

SIMULATOR ROBOT LENGAN DUA DERAJAT KEBEBASAN

Daniel S Pamungkas dan Muhammad Samsu Noviansyah

Jurusan Elektro, Politeknik Negeri Batam, Jl Ahmad Yani, Batam, 29432

Abstract

One of the industrial robots that is widely used is an arm robot. However, controlling the robotic arm requires a high level of precision. So it requires a simulator to recognize the robot's movement, before being applied directly to the actual robot. This simulator is made using visual studio program by utilizing inverse and forward kinematics equations. This simulator is able to simulate the motion of a robot consisting of two arms whose length can be adjusted to the needs of the user. In addition, it is also able to determine the angle of each connection of the robot.

Keywords: *Simulator, robot arm, two degree of freedom*

Abstrak

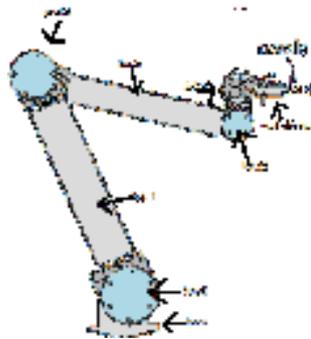
Salah satu robot industri yang banyak digunakan adalah suatu robot lengan. Namun untuk mengendalikan robot lengan membutuhkan tingkat kepresisian yang tinggi. Sehingga membutuhkan sebuah simulator untuk mengenali gerakan robot, sebelum diaplikasikan secara langsung pada robot yang sebenarnya. Simulator ini dibuat menggunakan program visual studio dengan memanfaatkan persamaan *inverse* dan *forward* kinematik. Simulator ini mampu untuk mensimulasi gerak robot yang terdiri dari dua lengan yang panjangnya dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Selain itu juga mampu mengetahui sudut dari setiap sambungan dari robot.

Kata Kunci: *Simulator, robot lengan, dua derajat kebebasan*

PENDAHULUAN

Pada dasarnya robot dapat berfungsi untuk membantu pekerjaan manusia. Salah satu alasannya adalah dikarenakan robot dapat bekerja secara otomatis dan akurat. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk perkembangan terhadap robot hingga saat ini. Salah satu robot yang sering dijumpai di industri atau sering digunakan adalah robot manipulator atau sering disebut robot lengan. Robot jenis ini dibuat menyerupai lengan manusia yang memiliki sifat fleksibel. Robot ini mudah digunakan untuk melakukan pekerjaan yang berat, presisi, dan dilakukan berulang ulang. Robot manipulator memiliki jumlah derajat kebebasan (*Degree of Freedom/ DoF*) tertentu untuk bergerak.

Robot lengan atau yang lebih dikenal dengan manipulator robot adalah salah satu jenis robot yang paling banyak digunakan oleh masyarakat industri (Syam, 2015). Selain itu juga robot jenis ini sering digunakan dalam penelitian dan pengembangan ilmu robotika. Robot lengan dapat melakukan pekerjaan yang konsisten sulit dikerjakan oleh manusia seperti pengelasan, pengecatan (Syam, 2015), serta memindahkan barang dan lainnya. Robot ini mampu menghasilkan gerakan yang terkendali (Toar, 2013). Pada umumnya bagian dari robot lengan terdiri dari *link*, *joint*, dan *end effector*. *Link* merupakan panjang dari lengan robot. Sedangkan *joint* merupakan pertemuan antara *link* dengan *link* atau sebuah *link* dengan *base*. Dengan adanya *joint* yang menghubungkan dua *link* tersebut, *joint* tersebut akan membentuk satu derajat kebebasan. Sedangkan pada ujung *link* dipasang *end-effector* yang dapat berupa *gripper* yang digunakan untuk melakukan suatu fungsi tertentu (Faris, 2012). Contoh dari sebuah robot lengan dapat dilihat pada gambar 1. *Manipulator planar* bergerak dalam bidang dua dimensi yaitu dalam kordinat x dan y. Memiliki derajat kebebasan atau DoF, semakin banyak DoF maka akan semakin kompleks robot tersebut.



Gambar 1 Robot Manipulator

Berbagai macam metode yang dapat digunakan untuk melakukan pergerakan secara tepat pada robot lengan, salah satunya adalah metode *inverse* kinematik. Metode *inverse* kinematik adalah pergerakan robot lengan dengan nilai yang diketahui adalah titik koordinat akhir atau yang ingin dituju, sehingga terjadi perubahan pada sudut masing-masing joint robot lengan. Menggunakan metoda ini akan diketahui berapa besar sudut *joint* yang dibutuhkan untuk mencapai titik akhir atau titik yang ingin dituju.

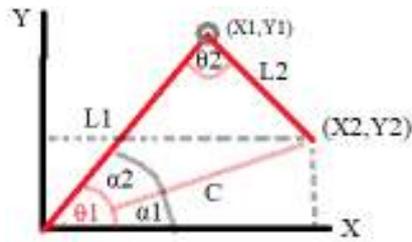
Pada penelitian ini akan dibuat simulasi dua dimensi robot lengan dengan dua derajat kebebasan menggunakan visual studio c#. Simulator ini dibuat dengan menggunakan persamaan *inverse* kinematik, untuk mengetahui berapa nilai sudut yang dibutuhkan setiap joint untuk mencapai koordinat yang dituju oleh pengguna.

