

RANCANG BANGUN PROTOTYPE ROBOT MANIPULATOR UNTUK MEDIA PRAKTIKUM

Akhmad Taufik¹⁾, Abdul Kadir Muhammad¹⁾, Andi Baso²⁾, John Michael Adiputra²⁾

¹⁾ Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

²⁾ Mahasiswa S1 Terapan Teknik Mekatronika Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

Manipulator robots are commonly used for industrial applications such as to move, to lift and to manipulate workpieces. The robots are widely used in various industries. Then, the understanding about the robots become important things for engineering students especially for mechatronics students. The students can study about manipulator robots by using a prototype of manipulator robot. Therefore, a prototype of manipulator robot is the main result of this research. The prototype of manipulator robot can be used as a teaching tool in the Mechatronics Laboratory. The robot has a complete kinematics and dynamics analysis. The purposes of this research are (1) to formulate the rotation, homogenous transformation, and position matrixes of the robot, (2) to design the mechanical, electrical and control of the robot, and (3) to make a prototype of manipulator robot. The robot is equipped with an end effector. Then, the robot has a 3 Degree of Freedoms (DOFs) in its body and 2 DOFs in its end effector. A dynamixel AX-12A and a servo motor were used as the actuators of the robot. Then, an Arduino Mega was used as the controller of the robot. As the result of this research, the prototype of manipulator robot had been made based on the formulation and design. The robot could work well in lifting and moving a sample workpiece from a coordinate (x_1, y_1) to other coordinate (x_2, y_2) .

Keywords: *manipulator robot, formulation, homogenous transformation matrix*

1. PENDAHULUAN

Robot Manipulator merupakan robot yang bentuknya menyerupai lengan manusia dan berfungsi membantu pekerjaan manusia sehari-hari termasuk pada dunia industri. Robot Manipulator juga dapat digunakan sebagai pemindah barang dengan berat barang berskala besar dengan kecepatan dan ketepatan yang akurat, serta pengendaliannya pun bisa berupa otomatis atau secaramanual. Robot otomatis merupakan robot yang dapat bergerak sesuai dengan sistem gerakannya tanpa harus ada campur tangan manusia. Robot manual merupakan robot yang bergerak sesuai dengan sistem gerakannya tapi dengan bantuan operator sebagai pengendalinya. Lengan robot pada umumnya terdiri dari bahu, persendian dan tangan yang bisa berupa sebuah gripper atau tangan yang memiliki jari seperti halnya tangan manusia sebagai pengambil objek. Bagian tangan robot dikenal sebagai manipulator tangan, yaitu sistem gerak yang berfungsi untuk manipulasi (memegang, mengambil, mengangkat, memindahkan, mengolah) objek. Untuk melakukan pengambilan objek lengan robot ini dilengkapi dengan *end effector (gripper)* yang berupa jari-jari seperti halnya jari manusia. Lengan robot didesain agar dapat mengikuti gerak sesuai dengan gerakan yang dilakukan oleh gerakan lengan manusia, input pengontrol dibuat dengan potensiometer untuk persendian lengan dan *flex sensor* yang diletakkan pada jari-jari manusia dengan cara membuat pengendali yang sesuai dengan bentuk lengan dan jari-jari manusia agar dapat digunakan sebagai penggerak sendi-sendi pada lengan robot (Selamat dan YudiWijanarko, 2015).

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang telah digunakan dalam proses pelaksanaan, pembuatan, dan analisis penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Literature Review

Untuk memperoleh landasan teori dalam penelitian dan pembuatan alat, maka tahap pertama yang kami lakukan adalah mengumpulkan berbagai informasi yang berkaitan robot manipulator 3 DOF. Adapun referensi yang digunakan adalah artikel-artikel ilmiah yang dipublikasikan pada jurnal, prosiding, dan buku.

