

## ABSTRAK

Masuknya era industri 4.0 ditandai dengan maraknya penggunaan teknologi berbasis *artificial intelligence*, *internet of things* (IOT), dan robot pada industri. Untuk dapat bersaing pada era industri 4.0 ini, penerapan teknologi industri 4.0 di Indonesia juga sudah harus mulai diterapkan pada semua kelas industri. Salah satu teknologi Industri 4.0 yang umum digunakan adalah *Industrial Robotic Arm*, atau lengan robot industri. Sayangnya penerapan teknologi tersebut masih terhalang oleh biaya yang besar dikarenakan tingginya ketergantungan Indonesia terhadap impor teknologi. Universitas Gadjah Mada melalui kelompok *Flying Object Research Center* (FORCE), melakukan penelitian yang berhubungan dengan *Industrial Robotic Arm* enam derajat kebebasan.

Penelitian ini fokus pada analisis persamaan kinematik, model dinamik, serta perancangan sistem kendali dari lengan robot industri yang sudah dirancang dan dimanufaktur pada penelitian lainnya. Persamaan kinematik dari lengan robot dianalisis dengan menggunakan metode analitik dan geometrik mengikuti aturan Denavit - Hatenberg. Model dinamik dari lengan robot dianalisis dengan menggunakan teorema Newton-Euler dengan menggunakan bantuan MATLAB. Sistem kendali yang digunakan adalah sistem kendali *Proportional- Derivative* (PD) dengan *gravity compensation* yang disimulasikan menggunakan MATLAB untuk mencari nilai konstanta yang optimal.

Hasil dari penelitian ini berupa persamaan kinematik, model dinamik, dan sistem kendali dari lengan robot enam derajat kebebasan yang digunakan pada penelitian. Penerapan ketiga hasil tersebut pada Lengan robot membuat sistem mampu bergerak pada bidang kartesian dan melakukan misi *pick and place*.

**Kata Kunci** : lengan robot, *inverse kinematics*, *forward kinematics*, model dinamik, PD, *gravity compensation*, Newton-Euler, *pick and place*.

## **ABSTRACT**

The beginning of industry 4.0 era is characterized by massive use of technology based on artificial intelligence, internet of things (IOT), and robot in industry. To be able to compete in industry 4.0 era, application of industry 4.0 technology needed to be started on every industry class. One of many industry 4.0 technology that has been generally used in industry is industrial robotic arm. Unfortunately, the application of this technology is inhibited by large amount of investment needed because Indonesia's high dependency of technology import. Universitas Gadjah mada through Flying Object Research Center (FORCE), done some research on six degrees of freedom industrial robotic arm to solve this problem.

This research is focused on the kinematic equation, dynamic model, and control system design development of robotic arm that has been designed and manufactured on other research. Kinematics equation of the robotic arm developed by using analytic and geometric methods by following Denavit-Hatenberg rule. Dynamic model of robotic arm is analyzed by using Newton-Euler theorem with MATLAB assistance. Proportional-Derivative control system with gravity compensation are used and simulated with MATLAB to obtain the optimal value of these constant.

The result of this research is kinematic equation, dynamic model, and control system design of industrial robotic arm that used on this research. By applying these result to the robotic arm, the system able to move in cartesian space and completed pick and place mission.

**Keywords** : robotic arm, inverse kinematics, forward kinematics, dynamic model, PD, gravity compensation, Newton-Euler, Pick and Place