

RANCANG BANGUN PENGONTROL GERAKAN ROBOT OPENMANIPULATOR DENGAN MATLAB

Daniel Kelvin Winarta¹, Romy Budhi Widodo², Mochamad Subianto³

^{1,3}Universitas Ma Chung

311710007@student.machung.ac.id

Received: 21 August 2024 – Revised: 30 August 2024 - Accepted: 30 August 2024 - Published: 18 Sept 2024

Abstrak

Dengan semakin majunya ilmu pengetahuan, masyarakat menuntut industri untuk membuat sebuah produk dengan kualitas yang baik dan diproduksi dalam waktu yang singkat. Karena tuntutan ini banyak industri beralih dari proses produksi manual ke proses produksi otomatis agar produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang konsisten serta cepat diproduksi. Salah satu teknologi yang paling marak digunakan sekarang adalah robot *arm*. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah aplikasi pengontrol gerakan robot *arm* dengan menggunakan aplikasi MATLAB. Robot *arm* yang digunakan terdiri dari beberapa perangkat, yaitu U2D2 board, power adaptor, dan *servo* dynamixel. Pengujian prototipe dilakukan dengan melakukan gerak pindah posisi pada robot *arm* sesuai dengan posisi yang sudah ditentukan. Pengujian berhasil 100% melakukan seluruh gerakan pindah posisi robot *arm* meski masih perlu dilakukan penyempurnaan agar robot *arm* dapat berfungsi lebih baik lagi kedepannya.

Kata Kunci : dynamixel, MATLAB, lengan robot, OpenManipulator

Abstract

With the advancement of science, society demands industry to make a product with good quality and produced in a short time. Because of this demand, many industries have switched from manual production processes to automated production processes so that the products produced have consistent quality and are quickly produced. One of the most widely used technologies today is the robot arm. This study aims to create a robot arm motion control application using the MATLAB application. The robot arm used consists of several devices, namely the U2D2 board, power adapter, and servo dynamixel. Prototype testing is carried out by moving the position of the robot arm according to the predetermined position. The test was 100% successful in carrying out all the movements of moving the robot arm position, although improvements still need to be made so that the robot arm can function better in the future.

Keywords: dynamixel, MATLAB, OpenManipulator, robot arm

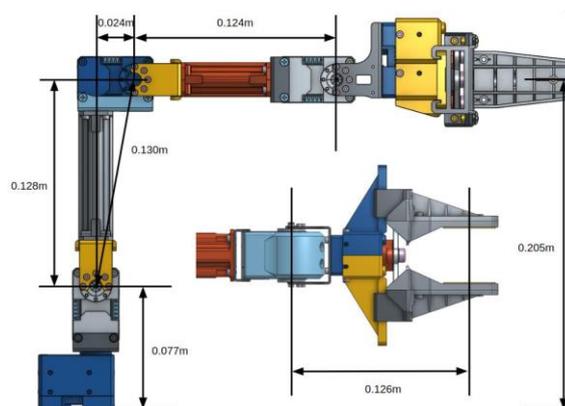
PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah meningkat dengan sangat pesat. Peningkatan yang pesat ini terjadi akibat masyarakat menuntut industri untuk dapat memproduksi barang dengan cepat dan tepat, namun tetap memiliki kualitas yang baik. Untuk memenuhi permintaan tersebut, sebagian besar industri mulai meninggalkan sistem manual yang masih banyak melibatkan peran manusia dan beralih ke sistem otomatis. Pengalihan ini dilakukan oleh industri untuk mendapatkan efisiensi waktu dan penggandaan hasil produksi yang lebih besar. Salah satu contoh alat yang seringkali digunakan oleh industri dalam penerapan sistem otomatis adalah robot.