2. Formulasi dan Simulasi

¹ Korespondensi penulis: Akhmad Taufik, Telp 089612952852, akhmad_taufik@poliupg.ac.id

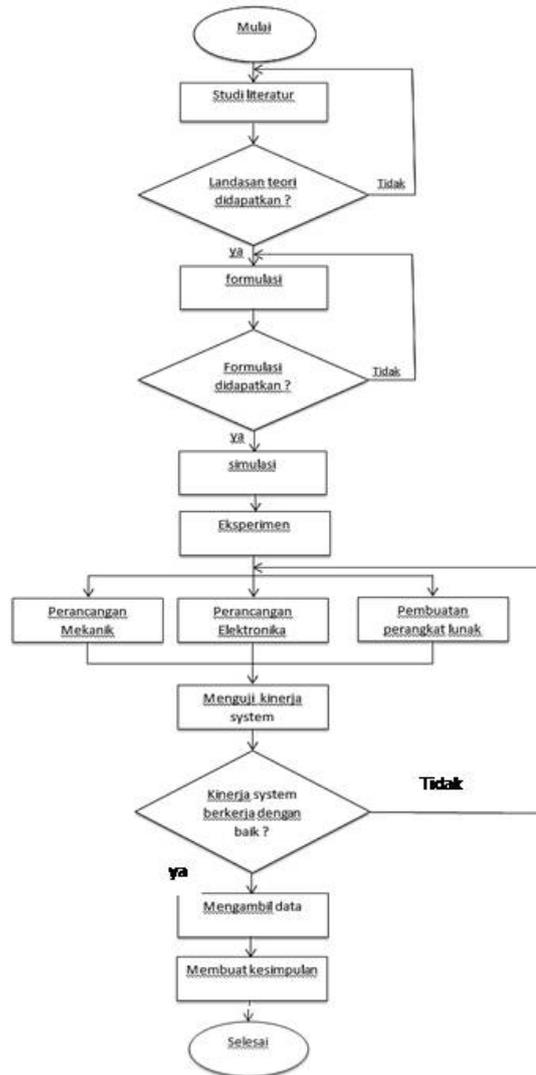
Formulasi dilakukan untuk memodelkan sebuah sistem dalam analisis kinematika sehingga diperoleh model matematisnya. Simulasi dilakukan untuk melihat hasil dari formulasi yang telah dibuat.

3. Perancangan dan Pembuatan

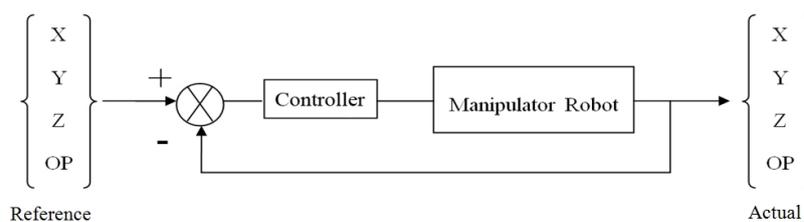
Tahapan ini meliputi perancangan mekanik dan pembuatan perangkat keras dari robot manipulator yang telah dirancang , perancangan elektronik dan pembuatan rangkaian elektronika untuk driver kontroler yang menggerakkan robot manipulator, dan perancangan sistem control serta pembuatan perangkat lunak (program) pada robot manipulator.

4. Pengujian kinerja sistem secara keseluruhan serta mengambil data dari hasil pengujian yang dibuktikan dengan menggunakan *software* Matlab.

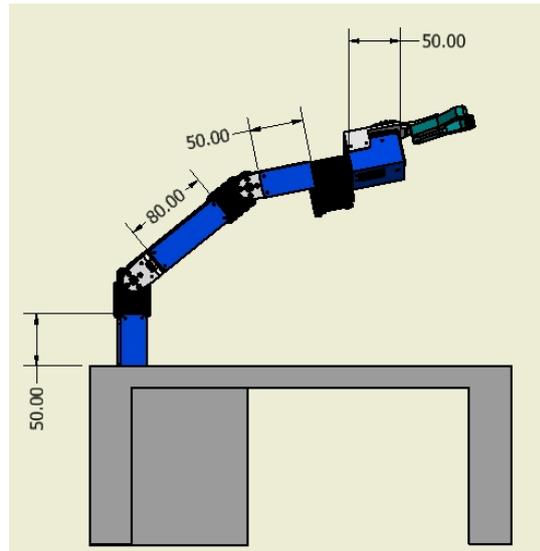
5. Analisis hasil pengujian.



