

Penguat Transistor BJT

Jonathan Chandra^{1*}, Tua Agustinus Tamba²

Abstrak

Laporan ini berisi analisa robot manipulator tiga DOF (*degree of freedom*) untuk proses *pick and place*. Masalah yang akan diselesaikan pada laporan ini adalah getaran pada lengan robot saat melakukan proses pengambilan *pick* dan pelepasan *place*. Masalah getaran ini disebabkan karena tidak ada perlambatan pada pergerakan robot saat *end-effector* mendekati posisi yang dituju sehingga robot langsung berhenti dari kecepatan tertentu ke keadaan diam. Parameter penting yang harus diketahui adalah kecepatan pergerakan dari *end-effector* sehingga digunakan matriks Jacobian untuk merepresentasikan kecepatan translasi dan rotasi dari *end-effector*. Sedangkan untuk mengatur pergerakan robot, akan digunakan model kontrol umpan balik dengan menggunakan perhitungan *error* antara posisi aktual *end-effector* dan posisi yang ingin dituju. Laporan ini tidak membahas mengenai pengontrol untuk menentukan nilai $K / gain$. Namun hanya membahas penurunan model matriks Jacobian dan model kontrol umpan balik. Penelitian ini bertujuan untuk menyelesaikan masalah getaran pada robot manipulator. Adapun manfaat dari pembuatan laporan ini adalah untuk memberi informasi mengenai masalah getaran pada robot manipulator dan cara mengatasinya.

Kata kunci

Transistor, BJT

¹2015630028, Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung, Indonesia

²20170129, Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung, Indonesia

*E-mail: 6315028@student.unpar.ac.id, ttamba@unpar.ac.id

Contents

1	Pendahuluan	1
2	Deskripsi Sistem	2
3	Analisis Sistem	2
3.1	Forward Kinematics	2
3.2	Inverse Kinematics	3
4	Kesimpulan	3

1. Pendahuluan

Pada era industri 4.0 penggunaan robot pada sektor industri mulai dilakukan. Sektor industri yang menggunakan robot biasanya adalah industri yang bergerak pada bidang *mass production* dimana robot tersebut dituntut untuk bekerja dengan cepat dan akurat, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu lini produk akan lebih efisien. Industri yang menggunakan robot juga memiliki tingkat keamanan yang lebih tinggi, karena ketidakadaan manusia yang dapat menghasilkan *human error* hal ini digunakan karena robot dapat bekerja dengan cepat dan memiliki tingkat keakuratan yang tinggi.

Salah satu robot yang sering digunakan untuk lini produksi suatu pabrik adalah robot manipulator. Terdapat beberapa konfigurasi robot manipulator, misalnya adalah konfigurasi RRR atau 3 *revolute joints* dan RPP *cylindrical manipulator*. Robot dengan konfigurasi tersebut biasanya digunakan untuk

kegiatan *pick and place*, pengelasan, dan juga pengecatan pada suatu produksi. Gambar 1 merupakan salah satu contoh robot yang digunakan pada industri otomotif yang bekerja dalam ruang pengecatan sasis dari mobil. Robot tersebut menggunakan konfigurasi RRR.



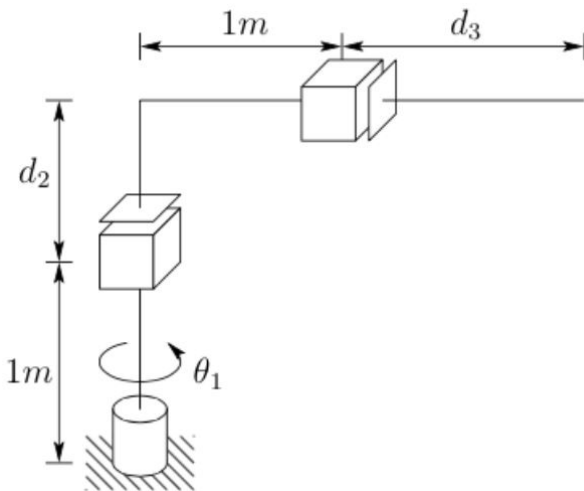
Gambar 1. Robot Manipulator RRR

Tujuan dari pembuatan laporan ini adalah untuk menentukan posisi akhir dari setiap lengan manipulator, maka dari itu dibutuhkan penentuan sudut (jika *cylindrical joint*) maupun

panjang (jika *joint prismatic*) dari setiap link. Untuk menentukan parameter tersebut, metode *inverse kinematics* dapat digunakan, dimana tujuan dari *inverse kinematics* adalah penentuan θ maupun d dari *joints* pada sebuah manipulator.