Gambar 1. Robot Arm

Robotika adalah sebuah bidang studi yang memfokuskan pada pembuatan, pengembangan, dan aplikasi robot (Sari, 2024). Bidang studi ini kemudian melahirkan dan memopulerkan robot sebagai alat pintar yang dapat membantu meringankan pekerjaan manusia. Menurut Muslim (2022), robot sendiri lebih dikenal sebagai seperangkat alat mekanik yang bisa melakukan tugas fisik, baik dengan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dahulu (kecerdasan buatan). Robot yang digunakan oleh industri saat ini memiliki bentuk yang sangat beragam. Keberagaman bentuk robot tersebut kemudian dikategorikan ke dalam beberapa jenis, seperti *humanoid*, *fixed robot*, *mobile robot*, *bug robot*, dan *combination* (Prastiwi & Ihsan, 2021). *Humanoid* merupakan jenis robot yang memiliki bentuk seperti manusia. *Fixed robot* merupakan jenis robot yang tidak dapat berpindah. *Mobile robot* merupakan jenis robot yang dapat berpindah secara dinamis karena memiliki roda atau kaki. *Bug robot* merupakan jenis robot yang memiliki bentuk mirip dengan binatang. *Combination* merupakan jenis robot yang terbentuk dari gabungan keempat robot sebelumnya. Salah satu jenis robot yang paling sering dan banyak digunakan oleh industri adalah robot manipulator atau robot *arm*.



Gambar 2. Dimensi OpenMANIPULATOR-X

Robot manipulator atau robot *arm* adalah robot yang memiliki bentuk dan gerakan menyerupai lengan manusia (Sirojuddin dkk, 2022). Robot *arm* terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu *base*, *link*, *joint*, *arm*, dan *end effector*. *Base* merupakan dasar atau pijakan pada robot *arm*. *Link* merupakan rangka penyusun robot *arm*. *Joint* merupakan pertemuan antara *link* yang satu dengan *link* yang lain pada suatu *base* robot *arm*. Komponen *joint* akan membuat *Degree of Freedom* (DoF). Semakin banyak jumlah *Degree of Freedom* (DoF) pada robot, maka robot tersebut memiliki banyak gerakan yang dapat dilakukan. Jumlah *Degree of Freedom* (DoF) pada robot dapat disesuaikan dengan konfigurasi *hardware* (Pamungkas & Muhammad, 2021). *Arm* merupakan sebuah komponen yang dapat digerakkan oleh motor atau

servo. Gerakan dari komponen *arm* dapat disesuaikan oleh perangkat kontroler. *End effector* merupakan bagian paling ujung robot arm yang melakukan tugas dan fungsi tertentu (Oktama dkk, 2018).

Items	Unit	OpenMANIPULATOR-X
Actuator		DYNAMIXEL XM430-W350-T
Input Voltage	V	12
DOF	-	5 (4 DOF + 1 DOF Gripper)
Payload	g	500
Repeatability	mm	< 0.2
Speed(Joint)	RPM	46
Weight	kg (lb)	0.70 (1.54)
Reach	mm (in)	380 (14.9)
Gripper Stroke	mm (in)	20~75 (0.79~2.95)
Communication	-	TTL Level Multidrop BUS
Software	-	ROS, DYNAMIXEL SDK, Arduino, Processing
Main Controller	-	PC, OpenCR

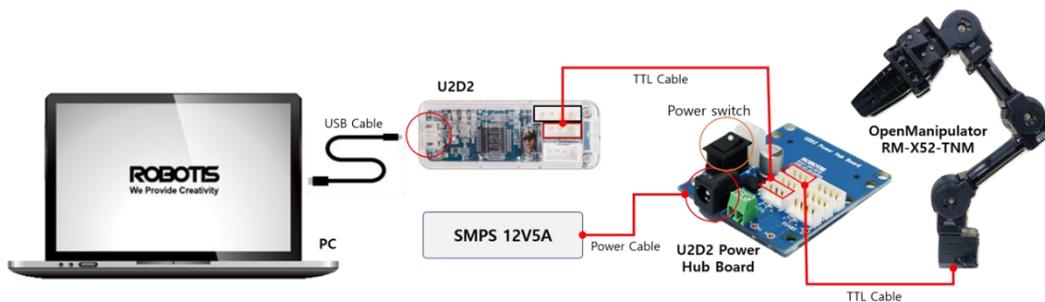
Gambar 3. Spesifikasi OpenMANIPULATOR-X

Menurut Setyaningrum (2021), robot *arm* memiliki beberapa manfaat penting. Manfaat yang pertama adalah produktivitas dan efisiensi yang lebih tinggi. Pada suatu industri, robot *arm* dirancang untuk beroperasi 24 jam dalam seminggu sehingga dapat meningkatkan *output*. Manfaat yang kedua adalah peningkatan akurasi. Jika dibandingkan dengan manusia, robot *arm* dapat bekerja dengan lebih konsisten. Manfaat yang ketiga adalah peningkatan kemampuan beradaptasi dan fleksibilitas. Untuk pengaturan kemampuan robot *arm* dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat kontroler. Manfaat yang terakhir adalah peningkatan keselamatan. Bagi sebagian industri, robot *arm* dapat menggantikan manusia untuk melakukan pekerjaan yang berbahaya atau beresiko tinggi.