Gambar 1. Diagram alir penelitian



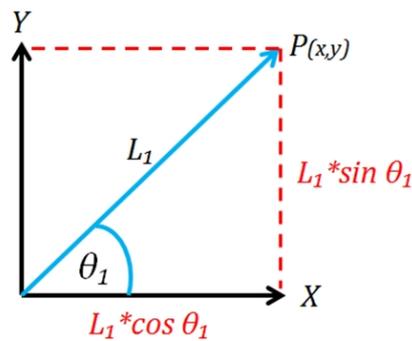
Gambar 2. Diagram blok pengontrolan robot manipulator



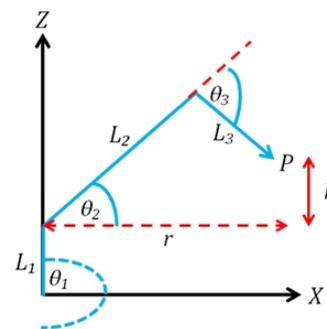
Gambar 3. Rancangan robot manipulator dengan dimensi dalam satuan milimeter

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mendapatkan formulasi robot manipulator 5 DOF yang dirancang dan dibuat pada penelitian ini maka langkah awal yang dilakukan adalah membuat formulasi *inverse kinematic* (kinematik mundur) robot manipulator 3 DOF untuk mendapatkan θ_1 , θ_2 , dan θ_3 .



Gambar 4. *Inverse kinematic* 1 DOF



Gambar 5. *Inverse Kinematic* 3 DOF

Untuk mendapatkan rumus dari θ maka digunakan *inverse kinematic* 1 DOF seperti pada Gambar 4 di atas. Berdasarkan Gambar 5 maka dapat diperoleh penurunan persamaan sebagai berikut:

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} = L_2 \times c_{\theta_2} + L_3 \times \cos(\theta_3 - \theta_2) \tag{1}$$

$$h = z - L_1 = L_2 \times s_{\theta_2} - L_3 \times s_{\theta_3 - \theta_2} \tag{2}$$

$$r^2 + h^2 = x^2 + y^2 + (z - L_1)^2 \tag{3}$$

Pada persamaan ketiga kita dapat menggunakan operasi pangkat dua untuk memperoleh $\cos \theta_3$ sebagai berikut :

$$c_{\theta_3} = \frac{x^2 + y^2 + (z - L_1)^2 - L_2^2 - L_3^2}{2 \times L_2 \times L_3} \tag{4}$$

Adapun persamaan untuk solusi posisi *link* 3 seperti *up-elbow* dan *down-elbow* maka digunakan *down-elbow*. Dengan menggunakan hukum identitas trigonometri :

$$c_{\theta}^2 + s_{\theta}^2 = 1$$

$$s_i \theta = \sqrt{1 - c_i^2 \theta}$$

Maka untuk *up-elbow*:

$$s_i \theta_3 = +\sqrt{1 - c_i^2 \theta_3} \dots\dots\dots(5)$$

Sedangkan untuk *down-elbow*:

$$s_i \theta_3 = -\sqrt{1 - c_i^2 \theta_3} \dots\dots\dots(6)$$

Dari beberapa persamaan di atas maka kita dapat memperoleh rumus dari θ_3 sebagai berikut :

$$\theta_3 = \arcsin\left(\frac{s_i \theta_3}{\cos \theta_3}\right)$$

Pada gambar *inverse kinematic* 3 DOF untuk θ_3 di atas maka dapat diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$\tan \alpha = \frac{L_3 s \theta_3}{L_3 c \theta_3 + L_2} \dots\dots\dots(7)$$

