*, rangkaian motor, sensor, dan komponen keluaran, serta perancangan perangkat lunak (*software*) mencakup alur kerja program dan rancangan algoritma kendali PID *Anti-Tilt* yang akan diimplementasikan pada mikrokontroler.

## BAB IV : PEMBUATAN ALAT

Bab ini menjelaskan tahapan pembuatan sistem secara nyata berdasarkan rancangan pada Bab III, mulai dari daftar alat dan bahan yang digunakan, pembuatan rangkaian elektronika, perakitan perangkat keras termasuk penambahan motor *pulley* kedua dan pemasangan sensor MPU-6050 pada *spreader*, hingga pemrograman perangkat lunak pada mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan modul Wemos S2 Mini, termasuk konfigurasi aplikasi Blynk IoT.

## BAB V : PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT

Bab ini berisi hasil pengujian sistem yang telah dibuat, meliputi verifikasi fungsi sensor MPU-6050, pengujian kemiringan *spreader* baik sebelum maupun sesudah penerapan kendali PID *Anti-Tilt* beserta proses *tuning* parameter Kp, Ki, dan Kd, serta pengujian kecepatan respon sistem pada mode manual dan mode otomatis, disertai analisis dan perbandingan terhadap sistem sebelumnya.

## BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil perancangan, pembuatan, dan pengujian sistem *Anti-Tilt spreader* berbasis kendali PID dan aplikasi Blynk pada prototipe *Automated RTG Crane*, serta saran untuk pengembangan sistem lebih lanjut agar lebih optimal dan aplikatif pada skala yang lebih besar.