Berdasarkan penjelasan dari manfaat tersebut, dilakukan penelitian agar robot *arm* menjadi sebuah alat bantu yang dapat digunakan pada laboratorium, khususnya laboratorium yang biasanya menggunakan bahan kimia berbahaya sehingga dapat meminimalisir kecelakaan kerja.

METODE

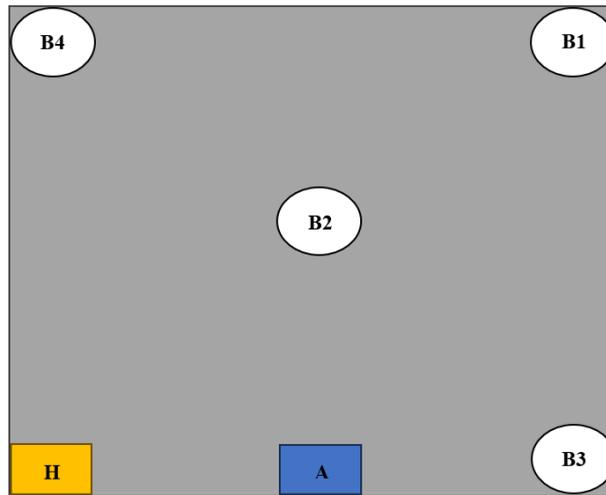
Penelitian ini berfokus pada pembuatan prototipe penggerak robot *arm*. Robot *arm* pada penelitian ini bertujuan untuk melakukan gerakan menyerupai tangan manusia pada sebuah lingkungan yang berbahaya bagi manusia. Prototipe robot arm yang dipakai terdiri dari 3 buah komponen yaitu U2D2, *power hub*, serta motor servo dynamixel yang dirangkai seperti pada Gambar 1. Robot *arm* terdiri dari 4 buah servo dynamixel yang bekerja sebagai *joint*, *base*, dan *joint arm* lalu ada sebuah servo dynamixel yang bekerja sebagai *end effector*. Dimana antar servo tersebut disambungkan dengan menggunakan rangka yang telah disediakan, lalu antar koneksi antar servo terhubung menggunakan kabel 3 pin.



Gambar 4. Rangkaian Prototipe Robot Arm

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Human Machine Interaction (HMI) Gedung *Research and Development* Lantai 6 Universitas Ma Chung sejak hari Senin, 3 Juni 2024 sampai dengan hari Kamis, 25 Juli 2024. Hasil akhir penelitian ini dilakukan uji pada robot arm agar dapat melakukan gerak pada posisi yang sudah ditentukan (Gambar 5) dengan instruksi yang diberikan melalui aplikasi MATLAB.

Pada proses pengujian prototipe, robot *arm* diharapkan mampu bergerak antar posisi yang sudah ditentukan. Posisi *base* dari robot *arm* ditunjukkan dengan huruf A. Posisi benda ditunjukkan dengan huruf B1, B2, B3, B4. Posisi *home* dari robot *arm* yang ditunjukkan dengan huruf H merupakan posisi awal dari robot *arm* setiap kali akan bergerak.



Gambar 5. Ilustrasi Posisi Robot Arm

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat dan komponen yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebuah komputer yang memiliki *port* USB agar dapat dikoneksikan dengan rangkaian prototipe melalui sebuah kabel Universal Serial Bus (USB). Pada rangkaian robot *arm* sendiri terdiri dari sebuah U2D2 power hub yang terhubung dengan servo dynamixel yang sudah dirangkai menyerupai arm manusia. Kemudian terdapat juga sebuah *power adaptor* 12V 5A untuk memberi suplai tegangan pada servo dynamixel (Gambar 6).



