

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi otomasi dan robotika mengalami perkembangan yang sangat pesat dalam beberapa tahun terakhir. Penerapan teknologi otomasi dan robotika dalam industri bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas serta kualitas dalam proses produksi dan operasi industri[1]. Berdasarkan data *International Federation of Robotics* (IFR), jumlah robot yang terpasang pada industri baru di seluruh dunia sepanjang tahun 2021 sebesar 517.000 unit, sebanyak 74% instalasi robot dilakukan di pabrik-pabrik kawasan Asia, dan sebanyak 26% tersebar di kawasan Eropa dan Amerika[2]. Hal ini membuat sistem manual yang ada pada proses industri beralih menjadi sistem otomatis[3]. Salah satu sistem otomatis yang digunakan industri saat ini adalah penggunaan robot lengan[4].

Robot Lengan adalah robot manipulator yang berfungsi memindahkan suatu benda dengan massa tertentu dari titik yang satu menuju ke titik lain yang sudah ditetapkan sebelumnya[5]. Robot lengan memiliki bentuk seperti struktur tangan manusia dengan pangkal lengan yang tidak bergerak dan ujung lengan yang dapat bergerak bebas. Struktur tersebut terdiri dari tiga komponen utama yaitu link, sambungan (*joint*) dan *end effector*[6]. *Joint* pada robot lengan dapat didefinisikan sebagai penghubung antar benda tegar (*link*). Sementara itu, *link* didefinisikan sebagai benda tegar yang terhubung dengan *joint*. *End effector* didefinisikan sebagai ujung lengan robot yang dapat dipasang perangkat tambahan seperti sensor, kamera, dan lain-lain.

Struktur penyusun robot lengan dapat melakukan proses manufaktur skala industri seperti memilih dan memindahkan (*pick and place*) objek[7], sortir[8], assembling dan packing[9], hingga mampu melakukan proses pengelasan (*welding*)[10]. Lengan robot yang digunakan dalam proses manufaktur skala industri memiliki jenis yang beragam dan berbeda-beda. Perbedaan tersebut dapat dikategorikan berdasarkan konfigurasi dan jumlah *Degree of freedom* (DOF). Sehingga dengan adanya perbedaan jenis robot lengan yang digunakan maka diperlukan suatu model matematika yang sesuai dengan kebutuhan pergerakan masing-masing lengan robot. Model matematika ini dikenal dengan kinematika lengan robot.

Kinematika lengan robot adalah cabang ilmu robotika yang mempelajari pergerakan dan posisi link atau joint dalam robot lengan. Hal ini meliputi analisis dan perhitungan tentang bagaimana robot lengan bergerak, berposisi, dan berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya. Kinematika lengan robot terbagi dua yaitu *forward kinematics* atau kinematika maju dan *inverse kinematics* atau kinematika balik. Metoda yang digunakan pada *forward kinematics* adalah metoda geometri, matriks transformasi homogen, sudut euler, dan kuarterion, sedangkan

metoda yang digunakan pada *inverse kinematics* adalah pendekatan geometri, metoda aljabar, dan pendekatan decoupling[11].

Penelitian terkait yang dilakukan oleh Zheng, dkk[12] dengan judul “*Kinematics analysis and trajectory planning of 6-DOF robot*” membahas mengenai analisis kinematika dan perencanaan lintasan robot 6-DOF. Selanjutnya adalah penelitian Yu, dkk[13] dalam jurnal yang berjudul “*Analysis of inverse kinematics method for six degrees of freedom manipulator based on Matlab*” membahas mengenai analisis metoda *inverse kinematics* manipulator 6-DOF berdasarkan Matlab. Namun, penerapan metoda *inverse kinematic* yang digunakan pada rancangan robot manipulator tersebut tergolong lebih kompleks dan non-linear.