2. Deskripsi Sistem

Robot Manipulator yang ditinjau merupakan robot manipulator yang digunakan untuk memasang sambungan dari dua buah bagian pada rangka mobil. Konfigurasi dari manipulator ini adalah RPP manipulator dimana terdapat sebuah *revolute joint* dan dua buah *prismatic joint*. Untuk mendapatkan posisi akhir dari *end-effector* manipulator, metode kinematika maju dapat digunakan. Sedangkan untuk mendapatkan parameter yang membuat robot dapat mencapai posisi akhir dari *end effector* digunakan sebuah metode *inverse kinematics*. Gambar 2 merupakan ilustrasi dari manipulator RPP yang akan dianalisis.



Gambar 2. Ilustrasi robot manipulator yang digunakan

dimana θ_1 adalah perubahan sudut pada *revolute joint*, d_2 adalah perubahan panjang posisi *prismatic joint* pertama, d_3 adalah perubahan panjang posisi *prismatic joint* kedua atau perubahan posisi *end effector*.

3. Analisis Sistem

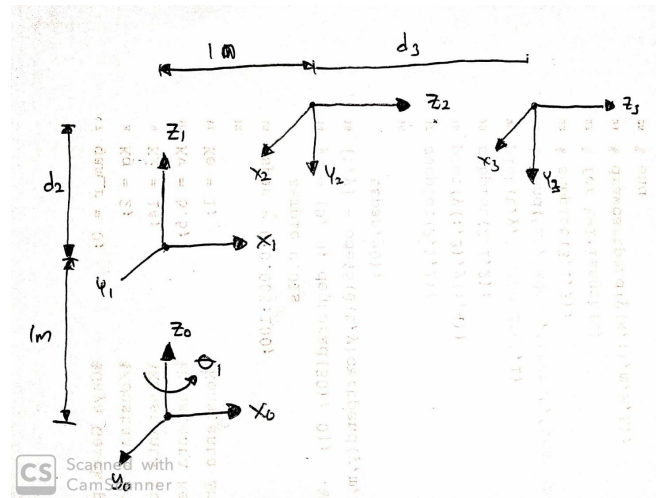
3.1 Forward Kinematics

Untuk menganalisis kinematika maju dari manipulator robot pada Gambar 2 dibutuhkan penentuan sumbu dari setiap *joint* pada manipulator yang berfungsi untuk mendapatkan parameter *denavit-hartenberg*. Gambar 3 menjelaskan orientasi sumbu dari setiap *joint* dari robot manipulator pada Gambar 2.

Parameter ini ditampilkan pada tabel 1:

dimana a_i adalah panjang lengan manipulator, α_i adalah perubahan orientasi antar lengan, d_i adalah jarak antar *joint*, dan θ_i adalah sudut perubahan pada *joint* manipulator.

Setelah mendapatkan parameter *denavit-hartenberg*, kemudian dimasukkan kedalam matriks transformasi *homogenous*



Gambar 3. Sumbu pada manipulator

i	a_i	α_i	d_i	θ_i
1	0	0	0	θ_1
2	0	90	d_2	0
3	0	0	d_3	0

Tabel 1. Tabel Parameter DH

T_3^0 dengan menentukan matriks transformasi *homogenous* T_1^0 , T_2^1 , dan T_3^2 dibawah:

$$T_1^0 = \begin{bmatrix} \cos \theta_1 & -\sin \theta_1 & 0 & 0 \\ \sin \theta_1 & \cos \theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$T_2^1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$T_3^2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Sehingga dengan melakukan operasi perkalian pada matriks transformasi *homogenous* T_1^0 , T_2^1 , dan T_3^2 , maka matriks transformasi *homogenous* T_3^0 adalah:

$$T_3^0 = \begin{bmatrix} \cos \theta_1 & 0 & \sin \theta_1 & d_3 \sin \theta_1 \\ \sin \theta_1 & 1 & -\cos \theta_1 & -d_3 \cos \theta_1 \\ 0 & 1 & 0 & d_2 + 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

Dengan mengambil komponen translasi pada matriks transformasi *homogeneous* (4), maka posisi akhir dari *end effector*