Gambar 6. Rangkaian Prototipe

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan *function* Read2Byte (Gambar 7) pada MATLAB dengan memposisikan robot *arm* sesuai dengan posisi yang telah ditentukan sebelumnya.

```

1  dxl_present_position_ID11      =      read2ByteTxRx(port_num,
2  PROTOCOL_VERSION, DXL_ID11, ADDR_MX_PRESENT_POSITION);
3      dxl_comm_result_ID11      =      getLastTxRxResult(port_num,
4  PROTOCOL_VERSION);
5      dxl_error_ID11           =      getLastRxPacketError(port_num,
6  PROTOCOL_VERSION);
7      if dxl_comm_result_ID11 ~= COMM_SUCCESS
8          fprintf('%s\n',      getTxRxResult(PROTOCOL_VERSION,
9  dxl_comm_result_ID11));
10         elseif dxl_error_ID11 ~= 0
11             fprintf('%s\n',      getRxPacketError(PROTOCOL_VERSION,
12  dxl_error_ID11));
13         end
14  fprintf('[ID:%03d]  GoalPos:%03d    PresPos:%03d\n',  DXL_ID11,
15  dxl_goal_position_ID11(index), dxl_present_position_ID11);

```

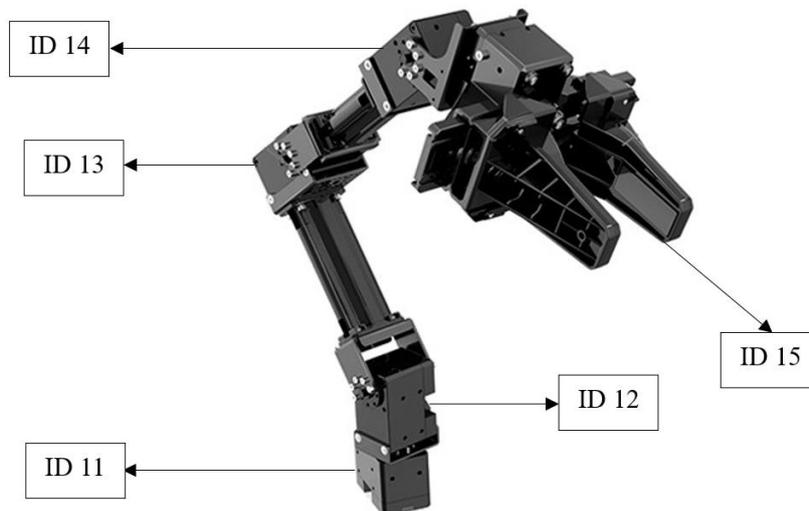
Gambar 7. Potongan Program untuk Mendapatkan Posisi Robot *Arm*

Kemudian data posisi robot *arm* tersebut akan digunakan sebagai dasar untuk melakukan perbaikan posisi robot *arm* sehingga posisinya lebih presisi dan *arm* bisa bergerak dengan lebih lancar. Dari proses ini didapatkan data seperti pada Tabel 1. Range servo 0 - 4095 menurut *datasheet* dari ROBOTIS.

Tabel 1. Data Posisi Robot *Arm*

ID Servo	Posisi <i>Home</i>	Posisi B1	Posisi B2	Posisi B3	Posisi B4
ID 11	3084	1730	2050	1020	2350
ID 12	1500	2600	1990	1880	2600
ID 13	2450	1290	2300	2450	1290
ID 14	2770	3120	2800	2770	3120
ID 15	1500	1800	1800	1800	1800

ID dari servo dynamixel yang ada pada Tabel 1 dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Penjelasan ID Servo Dynamixel

Pada gambar 8 terdapat keterangan posisi dari masing – masing ID dari servo robot arm yang digunakan dalam penelitian. ID 11 merupakan *base* atau bagian *servo* yang menempel pada bagian bawah. ID 12, ID 13, ID 14 merupakan *link* dan *joint*. ID 15 merupakan *end effector* atau *grripper*, sebuah bagian dari robot *arm* yang digunakan untuk memegang objek.

Untuk melakukan gerak *robot arm* akan dipanggil *function* *write4Byte* dimana proses ini akan dilakukan untuk setiap ID servo Dynamixel dengan cara merubah index posisi sesuai Tabel 1 pada baris ke 2.

```

1  write4ByteTxRx(port_num,          PROTOCOL_VERSION,          DXL_ID11,
2  ADDR_MX_GOAL_POSITION, dxl_target_position_ID11(1));
3  dxl_comm_result_ID11      =      getLastTxRxResult(port_num,
4  PROTOCOL_VERSION);
5  dxl_error_ID11           =      getLastRxPacketError(port_num,
6  PROTOCOL_VERSION);
7  if dxl_comm_result_ID11 ~= COMM_SUCCESS
8      fprintf('%s\n',          getTxRxResult(PROTOCOL_VERSION,
9  dxl_comm_result));