$$\tan \beta = \frac{y}{x} \dots\dots\dots(8)$$

$$\theta_2 = \beta + \alpha \dots\dots\dots(9)$$

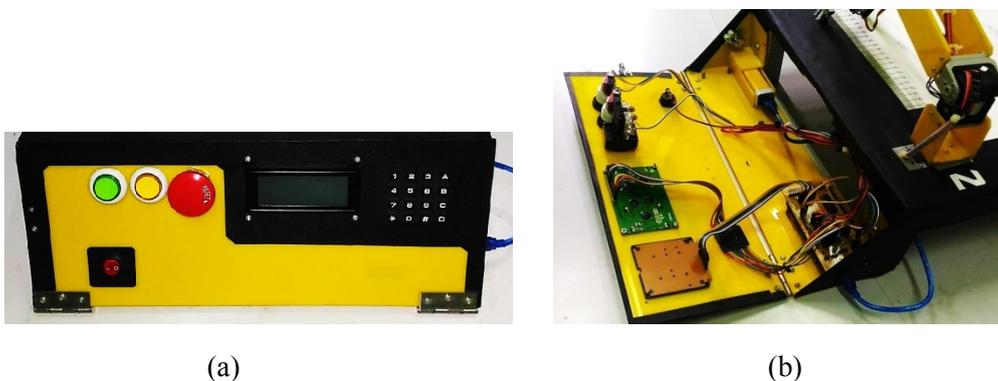
Dengan menggunakan rumus jumlah dan selisih sudut trigonometri maka dapat diperoleh rumus dari θ_2 :

$$\tan A + B = \frac{\tan A + \tan B}{1 - \tan A \tan B} \dots\dots\dots(10)$$

$$\tan \beta + \alpha = \frac{\tan \beta + \tan \alpha}{1 - \tan \beta \tan \alpha} \dots\dots\dots(11)$$

$$\theta_2 = \arctan\left(\frac{y(L_3 c \theta_3 + L_2) + x(L_3 s \theta_3)}{x(L_3 c \theta_3 + L_2) - y(L_3 s \theta_3)}\right) \dots\dots\dots(12)$$

Selanjutnya, persamaan θ di atas disimpan untuk dimasukkan pada listing program yang akan dibuat untuk mengontrol pergerakan robot manipulator. Tahapan perancangan dan pembuatan dilakukan baik untuk mekanik, elektronik, maupun sistem kontrol robot. Pada penelitian ini, meja robot dan *box controller* yang dirancang dan dibuat terpasang menjadi satu kesatuan seperti yang terlihat pada Gambar 6. Lengan-lengan robot manipulator dibuat menggunakan bahan *acrylic*. *Gripper* robot manipulator dibuat menggunakan bahan *acrylic* seperti tampak pada Gambar 7. Beberapa bahan mekanik dan elektronik lain yang digunakan dalam pembuatan prototipe robot manipulator ini seperti pelat aluminium, *acrylic*, motor dynamixel AX-12A, motor servo MG996R, motor servo SG90, *gripper*, mikrokontroler Arduino Mega, *push button*, *keypad matrix* 4x4, dan LCD 20x4.



Gambar 6. *Box controller* (a) bagian depan (b) bagian dalam



Gambar 7. *Gripper* Prototipe Robot Manipulator

Adapun hasil akhir dari rancang bangun prototipe robot manipulator 5 DOF ini dapat dilihat pada Gambar 8.



