

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Berdasarkan data hasil survei International Federation of Robotics (IFR) yaitu organisasi profesional yang didirikan pada tahun 1987 untuk mempromosikan, memperkuat dan melindungi industri robotika di seluruh dunia mencatat bahwa penjualan robot setiap tahunnya meningkat. Sejak tahun 2010, permintaan untuk robot industri meningkat pesat karena tren yang sedang berlangsung menuju otomatisasi dan perbaikan teknis inovatif yang berlanjut di robot industri. Antara tahun 2012 sampai dengan tahun 2017, rata-rata peningkatan penjualan robot di dunia adalah 19%. Pada tahun 2017 tercatat bahwa penjualan robot industri mencapai 381.335 unit. Robot industri sampai saat ini masih dioperasikan karena fleksibel, mudah dioperasikan, tingkat kepresisian yang tinggi, dan mampu menyelesaikan pekerjaan yang rumit. Robot industri yang sering dipakai dalam manufaktur adalah lengan robot. Robot industri saat ini dibuat sangat berat untuk mencapai kekuan tinggi yang meningkatkan akurasi gerakan robot. Namun berat ini membatasi kecepatan robot dan energi yang dibutuhkan untuk menggerakkan sistem. Kebutuhan untuk mencapai kecepatan yang lebih tinggi dan kinerja sistem yang lebih baik membuatnya perlu untuk mempertimbangkan generasi baru manipulator ringan sebagai alternatif. Manipulator yang ringan membutuhkan lebih sedikit energi untuk bergerak dan memiliki kemampuan muatan yang lebih besar dan kemampuan manuver yang lebih besar. Robot manipulator lengan merupakan jenis robot yang paling banyak diterapkan dalam berbagai aplikasi industri. Yang terdiri dari serangkaian tautan, dihubungkan dengan sambungan, yang dapat dipindahkan secara translasi atau rotasi. Sebagian dari sendi yang digerakkan akan berpengaruh dari alas ke end effector. Lengan manipulator hampir mirip dengan tangan manusia, dan End-effector dapat dirancang secara khusus untuk menjalankan fungsi atau tugas tertentu sesuai kebutuhan aplikasi. Agar berhasil memenuhi tugas yang diinginkan, kinematika dan dinamika sebuah manipulator harus dipelajari terlebih dulu, dan kemudian pengendali juga perlu dirancang dan

diimplementasikan dalam sistem mekanis manipulator. Berbagai pengendali telah dirancang dan diterapkan di manipulator robot. Berbagai jenis pengontrol ini dalam hal kinerja akan dievaluasi. Sistem kontrol mengatur pergerakan lengan robot agar sesuai dengan perintah, dengan bantuan metode kinematika invers untuk menentukan sudut-sudut geraknya secara akurat [1].

Perkembangan teknologi otomatis selama dua dekade terakhir telah menggantikan sebagian peran manusia, yang ditunjukkan dengan meningkatnya penelitian terhadap robot otomatis berkecepatan tinggi untuk mendukung efisiensi produksi industri. Salah satu objek penelitian tersebut adalah *robot single link flexible joint manipulator*. Meski demikian, robot ini masih menghadapi kendala fleksibilitas, yaitu ketidakakuratan posisi akhir akibat defleksi statis dan vibrasi yang ditimbulkan oleh pengaruh eksternal pada motor penggerak. Vibrasi sendiri merupakan gerakan osilasi dalam selang waktu tertentu. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan kontroler PID dan *state feedback* mampu mengatasi permasalahan tersebut dengan cukup baik. Namun, pada penelitian ini, fokus utama adalah penentuan parameter PID ( $K_p$ ,  $K_i$ , dan  $K_d$ ) yang optimal untuk meningkatkan kinerja sistem [2].

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang sudah mencoba mengembangkan Mobile robot dengan sistem gerak holonomik dirancang agar mampu bergerak bebas ke segala arah. Untuk mendeteksi jarak antara robot dan target, digunakan algoritma *forward kinematics*. Sistem bidik dan tembak pada robot dilengkapi dengan mekanisme pelontar yang digerakkan oleh motor DC *geared*, yang dikendalikan menggunakan kontrol *Proportional-Derivative (PD)* guna menjaga kestabilan kecepatan motor. Nilai kecepatan motor ditentukan berdasarkan perhitungan dari teori gerak parabola. [3]. Sejumlah penelitian sebelumnya telah berupaya mengembangkan Analisis dinamik pada robot lengan dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak open source bernama ODE (*Open Dynamics Engine*). Melalui ODE, pemodelan dan simulasi robot lengan dapat dilakukan secara sederhana namun tetap memberikan hasil yang akurat. Objek yang dimodelkan dalam studi ini adalah robot lengan Movemaster EX RV-M1 produksi Mitsubishi. Simulasi dilakukan setelah pemodelan selesai, di mana seluruh link pada robot digerakkan secara serempak dalam lintasan garis lurus,

kemudian diputar dari sudut  $0^\circ$  hingga  $100^\circ$  [4]. Lalu juga terdapat system Sistem kendali lengan robot dalam penelitian ini dirancang agar dapat dikendalikan melalui gerakan tangan dan penekanan tombol. Sensor MPU-6050 digunakan untuk mendeteksi sudut gerakan, sedangkan potensiometer berfungsi sebagai pengatur arah pergerakan. Arduino Uno berperan sebagai unit pemroses data dari sensor untuk mengendalikan pergerakan robot. Robot yang digunakan merupakan lengan robot dengan 4 derajat kebebasan (4 DOF) dan digerakkan oleh motor servo. Hasil pengujian menunjukkan bahwa robot mampu memindahkan objek ke lokasi yang ditentukan dengan baik [5].

