

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan sumber daya manusia pada bidang industri sebagian telah digantikan oleh benda dengan kecerdasan buatan yang saat ini dikenal dengan nama robot. Perkembangan teknologi robot dimulai setelah Perang Dunia II (Li dkk., 2013) dan terus berlangsung hingga saat ini. Pemanfaatan robot untuk menggantikan pekerjaan yang sulit dilakukan oleh manusia dengan alasan 3D yakni *Dirty, Dangerous, Difficult*. Selain itu robot juga mampu mengefisienkan tenaga kerja manusia, penggunaan robot pada sektor industri mampu memproduksi suatu produk dalam skala besar dengan waktu yang singkat.

Oleh karena itu, robot merupakan salah satu penerapan teknologi yang banyak digunakan dengan beragam manfaatnya. Berdasarkan hasil survei *Microsoft Asia Digital Future* kepada 1.400 remaja usia 18-24 tahun di kawasan Asia Pasifik, teknologi yang paling menarik yang diharapkan memiliki dampak terbesar pada kehidupan masa depan mereka adalah *Artificial Intelligence* (Kecerdasan Buatan), *virtual/mixed/augmented reality* (VR / MR / AR), dan *Internet of Things* (IoT) (Vishnum, 2017). Secara ideal robot diharapkan dapat melihat, mendengar, meraba, mencium dan merasa seperti panca indera manusia yang masing masing dalam wujud sensor-sensor (Kasau dan Ghani, 2018).

Sehubungan hal tersebut robot saat ini terus dikembangkan dengan beragam tujuan. Namun, karena dalam proses penciptaan suatu robot memerlukan biaya yang mahal sehingga perlu merancang robot dengan sangat mempertimbangkan serangkaian gerakannya. Hal ini perlu menjadi perhatian karena pada saat perancangan dan menganalisa gerak dari robot tidaklah mudah hingga mampu menghasilkan posisi akhir pergerakan robot yang sesuai.

Analisa pergerakan dari robot sering dikenal dengan kinematika robot. Serangkaian analisa kinematika robot bisa diperoleh saat informasi mengenai titik-titik penting pada robot telah diketahui, seperti titik awal pergerakan robot dan posisi akhir pergerakan robot. Posisi akhir pergerakan dari robot tersebut sering disebut dengan *end effector* sedangkan titik awal pergerakan robot disebut dengan *tool center point (TCP)*.

Secara umum, gerak robot dapat diklasifikasikan menjadi gerak translasi dan rotasi. Kebebasan suatu robot untuk bergerak secara translasi dan rotasi disebut dengan derajat kebebasan. Derajat kebebasan (*degree of freedom*) menunjukkan jumlah kemungkinan pergerakan yang mungkin di saat yang bersamaan pada robot (Hutahaean, 2006).

Selain itu banyaknya derajat kebebasan yang dimiliki suatu robot ternyata dapat digunakan sebagai dasar pengelompokan robot berdasarkan tingkat kerumitannya (Kasau dan Ghani, 2018). Tingkat kerumitan robot dapat dikategorikan menjadi robot sederhana, sedang hingga canggih atau rumit. Suatu robot dikatakan sederhana jika robot memiliki (1-3 DoF), dikatakan sedang jika robot memiliki (4-6 DoF), dan dikatakan rumit atau canggih jika robot memiliki 7 DoF hingga lebih. Berdasarkan konfigurasi gerakannya robot dikelompokkan

menjadi 4 jenis diantaranya adalah robot bola, robot silinder, robot kartesian, dan robot manipulator (Kasau dan Ghani, 2018).

Sebagian besar pengembangan robot merupakan tuntutan pada sektor industri. Jika dilihat dari sektor industri, robot yang sering digunakan adalah robot manipulator. Pengembangan robot manipulator diharapkan dapat mempermudah dan mengefisienkan pekerjaan seperti kecepatan tinggi dengan pengoperasian yang aman, posisi benda tegar yang lebih baik, bobot yang lebih ringan, dan konsumsi energi yang lebih rendah (Suddin dan Nasrullah, 2017). Robot manipulator dapat disebut juga dengan robot lengan atau robot artikulasi atau *arm* robot. Robot jenis ini memiliki bentuk lengan-lengan kaku yang terhubung secara seri dan memiliki sendi yang dapat bergerak berputar (rotasi) atau memanjang/memendek (translasi atau prismatic). Jumlah sendi pada robot ini dikaitkan dengan kemampuan robot tersebut bergerak.

