

RANCANG BANGUN *TRAINER* ROBOT LENGAN UNTUK PRAKTIKUM ROBOTIKA PADA PRODI S1 TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TADULAKO

Bayu Putra Prasetyo¹, Rizana Fauzi², Mery Subito³, Erwin Ardias⁴, Aidynal Mustari⁵

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako^{1,2,3,4,5}
email : rfauzi86@gmail.com²

ABSTRACT

Robotic arms are a type of robot that is currently developing rapidly in industry, this has caused robotics technology to become one of the mandatory subjects taught in universities. In the Undergraduate Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Tadulako University, the robotics course is a mandatory subject studied by students, especially students who take the weak current concentration (TEN). This research aims to provide students with an understanding of how to control a robot arm. The design of a robot arm system with 4 degrees of freedom is made using several types of control such as control using Arduino IDE software, push buttons and potentiometers. The results of testing the robot arm trainer after controlling it with three types of control were successful. In the first control using the Arduino IDE software control it shows that the direction of rotation of the motor rotates according to the program target given, in the second control using a push button it shows that the speed and acceleration are directly proportional to changes in motor degrees, then in the third control using a potentiometer it shows that the degree mapping on the potentiometer is directly proportional to the degree of the stepper motor. However, in the test there were differences in degree values when the motor rotated which caused the resulting data to be inaccurate. This is due to a mismatch in tooth size between the belt and the stepper motor gear, causing wear on the belt.

Keywords: Robot arm, control, stepper motor

INTISARI

Lengan robot adalah jenis robot yang saat ini berkembang pesat di industri, hal ini menyebabkan teknologi robotika menjadi salah satu mata kuliah wajib yang diajarkan di perguruan tinggi. Pada Jurusan S1 Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tadulako, mata kuliah robotika merupakan mata kuliah wajib yang dipelajari oleh mahasiswa khususnya pada mahasiswa yang mengambil konsentrasi arus lemah (TEN). Penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman kepada mahasiswa dalam melakukan pengendalian pada lengan robot. Perancangan sistem lengan robot dengan 4 derajat kebebasan dibuat menggunakan beberapa jenis kendali seperti kendali menggunakan *software* Arduino IDE, *push button* dan potensiometer. Hasil pengujian *trainer* lengan robot setelah melakukan pengendalian dengan tiga jenis kendali adalah berhasil. Pada kendali pertama menggunakan kendali *software* Arduino IDE menunjukkan bahwa arah putaran motor berputar sesuai dengan target program yang diberikan, pada kendali kedua menggunakan *push button* menunjukkan bahwa kecepatan dan percepatan berbanding lurus dengan perubahan derajat motor, kemudian pada kendali ketiga yang menggunakan potensiometer menunjukkan bahwa *mapping* derajat pada potensiometer berbanding lurus dengan besar derajat motor *stepper*. Namun, pada pengujian terdapat perbedaan nilai derajat saat motor berputar yang menyebabkan data yang dihasilkan tidak akurat. Hal ini dikarenakan adanya ketidakcocokan ukuran gigi antara *belt* dengan *gear* motor *stepper* sehingga menyebabkan aus pada *belt*.

Kata Kunci : Lengan robot, kendali, motor *stepper*

I. PENDAHULUAN

Revolusi industri 4.0 merupakan era baru dalam sejarah industri yang ditandai dengan adopsi teknologi digital dan otomasi dalam segala aspek kehidupan manusia, baik industri, pertanian, perdagangan, kesehatan dan sektor lainnya. Teknologi industri di era revolusi 4.0 merupakan

teknologi yang dikembangkan untuk mengoptimalkan produksi meningkatkan efisiensi, dan meningkatkan daya saing industri. Salah satu teknologi yang sedang berkembang tersebut ialah robotika.

Perkembangan teknologi di bidang robotika saat ini berkembang semakin pesat. Teknologi robotika

berpengaruh sangat besar dalam bidang industrial karena kemampuan dan efektivitasnya dalam melakukan produksi. Dari berbagai jenis robot, robot lengan merupakan jenis robot yang banyak digunakan di bidang industri. [1] Lengan Robot atau biasa disebut Robotic Arm adalah jenis lengan mekanik yang kemudian di program dengan fungsi mirip dengan lengan manusia. Lengan robot adalah salah satu jenis robot yang paling banyak digunakan di industri. Hal ini menyebabkan teknologi robotika menjadi salah satu mata kuliah yang diajarkan di perguruan tinggi khususnya pada jurusan teknik elektro.

Pada Jurusan S1 Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tadulako, mata kuliah robotika merupakan mata kuliah wajib yang dipelajari bagi mahasiswa yang mengambil konsentrasi Teknik Elektronika (TEN). Mata kuliah robotika adalah mata kuliah yang mempelajari desain, konstruksi, pengoperasian dan pengendalian robot. Selain teori, praktikum pada mata kuliah robotika juga diberikan untuk mendukung pemahaman dari teori yang telah diberikan kepada mahasiswa.