Beberapa studi terdahulu telah melakukan pengembangan terhadap Pemodelan dinamis dan karakterisasi pada robot lengan lentur dua-link (RLDL) dikembangkan sebagai alternatif robot lengan yang lebih ringan dan hemat energi dibandingkan robot konvensional. RLDL menggabungkan efek redaman struktur, inersia sambungan, serta beban pada lengan yang bergerak secara horizontal. Model dinamis disusun menggunakan pendekatan kombinasi metode Euler-Lagrange dan asumsi modulus bentuk. Berdasarkan model tersebut, dilakukan simulasi untuk mengevaluasi respons dinamis pada hub dan ujung masing-masing link dalam domain waktu dan frekuensi [6]. Di sisi lain, robot SCARA (Selective Compliance Articulated Robot Arm) merupakan salah satu jenis lengan robot yang umum digunakan di industri, termasuk di Indonesia untuk aplikasi seperti pengemasan, manufaktur, dan perakitan. Penelitian terkait dimulai dengan perancangan model SCARA menggunakan Autodesk Inventor 2021, dilanjutkan dengan analisis frame dan ruang kerja untuk menentukan parameter Denavit-Hartenberg. Kinematika dianalisis secara analitik, sedangkan dinamika dihitung menggunakan metode Lagrangian-Euler untuk menentukan torsi yang dibutuhkan pada tiap sendi. Simulasi dilakukan menggunakan MATLAB dan V-REP untuk membandingkan efektivitas kedua perangkat lunak dalam simulasi robotik. Hasil penelitian mencakup spesifikasi ruang kerja, persamaan kinematika, serta torsi sendi yang diperlukan [7].

Merujuk pada sejumlah penelitian yang telah diuraikan di atas, terlihat bahwa kinerja dinamis adalah faktor penting dalam penanganan robot industri, terutama hal yang paling penting dalam analisis dinamis adalah ketika kecepatan

tinggi dan akurasi yang baik diperlukan secara bersamaan. Perilaku robot industri biasanya rumit dikarenakan oleh karakteristik dinamis seperti interaksi antara sendi, efek nonlinier seperti Coriolis dan gaya sentrifugal, dan berbagai inersia sendi. Analisis dinamika lengan robot dapat dilihat dari kecepatan sudut, percepatan sudut, dan torsi saat lengan robot bergerak. Oleh karena itu, pada penelitian ini berfokus pada analisis dinamika dan kendali lengan robot menggunakan mode Kontroler PID.

## **1.2 RUMUSAN MASALAH**

Berdasarkan penjelasan pada bagian latar belakang, maka permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang kontroler PID untuk mengontrol dinamika gerak robot lengan ?
2. Bagaimana menguji dinamika robot lengan yang dikontrol PID ?

## **1.3 TUJUAN PENELITIAN**

1. Untuk merancang kontrol PID pada dinamika robot lengan dengan Matlab Simulink.
2. Untuk menguji rangkaian dinamika robot lengan yang dikontrol PID.

## **1.4 BATASAN MASALAH**

Model matematika pada robot lengan ini berdasarkan dari jurnal Kontrol Robot Manipulator Dua-Link dengan Parameter Ketidakpastian Menggunakan Kontrol Mode Geser Penyetelan Mandiri [9] dan Dinamika Robot [10].

## **1.5 MANFAAT PENELITIAN**

Penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan sistem kendali yang lebih presisi untuk mengatur posisi dan kecepatan. Selain itu rancangan kontrol dapat memberikan solusi untuk meminimalkan error posisi, osilasi, dan waktu respon pada pergerakan robot lengan sehingga dapat meningkatkan stabilitas dan keandalan robot dalam menangani tugas-tugas dengan dinamika kompleks.

## **1.6 SISTEMATIKA PENULISAN**

Penulisan tugas akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut :

## **BAB I      PENDAHULUAN**

Pendahuluan terdapat latar belakang, rumusuan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penelitian.

## **BAB II      TINJAUAN PUSTAKA**

Tinjauan pustaka terdiri dari dua bagian utama, yaitu pembahasan terhadap studi-studi sebelumnya serta pemaparan konsep atau teori baru yang memiliki relevansi dengan penelitian yang akan dilakukan.

## **BAB III     METODELOGI PENELITIAN**

Metodologi penelitian memuat penjabaran mengenai konsep atau skema penelitian, tahapan pelaksanaan studi, metode atau teknik yang diterapkan, serta bahan, peralatan, prosedur kerja, dan keseluruhan proses pelaksanaan penelitian.

## **BAB IV     ANALISA DATA DAN PENGUJIANAN SISTEM**

Analisis dan pengujian yang dilakukan mencakup penjabaran berbagai jenis percobaan yang telah dilakukan dalam rangka mendukung penelitian.

## **BAB V      KESIMPULAN**

Kesimpulan disusun secara ringkas dan bertujuan untuk menyampaikan dua hal utama, yaitu sejauh mana tujuan penelitian telah tercapai melalui temuan yang diperoleh, serta memberikan saran sebagai tindak lanjut dari hasil studi.