METODE PENELITIAN

Kinematika manipulator adalah gerakan lengan robot terhadap sistem koordinat dasar dua dimensi dengan tidak memperhitungkan gaya dan momen yang menyebabkan gerakan pada lengan robot tersebut. Kinematika ini terdiri dari *direct* kinematics atau *forward* kinematic (kinematika maju) dan *inverse* kinematic (kinematika terbalik) (Suyudi, 2019).

Forward Kinematika merupakan suatu proses perhitungan pergerakan untuk robot manipulator dengan input sudut yang diketahui dan mengeluarkan output berupa posisi koordinat end effector. Sedangkan *inverse* kinematika merupakan suatu proses perhitungan pergerakan robot manipulator dengan diketahui titik koordinat *end effector*. Dimana keluarannya outputnya adalah besar nilai masing-masing sudut *joint*. Proses ini sangat berguna dalam robotika terutama pada proses simulasinya. Kinematic jenis ini paling sering digunakan untuk menggerakkan robot lengan karena tidak mengatur besar nilai sudut *joint*. Fokus utama dari *inverse* kinematik adalah untuk mencapai titik *end effector* tersebut. *Inverse* kinematik dapat diselesaikan dengan beberapa metode seperti metode DH dan metode persamaan trigonometri. Pada artikel ini akan dibahas menggunakan metoda trigonometri.

Dalam metode trigonometri jumlah *joint* pada robot akan sangat berpengaruh terhadap persamaan yang akan digunakan untuk mencari koordinat posisi robot atau benda. Semakin banyak jumlah *joint* pada robot maka akan semakin kompleks juga persamaannya. Penjelasan *joint* dan *link* pada robot lengan dua derajat kebebasan ditunjukkan pada Gambar 3 yang mengacu pada (Uchrowi, 2019). Pada beberapa kasus lengan robot tidak dapat mencapai titik *end effector* atau target yang dituju. Hal ini dikarenakan target diluar batas panjang lengan yang digunakan, maka akan terjadi kesalahan atau tidak diketahui besar sudut yang akan dihitung oleh *invers* kinematik.



Gambar 3 Robot lengan 2 DoF

Untuk menggunakan rumus *inverse* kinematik maka dibutuhkan input dari panjang L_1 , L_2 dan titik X_2 , Y_2 , setelah didapat maka dapat menggunakan rumus *invers* kinematik 2DoF sebagai berikut :

Dimana nilai C diperoleh pada persamaan (1):

$$C = \sqrt{X_2^2 + Y_2^2} \quad (1)$$

Untuk mendapatkan nilai dari θ_1 , harus mencari nilai α_1 dan α_2 , pada persamaan (1.2) dan (1.3)

$$\alpha_1 = \tan^{-1}\left(\frac{Y_2}{X_2}\right) \quad (2)$$

$$\alpha_2 = \cos^{-1}\left(\frac{L_1^2 + C^2 - L_2^2}{2 * L_1 * C}\right) \quad (3)$$

maka θ_1 didapat dari penjumlahan α_1 dan α_2 :

$$\theta_1 = \alpha_1 + \alpha_2 \quad (4)$$

untuk mendapatkan nilai θ_2 , pada persamaan (5):

$$\theta_2 = \cos^{-1}\left(\frac{L_1^2 + L_2^2 - C^2}{2 * L_1 * L_2}\right) \quad (5)$$

Setelah mendapatkan nilai sudut dari *inverse* kinematik θ_1 dan θ_2 , maka selanjutnya menggunakan rumus *forward* Kinematik untuk mendapatkan posisi dari nilai sudut yang dihasilkan *invers* kinematik, berikut persamaan *forward* kinematik :

$$X_1 = L_1 \cdot \cos \theta_1 \quad (6)$$

$$Y_1 = L_1 \cdot \sin \theta_1 \quad (7)$$

$$X_2 = L_1 \cdot \cos \theta_1 + L_2 \cdot \cos(\theta_1 + \theta_2) \quad (8)$$

$$Y_2 = L_1 \cdot \sin \theta_1 + L_2 \cdot \sin(\theta_1 + \theta_2) \quad (9)$$

Keterangan :