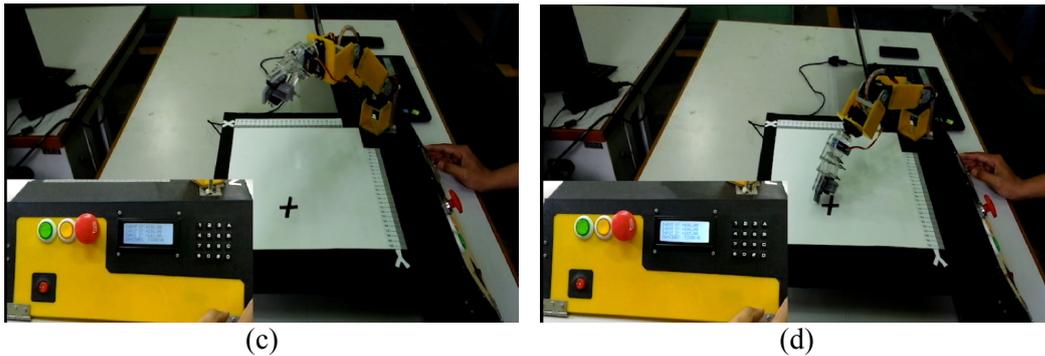
Gambar 8. Hasil akhir rancang bangun prototipe robot manipulator 5 DOF

Prototipe robot manipulator 5 DOF tersebut telah diuji cobakan untuk memindahkan sebuah benda uji dari sebuah posisi yang ditandai dengan koordinat (x_1, y_1) ke posisi-posisi lain yang ditandai dengan koordinat (x_2, y_2) . Hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe robot manipulator tersebut dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 9.



(a)

(b)



Gambar 9. (a) posisi awal robot manipulator
 (b) robot manipulator mengambil benda kerja pada posisi (x_1, y_1)
 (c) robot manipulator memindahkan benda kerja
 (d) robot manipulator menempatkan benda kerja pada posisi (x_2, y_2)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Formulasi *inverse kinematic* 3 DOF untuk prototipe robot manipulator telah dilakukan.
2. Perancangan mekanik, elektronik dan sistem kontrol prototipe robot manipulator telah dilakukan.
3. Pembuatan sebuah prototipe robot manipulator yang dapat dijadikan sebagai media praktikum mahasiswa telah selesai dilakukan. Pengujian terhadap robot tersebut juga telah dilakukan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Mogot, Miansari dan Jamil Mustarin. (2016). "Rancang Bangun Prototipe Robot Manipulator". Skripsi. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Caysar, Dina. (2014). "Pengaturan Pergerakan Robot Lengan *Smart Arm Robotic Ax-12a* Melalui Pendekatan *Geometry Based Kinematic* Menggunakan *Arduino*". Jurnal. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Indonesia.
- Firdaus, AhmadRiyad. (2009). "Pemodelan Robot Manipulator". Batam: Politeknik Batam.
- Fu, Gonzales dan Lee. (1987). Matriks Transformasi Homogeneous, (Online), (<http://library.binus.ac.id/eColls/eThesidoc/Bab2/2009-1-00450-SK%20Bab%202.pdf>), diakses pada tanggal 11 Februari 2017.
- Muslimin, Selamat, S.T., M.Komdan Yudi Wijanarko, S.T., M.T. (2015). "Rancang Bangun Robot Berjari Pengikut Gerak Lengan Manusia Menggunakan Flex Sensor dengan Sistem Mikrokontroler ATmega 32". Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Nugraha, DenyWiria. (2011). "Pengendalian Robot Yang Memiliki Lima Derajat Kebebasan", Jurnal Ilmiah Foristek Vol.1, No. 1. Palu: Jurusan Teknik Elektro UNTAD.
- Pitowarno, Endra. (2007). Robotika Disain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan. Edisi 1. Jakarta: Andi Publisher.
- Arduino. (2017). Sin(rad), (Online), (<https://www.arduino.cc/en/Reference/Sin>), diakses pada tanggal 7 Mei 2017.
- Rus, Daniela. (2011). *Robotics systems and science Lecture 14: Forward and Inverse Kinematics*, (Online), (<http://courses.csail.mit.edu/6.141/spring2011/pub/lectures/Lec14-Manipulation-II.pdf>), diakses pada tanggal 21 Maret 2017.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami tujukan kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini, khususnya pihak UPPM PNUP yang telah mengorganisir seluruh penelitian yang dilakukan oleh dosen PNUP. Penelitian ini didanai menggunakan DIPA PNUP Tahun Anggaran 2017.