

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi di bidang otomasi dan robotika saat ini mengalami kemajuan yang sangat pesat, terutama dalam mendukung kebutuhan industri modern yang menuntut efisiensi, kecepatan, dan tingkat presisi yang tinggi. Salah satu bentuk penerapan teknologi tersebut adalah penggunaan robot manipulator atau robot arm. Robot arm banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri seperti proses pick and place, perakitan, pengelasan, hingga inspeksi karena mampu bekerja secara kontinu dengan tingkat kesalahan yang relatif kecil dibandingkan tenaga manusia.

Robot arm merupakan sistem mekanik yang terdiri dari beberapa bagian utama yaitu link (lengan) dan joint (sambungan) yang saling terhubung dan membentuk suatu sistem pergerakan. Setiap sambungan memberikan derajat kebebasan atau Degree of Freedom (DOF) yang menentukan fleksibilitas robot dalam bergerak. Semakin banyak DOF yang dimiliki, maka semakin luas pula jangkauan dan kompleksitas gerakan yang dapat dilakukan oleh robot tersebut. Salah satu konfigurasi yang cukup umum digunakan dalam pembelajaran adalah robot arm 3 DOF, karena memiliki keseimbangan antara kompleksitas sistem dan kemudahan dalam pengendalian.

Dalam penelitian ini digunakan robot arm tipe RNV3 yang merupakan robot berbasis antarmuka desktop dengan komunikasi serial. Robot ini dirancang dengan konsep open-source sehingga memungkinkan untuk dikembangkan sesuai kebutuhan pengguna. Selain itu, robot RNV3 menggunakan sistem koordinat kartesian dalam pengoperasiannya, sehingga pengguna cukup memasukkan nilai koordinat posisi untuk menggerakkan robot menuju titik tertentu. Hal ini memberikan kemudahan dalam pengendalian serta meningkatkan efisiensi dalam proses pemrograman.

Robot arm RNV3 juga dilengkapi dengan berbagai fitur pendukung seperti sistem kalibrasi otomatis, monitoring input-output, serta kemampuan untuk menjalankan perintah berbasis G-code. Selain itu, robot ini kompatibel dengan bahasa pemrograman Python yang memungkinkan pengguna untuk membuat program kontrol yang lebih

kompleks, fleksibel, dan efisien. Dengan adanya fitur tersebut, robot RNV3 dapat digunakan dalam berbagai aplikasi seperti pemindahan barang, inspeksi, serta simulasi sistem otomasi industri.

Lebih lanjut, robot arm RNV3 juga dapat dilengkapi dengan sistem rail (sumbu tambahan) yang memungkinkan robot memiliki jangkauan gerak yang lebih luas. Dengan adanya tambahan sumbu tersebut, robot tidak hanya bergerak pada koordinat X, Y, dan Z, tetapi juga dapat berpindah posisi secara linear. Hal ini tentu meningkatkan kemampuan robot dalam menyelesaikan tugas yang lebih kompleks. Namun, penambahan derajat kebebasan ini juga menyebabkan sistem pengendalian menjadi lebih kompleks.

Salah satu permasalahan utama dalam pengendalian robot arm adalah menentukan hubungan antara posisi target yang diinginkan dengan konfigurasi sudut pada setiap joint robot. Permasalahan ini dikenal sebagai kinematika robot. Kinematika robot terbagi menjadi dua jenis, yaitu *forward kinematics* dan *inverse kinematics*. *Forward kinematics* digunakan untuk menentukan posisi end-effector berdasarkan sudut yang diketahui, sedangkan *inverse kinematics* digunakan untuk menentukan sudut joint berdasarkan posisi target yang diinginkan.

Penelitian mengenai robot arm dan metode *inverse kinematic* setelah banyak dilakukan sebelumnya. Beberapa penelitian terdahulu digunakan sebagai referensi dalam pengembangan sistem pada penelitian ini. Menurut John J. Craig dalam buku *Introduction to Robotics: Mechanics and Control*, metode *inverse kinematics* digunakan untuk menentukan nilai sudut joint berdasarkan posisi target end-effector yang diinginkan. Metode ini menjadi dasar penting dalam sistem pengendalian robot manipulator karena memungkinkan robot bergerak menuju koordinat tertentu secara otomatis. Penelitian yang dilakukan oleh Mark W. Spong, Seth Hutchinson, dan M. Vidyasagar pada buku *Robot Modeling and Control* menjelaskan bahwa pemodelan matematis dan sistem kontrol pada robot manipulator sangat mempengaruhi akurasi pergerakan robot. Pada penelitian tersebut dijelaskan hubungan antara koordinat posisi dengan sudut joint menggunakan pendekatan kinematika robot. Selain itu, penelitian