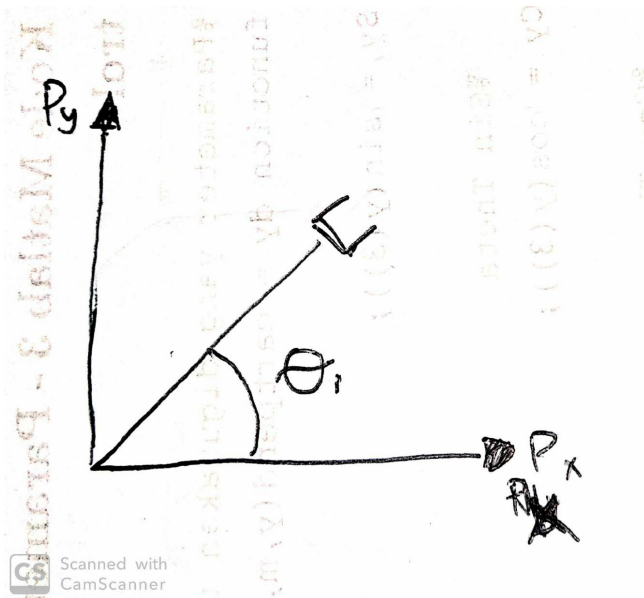
dari manipulator dapat ditentukan yaitu:

$$\begin{bmatrix} px \\ py \\ pz \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_3 \sin \theta \\ d_3 \cos \theta \\ d_2 + 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

dimana px adalah posisi x , py adalah posisi y , dan pz adalah posisi z dari *end effector* pada manipulator RPP.

3.2 Inverse Kinematics

Analisis kedua adalah analisis kinematika mundur atau *inverse kinematics*, dimana posisi dari *end effector* sudah harus diketahui, dan digunakan untuk menentukan parameter pada *manipulator joint*. Dengan menggambarkan tampak atas pada Gambar 4 dan samping pada Gambar 5 dari manipulator Gambar 2, maka solusi kinematika mundur dapat ditemukan dengan pendekatan geometri dengan analisis dibawah:

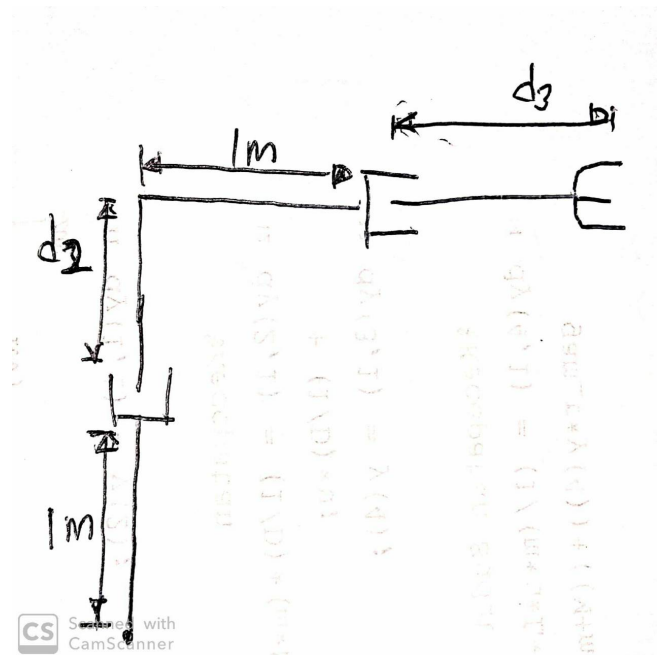


Gambar 4. Tampak atas manipulator

$$\theta_1 = \arctan \frac{py}{px} \quad (6)$$

$$d_3 = pz - 1 \quad (7)$$

$$d_3 = -1 + \sqrt{(px)^2 + (py)^2} \quad (8)$$



Gambar 5. Tampak samping manipulator

4. Kesimpulan

Dengan mendapatkan persamaan kinematika maju, maka posisi akhir dan parameter θ perubahan sudut *joint* dan d perubahan panjang *joint* dapat ditentukan dengan menggunakan parameter *denavit-hartenberg* sehingga didapatkan matriks transformasi *homogenous*. Kinematika Mundur dapat digunakan untuk menghasilkan parameter *joint* yang dibutuhkan untuk mendapatkan posisi yang diinginkan oleh pengguna