Akan tetapi analisis gerak robot manipulator sangat kompleks karena harus mempertimbangkan deformasi yang terjadi akibat gerak translasi dan rotasi (Suddin dan Nasrullah, 2017). Oleh karena itu, analisa kinematika gerak robot semakin rumit jika memiliki jumlah DoF yang tinggi. Analisis yang dapat digunakan untuk menentukan arah dan pergerakan robot lengan adalah dengan analisis kinematika maju dan terbalik (Purwoto dkk., 2020). Dalam penelitian ini dikaji gerak robot manipulator yang memiliki empat derajat kebebasan.

Metode yang paling terkenal adalah metode DH (Denavit-Hartenberg) yang didalamnya terdapat metode quaternion. Metode quaternion adalah metode untuk mengidentifikasi secara lengkap terhadap arah putaran poros dan sekitar putaran (Kasau dan Ghani, 2018). Quaternion merupakan bilangan hiperkompleks

dan cocok untuk sebagai operator rotasi. Bilangan quaternion sendiri terdiri atas 4 elemen, yaitu satu elemen skalar dan tiga elemen vektor.

Penelitian ini difokuskan pada kajian analitik dengan pendekatan fisis menggunakan fisika selanjutnya memaknai hasil analisis yang diperoleh. Jika pada penelitian lain hanya fokus pada sistem. Namun, belum bisa menyesuaikan dengan kajian analitiknya. Jika menggunakan derajat kebebasan yang lebih tinggi penggunaan sistem lebih membantu, tetapi terkait kebenaran hitungannya belum bisa mendapatkan validasi. Peneliti di sini mengkaji sistem yang lebih sederhana untuk persamaan kinematika maju dengan metode quaternion karena keterbatasan kajian analitik yang dapat dilakukan. Penelitian ini, peneliti merumuskan dari masing-masing joint lalu membawa pada wakilan homogen kemudian dibandingkan dengan persamaan yang diperoleh dengan menggunakan metode quaternion kemudian dilakukan validasi perhitungan hingga dilengkapi komputasi untuk melihat hubungan variasi elemen sudut untuk mengetahui posisi dari robot manipulator yang dikaji sesuai dengan pengertian persamaan kinematika maju.

Berdasarkan hal tersebut, dalam penelitian ini mengkaji mengenai robot manipulator bola dengan empat derajat kebebasan dalam tinjauan fisika teoritis, penulis terinspirasi untuk mengambil kasus penelitian dengan judul “Analisis Gerak Robot Manipulator 4 Derajat Kebebasan Dengan Metode Quaternion”.

1.2 Rumusan Masalah

Persoalan yang ditinjau dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana persamaan kinematika maju yang diperoleh dengan menggunakan metode quaternion untuk gerak robot dengan 4 DoF?
2. Bagaimana makna grafis persamaan gerak kinematika maju 4 DoF dengan metode quaternion yang diperoleh ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah manipulator yang diteliti merupakan robot dalam kasus homogen, penggunaan derajat kebebasannya sejumlah 4 DoF, sistem yang mengontrol robot tidak dikaji dan penelitian hanya berfokus pada analisa kinematiknya. Penelitian ini dilakukan dengan metode analitik. Metode analitik dilakukan dengan menerapkan solusi persamaan kinematika maju dengan metode quaternion untuk meninjau kombinasi analisis gerak translasi dan rotasinya. Gerak rotasi pada masing-masing joint adalah terhadap sumbu-z (hanya berotasi pada satu sumbu).

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan yang ingin dicapai adalah :

- 1.4.1 Menelaah persamaan kinematika maju yang diperoleh dengan menggunakan metode quaternion untuk gerak robot dengan 4 DoF
- 1.4.2 Menjelaskan makna grafis persamaan gerak kinematika maju 4 DoF dengan metode quaternion yang diperoleh.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini ditinjau dari aspek teoritis dan aspek praktis sebagai berikut :

1.5.1 Manfaat Teoritis

Manfaat teoritis dari penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan manfaat penggunaan metode quaternion dan analisis berdasarkan gerak ulir untuk menyelesaikan suatu kasus benda tegar, terutama pada kajian robot manipulator 4 DoF. Selain itu, penelitian ini dapat menambah pengetahuan mengenai keterkaitan posisi akhir (*endeffector*) pergerakan robot terhadap suatu persamaan matriks transformasi homogen.

1.5.2 Manfaat Praktis

Manfaat praktis yang diharapkan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagi Mahasiswa

Penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk meninjau hal yang lebih luas mengenai robot manipulator melalui metode quaternion berdasarkan matriks transformasi homogen yang diperoleh.

2. Bagi Masyarakat Umum

Hasil penelitian ini dapat dijadikan refleksi dalam merancang suatu robot manipulator dengan memilih metode quaternion sebagai upaya menelaah pergerakan posisi akhir (*endeffector*) dari robot untuk memudahkan ciptaan robot yang sesuai dengan kebutuhan industri sehingga teknologi robot bisa lebih efektif membantu pekerjaan manusia.