L_1 / link 1 = lengan 1

X_1, Y_1 = posisi joint 2

L_2 / link 2 = lengan 2

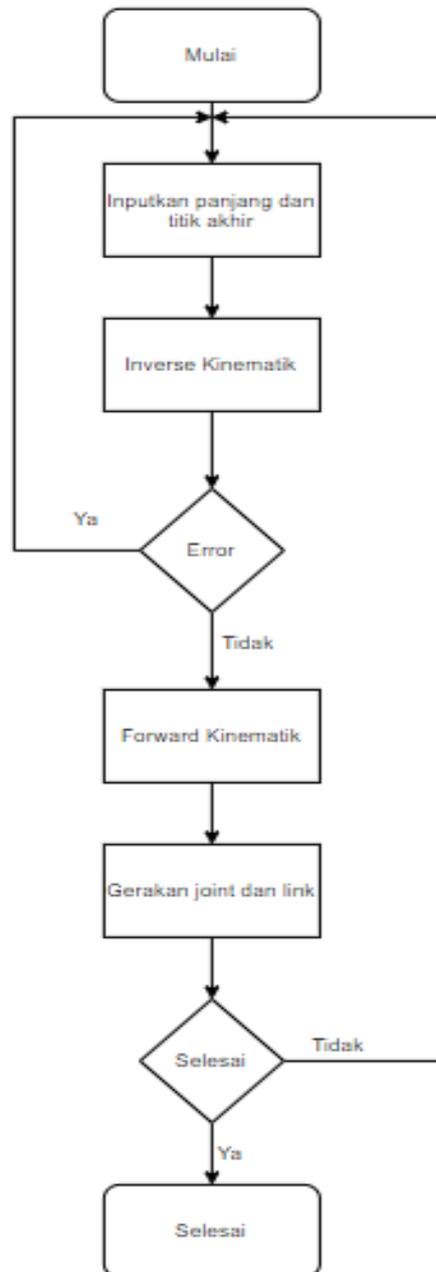
X_2, Y_2 = posisi end effector, atau input titik akhir

yang dituju

θ_1 / sdt1 = sudut joint 1

$\theta_2 / sdt_2 = \text{sudut joint 2}$

Gambar 3 adalah diagram alir dari program simulator ini. Sedangkan gambar 3 adalah tampilan antarmuka dari program. Dimana untuk menjalankan program maka dibutuhkan masukan awal yaitu panjang link dan titik akhir yang dituju.



Gambar 3. Flowchart Sistem Program

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 diinput dengan nilai lengan yang sama yaitu lengan 1 = 100, lengan 2 = 100. Pada tabel ini dilakukan percobaan untuk mencari nilai selisih dari input x_2 , y_2 dengan hasil setelah melakukan simulasi atau output. Dapat dilihat perbedaan angka hanya selisih 1 dari input yang dimasukan oleh user. Pada pengambilan data dilakukan percobaan untuk mengetahui perbedaan nilai input dengan posisi output x_2 , y_2 , dengan menginput nilai $x_2 = 62$, $y_2 = 57$, lalu hasil posisi output dari x_2 , y_2 atau end effector adalah $x_2 = 63$, $y_2 = 56$ dan didapatkan perbedaan selisih yang hampir sama kurang atau lebih 1 setiap percobaan saat setelah melakukan simulasi.

Tabel 1 pengambilan data Hasil perbandingan input dengan posisi x_2 , y_2 setelah proses simulasi

No	Input		Hasil setelah proses simulasi / output		Keterangan	
	X2	Y2	X2	Y2	X2	Y2
1	100	100	101	99	Nilai lebih 1	Nilai kurang 1
2	62	57	63	58	Nilai lebih 1	Nilai lebih 1
3	-27	138	-26	137	Nilai kurang 1	Nilai kurang 1
4	92	-38	91	-37	Nilai kurang 1	Nilai kurang 1
5	146	109	145	109	Nilai kurang 1	Nilai sama

Gambar 4 dari salah satu hasil simulasi dengan input $x_2 = 62$, $y_2 = 57$ dan menghasilkan nilai akhir di $x_2 = 63$, $y_2 = 58$.



Gambar 4. Percobaan input $x_2 = 62$, $y_2 = 57$

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, simulator yang menggunakan inverse kinematik pada robot lengan dua derajat kebebasan mampu untuk mencari sudut setiap joint dengan hanya memasukan nilai end effector yang diinginkan serta panjang lengan link yang ada pada sebuah robot. Simulator ini mampu mensimulasikan pergerakan sebuah robot dengan batasan panjang dari setiap linknya tidak melebihi nilai yang ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Faris, Triwiyatno, dan Setiawan. (2012). Arm Manipulator 4 DOF dengan Cartesian Space-Trajectory Planning. *Transient 1* (4), Semarang.
- Pitowarno (2006). *Robotika Desain, Kontrol dan Kecerdasan Buatan*. Andi Offset. Yogyakarta
- Suyudi, Hadary, dan Derdian (2019). Simulasi Penyelesaian Invers Kinematik Robot Dua Lengan dengan Metode Pseudo-Invers. *Jurnal Teknik Elektro 2* (1). Universitas Tanjung Pura. Pontianak.
- Syam. (2015). *Kinematika dan Dinamika Robot Lengan*. Makassar.
- Toar (2013). *Sistem Kendali Kinematik Pergerakan Robot Manipulator 3 DoF*. Politeknik Negeri Batam, Batam.
- Uchrowi, Lasmadi, dan Sutjianto (2019). Pemodelan dan Simulasi Robot Lengan 3 DOF Menggunakan V-REP. *Avitec 1* (1). Sekolah Tinggi Teknologi Adisucipto. Yogyakarta.