Pengembangan dalam mencari solusi terhadap perhitungan *inverse kinematic* yang lebih sederhana dan linier sudah dilakukan pada beberapa penelitian sebelumnya. Berikut merupakan beberapa penelitian mengenai solusi pada perhitungan *inverse kinematic* yang lebih sederhana dan linier:

- a. Patil, dkk[14] melakukan penelitian dengan judul “*Analysis of the inverse kinematics for 5 DOF robot arm using D-H parameters*”. Penelitian ini menggunakan pendekatan aljabar dan parameter *Denavit Hartenberg* untuk mencari solusi terhadap perhitungan *inverse kinematicsnya*. Hasilnya, lengan robot dapat bergerak ke posisi yang diinginkan.
- b. Rahman, dkk[15] telah melakukan penelitian dengan judul “*Inverse kinematics dan pengukuran akurasi pergerakan pada model robot manipulator lengan*”. Pemodelan ini dirancang menggunakan pendekatan geometri dan parameter *Denavit Hartenberg* untuk mencari solusi terhadap perhitungan *inverse kinematicnya*. Hasilnya, lengan robot mampu mencapai koordinat yang dituju dengan rata-rata nilai errornya sebesar 5,7 mm.

Berdasarkan dua penelitian di atas maka penelitian yang akan diangkat merupakan pemodelan kinematika pada robot manipulator *parallelogram arm* tiga derajat kebebasan. Penelitian ini menggunakan tiga buah servo, yaitu *base servo*, *shoulder servo*, dan *elbow servo*. Pemodelan yang akan dirancang pada penelitian ini merupakan pemodelan berdasarkan analisis kinematika dengan menggunakan pendekatan geometri dan parameter *Denavit Hartenberg*. Pemodelan menggunakan pendekatan geometri akan diterapkan untuk mencari solusi perhitungan dengan metoda *inverse kinematic*. Sedangkan pemodelan dengan parameter *Denavit Hartenberg* akan digunakan untuk mencari solusi perhitungan metoda *forward kinematic*. Selain itu, pemodelan yang dirancang sudah dilengkapi dengan percobaan simulasi 3D sehingga penerapan pemodelan aslinya dapat dibandingkan dengan penerapan pemodelan hasil simulasi. Maka judul penelitian yang akan diangkat adalah “*Perancangan Kontrol Posisi Robot Manipulator Parallelogram Arm 3-DOF Berdasarkan Analisis Kinematika Menggunakan Pendekatan Geometri dan Parameter Denavit Hartenberg*”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka perumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana merancang kontrol posisi robot manipulator *parallelogram arm* tiga derajat kebebasan menggunakan kinematika dengan pendekatan geometri dan parameter *Denavit Hartenberg*?
2. Bagaimana kontrol posisi dapat menghasilkan pergerakan robot manipulator *parallelogram arm* tiga derajat kebebasan ke posisi yang dituju dengan tepat?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Merancang sebuah sistem kontrol posisi robot manipulator *parallelogram arm* tiga derajat kebebasan menggunakan kinematika dengan pendekatan geometri dan parameter *Denavit Hartenberg*
2. Menghasilkan pergerakan robot manipulator *parallelogram arm* tiga derajat kebebasan ke posisi yang dituju dengan tepat.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk menghasilkan pergerakan robot manipulator *parallelogram arm* tiga derajat kebebasan ke posisi yang dituju dengan tepat. Keberhasilan metoda ini sebagai materi penelitian diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih efektif dalam menyelesaikan permasalahan, sehingga dapat berguna bagi kemajuan dunia industri khususnya bidang yang berhubungan dengan masalah kontrol robot lengan.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini memiliki batasan-batasan permasalahan agar penelitian yang dilakukan lebih terarah dan memudahkan penulis dalam melakukan pembahasan. Sehingga tujuan penelitian dapat tercapai dengan maksimal. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Sistem kontrol posisi yang dirancang menggunakan analisis kinematika dengan pendekatan geometri dan parameter *Denavit Hartenberg*.
2. Sistem kontrol posisi yang dirancang diimplementasikan pada robot manipulator *parallelogram arm* tiga derajat kebebasan.
3. Robot lengan yang digunakan memiliki tiga derajat kebebasan atau tiga buah servo, yaitu: *base servo*, *shoulder servo*, dan *elbow servo*.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan tugas akhir ini dibuat menjadi beberapa bagian yang sistematis agar lebih mudah dipahami sesuai dengan pedoman penulisan tugas akhir

Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Andalas. Sistematika penulisan laporan ini dipaparkan sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi pembahasan tentang teori dasar pendukung pada penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan peralatan, data yang digunakan, dan pengolahan data pada penelitian ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjabarkan mengenai hasil penelitian dan analisis hasil pengujian penelitian yang telah dilakukan.

BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran terkait penelitian yang akan dilakukan berikutnya.