```

Gambar 9. Potongan Program untuk Melakukan Gerak Robot Arm

Setelah melakukan serangkaian pengetesan alat maka didapatkan hasil uji gerakan robot arm seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Gerakan Robot Arm

Gerak	B1 ke	B1 ke	B1 ke	B2 ke	B2 ke	B2 ke	B3 ke	B3 ke	B3 ke	B4 ke	B4 ke	B4 ke
	B2	B3	B4	B1	B3	B4	B1	B2	B4	B1	B2	B3
Berhasil	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Gagal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Keberhasilan uji gerakan robot arm sesuai dengan Tabel 2 dapat dilihat pada beberapa gambar dibawah ini.



Gambar 10. Robot Arm pada Posisi *Home*

Pada gambar 10 dapat kita lihat robot arm pada posisi home, dimana value dari posisi home untuk tiap id servo dynamixel dapat kita lihat pada Tabel 1.



Gambar 11. Robot Arm Pada Posisi B1

Pada gambar 11 dapat kita lihat robot arm pada posisi B1, dimana value dari posisi B1 untuk tiap id servo dynamixel dapat kita lihat pada Tabel 1.



Gambar 12. Robot Arm Pada Posisi B2

Pada gambar 12 dapat kita lihat robot arm pada posisi B2, dimana value dari posisi B2 untuk tiap id servo dynamixel dapat kita lihat pada Tabel 1.



Gambar 13. Robot Arm Pada Posisi B3

Pada gambar 13 dapat kita lihat robot arm pada posisi B3, dimana value dari posisi B3 untuk tiap id servo dynamixel dapat kita lihat pada Tabel 1.



Gambar 14. Robot Arm Pada Posisi B4

Pada gambar 14 dapat kita lihat robot arm pada posisi B4, dimana value dari posisi B4 untuk tiap id servo dynamixel dapat kita lihat pada Tabel 1.

KESIMPULAN DAN SARAN

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sebuah program yang dapat menggerakkan robot arm menyerupai tangan manusia dapat dikatakan 100 persen berhasil. Pada penelitian ini program yang dibuat sudah mampu melakukan gerak robot arm sesuai lokasi yang ditentukan. Gerakan antar joint juga sudah bisa bergerak dengan baik, namun gerakan dari robot arm ini masih kaku dan kasar sehingga robot arm belum bisa memegang objek. Kontrol gerakan dari robot arm masih dilakukan secara manual melalui perubahan indeks posisi pada .m file matlab. Kedepannya diperlukan sebuah function pada .m file agar dapat menggerakkan robot arm sebagai sebuah rangkaian gerakan sehingga gerakan lebih halus dan terarah serta dapat memegang benda benda yang bentuknya menyerupai benda yang ditemui dalam kehidupan sehari hari.

DAFTAR PUSTAKA

Muslim, A. I. (2022, Oktober). ROBOT.

Oktama, R., Maulana, R., & Setyawan, G. E. (2018, Agustus). Implementasi Robot Lengan Pemindah Barang 3 DOF Menggunakan Metode Inverse Kinematics. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(8), 2810-2816.

Pamungkas, D. S., & Noviansyah, M. S. (2021, November). Simulator Robot Lengan Dua Derajat Kebebasan. *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) ke-VII : Series: Engineering and Science*, 7(1), 51-57.

Prastiwi, M., & Ihsan, D. (2021, November). *Siswa, Seperti Ini Cara Kerja Robot dan Jenisnya*. Dipetik Agustus 2024, dari KOMPAS.com: edukasi.kompas.com

Sari, R. P. (2024, Maret). *Mengenal Apa itu Robotik? Pengertian dan Contohnya*. Retrieved Mei 2024, from Cloud Computing Indonesia: www.cloudcomputing.id

Setyaningrum, P. M. (2021, Oktober). *Penggunaan dan Manfaat Lengan Robot dalam Bidang Industri*. Dipetik Agustus 2024, dari WartaEkonomi.co.id: wartaekonomi.co.id

Sirojuddin, Adigutama, Y., Syaefudin, E. A., & Fatah, M. I. (2022). Desain Kontrol Robot Manipulator Kapasitas 1.25 kgf. *Rekayasa Mesin*, 13(3), 675-688.