oleh Bruno Siciliano dkk. dalam buku *Robotics: Modelling, Planning and Control* membahas mengenai perencanaan gerak robot serta penerapan *inverse kinematics* dalam menentukan lintasan gerak robot arm. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa akurasi sistem sangat dipengaruhi oleh metode perhitungan sudut joint dan konfigurasi mekanik robot. Penelitian lain yang dilakukan oleh MathWorks melalui dokumentasi *Inverse kinematics Overview* menjelaskan implementasi *inverse kinematics* menggunakan pendekatan komputasi pada sistem robot modern. Dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa *inverse kinematics* digunakan untuk menghitung konfigurasi joint berdasarkan target posisi pada simulasi maupun sistem robot nyata. Sementara itu, berdasarkan panduan penggunaan robot arm RNV3 dari Ruskomponen, robot arm RNV3 menggunakan sistem koordinat kartesian dan mendukung pengendalian berbasis Python serta komunikasi serial. Namun, pada panduan tersebut belum dijelaskan secara detail implementasi metode *inverse kinematics* pada robot arm 3 DOF untuk analisis kinerja robot dalam mencapai posisi target. Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu tersebut, dapat diketahui bahwa metode *inverse kinematics* memiliki peran penting dalam sistem pengendalian robot arm. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pengembangan robot arm 3 DOF tipe RNV3 menggunakan metode *inverse kinematics* untuk menganalisis hubungan koordinat posisi terhadap sudut joint serta mengevaluasi kinerja robot dalam mencapai posisi target secara akurat.

Metode *inverse kinematics* merupakan salah satu metode yang sangat penting dalam pengendalian robot arm, karena memungkinkan robot untuk bergerak secara otomatis menuju titik koordinat tertentu. Dengan menggunakan metode ini, pengguna tidak perlu mengatur sudut masing-masing joint secara manual, melainkan cukup menentukan posisi target yang diinginkan. Sistem kemudian akan menghitung konfigurasi sudut yang diperlukan untuk mencapai posisi tersebut.

Namun demikian, perhitungan *inverse kinematics* tidak selalu sederhana. Pada beberapa kondisi, perhitungan ini dapat menghasilkan lebih dari satu solusi atau bahkan tidak memiliki solusi sama sekali, tergantung pada konfigurasi mekanik dan

batasan gerak robot. Oleh karena itu, diperlukan pemahaman yang baik dalam penerapan metode ini agar robot dapat bergerak secara optimal dan akurat.

Berdasarkan uraian tersebut, maka diperlukan suatu pendekatan yang mampu mengoptimalkan sistem pengendalian robot arm, khususnya dalam menentukan pergerakan berdasarkan posisi target. Oleh karena itu, dalam tugas akhir ini dilakukan **analisis robot arm 3 DOF tipe RNV3 dengan menggunakan metode inverse kinematics**, dengan tujuan untuk meningkatkan kemampuan robot dalam mencapai posisi yang diinginkan secara tepat, efisien, dan terkontrol.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalah untuk tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana penerapan metode *inverse kinematics* pada robot arm 3 DOF tipe RNV3?
2. Bagaimana proses perhitungan *inverse kinematics* dalam menentukan sudut setiap joint robot?
3. Bagaimana kinerja robot dalam mencapai posisi target?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengimplementasikan metode *inverse kinematics* pada robot arm 3 DOF tipe RNV3.
2. Menganalisis proses perhitungan *inverse kinematics* dalam menentukan sudut setiap joint robot berdasarkan koordinat posisi target.
3. Mengevaluasi kinerja robot arm dalam mencapai posisi target yang diinginkan berdasarkan tingkat akurasi pergerakan robot.

1.4 Batasan Masalah

Agar pembahasan pada tugas akhir ini lebih terarah, batasan – batasan dari pembuatan alat tugas akhir ini adalah :

1. Robot yang digunakan adalah robot arm tipe RNV3 dengan 3 derajat kebebasan (3 DOF).
2. Metode yang digunakan dalam pengendalian robot adalah inverse kinematics.
3. Sistem pergerakan robot menggunakan koordinat kartesian (X, Y, Z).
4. Pengujian difokuskan pada kemampuan robot dalam mencapai posisi target.
5. Tidak membahas perancangan mekanik robot secara detail.
6. Tidak membahas sistem tambahan seperti computer vision atau kecerdasan buatan.

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Adapun manfaat dari penyusunan tugas akhir ini sesuai dengan perumusan masalah yang ada dan tujuan yang telah ditentukan adalah sebagai berikut:

1. Bagi penulis, dalam pengembangan dan pengujian robot arm 3 DOF tipe RNV3 dengan metode inverse kinematics, diharapkan penulis mampu menerapkan ilmu baik teori maupun praktik yang telah dipelajari selama menempuh pendidikan di Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi serta dapat menambah wawasan di bidang robotika, sistem kontrol, dan otomasi industri.
2. Bagi pembaca, dari penyusunan tugas akhir ini diharapkan dapat menjadi sumber referensi dan informasi yang edukatif, terutama bagi mahasiswa yang sedang melakukan penelitian, penyusunan tugas, skripsi maupun tugas akhir dengan topik pembahasan robot arm dan metode inverse kinematics.
3. Bagi masyarakat, hasil dari tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai perkembangan teknologi robotika di dunia industri saat ini, khususnya dalam penggunaan robot arm sebagai alat bantu otomatis. Selain itu, masyarakat juga dapat mengetahui prinsip kerja serta penerapan robot arm dalam kehidupan nyata, sehingga dapat dikembangkan lebih lanjut untuk berbagai kebutuhan seperti proses pemindahan barang (pick and place) maupun aplikasi otomasi sederhana lainnya.