Diantara berbagai jenis media pembelajaran, media trainer merupakan media visual yang dapat digunakan untuk membantu mahasiswa dalam praktikum. Media trainer akan memperjelas ide, gagasan, maupun teori yang telah disampaikan, yang apabila tidak divisualisasikan maka mungkin akan cepat lupa. Benda-benda tiga dimensi yang dapat disentuh dan diraba oleh peserta didik merupakan aplikasi dari media trainer [2]. Media trainer membantu mahasiswa dalam melakukan praktikum sehingga praktikum lebih mudah dipahami. Namun, media trainer yang tersedia masih terbatas sehingga mahasiswa tidak bisa memahami lebih dalam mengenai mata kuliah yang diambil. Saat ini khususnya di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tadulako pada mata kuliah robotika belum terdapat media pembelajaran yang terkait dengan pemanfaatan lengan robot.

Pada penelitian ini akan dibuat sebuah media trainer lengan robot 4 DOF (Degree Of Freedom)

yang memiliki tiga kendali secara manual, yaitu menggunakan software Arduino IDE, Push Button, dan Potensiometer. Pada bagian end effector dari lengan robot ini terdapat gripper yang menggunakan sistem pneumatic. Praktikum ini juga dilengkapi sebuah modul sebagai penuntun sehingga memudahkan mahasiswa dalam menggunakan alat.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dibuatlah penelitian yang berjudul rancang bangun trainer robot lengan untuk praktikum robotika pada prodi S1 teknik elektro fakultas teknik universitas tadulako yang mana diharapkan dapat membantu mahasiswa dalam proses pembelajaran untuk meningkatkan kompetensi mahasiswa dalam bidang robotika, khususnya pada pemanfaatan di industri.

II. LANDASAN TEORI

A. Lengan Robot

Lengan robot adalah salah satu alat yang digunakan manusia untuk mempermudah pekerjaan manusia. Lengan robot biasanya dikendalikan melalui sistem kontrol yang dapat mengatur gerakan dan posisi lengan sesuai dengan kebutuhan. Kontrol tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan metode manual maupun otomatis.

Lengan robot dapat memiliki berbagai tingkat kebebasan gerak tergantung pada jumlah persendian atau engsel yang dimilikinya. Lengan robot yang paling sederhana memiliki tiga tingkat kebebasan gerak (3-DOF) yang memungkinkan gerakan pada sumbu tiga dimensi seperti panjang, lebar, dan tinggi.

DOF atau *Degree of Freedom* adalah suatu istilah untuk mendeskripsikan jumlah ruang gerak tiga dimensi yang dapat dilakukan oleh robot. Umumnya robot dapat bergerak ke atas, bawah, maju, mundur, dan berputar. Jumlah kemungkinan gerakan yang dapat dilakukan oleh "sendi" robot itulah yang dinamakan dengan DOF (*Degree Of Freedom*). [4] Penentuan jumlah DOF (*Degree Of Freedom*) dilakukan berdasarkan jumlah gerakan

yang dapat dilakukan oleh atau jumlah aktuator lengan robot.

B. Motor Stepper

Stepper motor adalah perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit. Motor *stepper* memungkinkan porosnya berotasi dalam langkah-langkah diskrit, di mana setiap langkah memiliki posisi dan arah tertentu.

Motor *stepper* terdiri dari stator dan rotor. Stator merupakan bagian yang tetap dan berisi kumparan kawat yang disusun secara spiral. Sementara itu, rotor adalah bagian yang berputar dan terdiri dari magnet permanen atau gigi besi yang diatur secara teratur. Ketika arus dialirkan melalui kumparan di stator, medan magnet yang dihasilkan akan berinteraksi dengan magnet atau gigi di rotor, sehingga menyebabkan gerakan langkah pada poros. Motor *stepper* dibagi menjadi beberapa jenis, yang paling umum digunakan adalah jenis unipolar dan bipolar.

C. Driver TB6600

Driver TB6600 adalah sebuah *driver* motor yang digunakan untuk mengendalikan motor *stepper*, terutama motor *stepper* bipolar. *Driver* ini dapat mengatur aliran arus dan pola pengaktifan kumparan-kumparan motor *stepper*, sehingga memungkinkan untuk mengontrol posisi, kecepatan, dan arah pergerakan motor dengan presisi. [6]*Driver* TB6600 mampu mengendalikan motor *stepper* dari 1/1, 1/2, 1/4, 1/8, dan 1/16 step, bahkan bisa lebih kecil dari itu.

D. Gripper

Gripper adalah salah satu komponen pada robot yang fungsinya untuk mengambil, menahan atau menahan suatu objek. *Gripper* biasanya terletak di ujung lengan robot dan bertindak sebagai *end effector*, berinteraksi langsung dengan objek yang akan diambil, dipindahkan, atau dimanipulasi oleh robot. *Gripper* terdapat

beberapa jenis yaitu *gripper* cakar, *gripper* jari, *gripper* vakum, *gripper* magneti[k], dan *gripper* *pneumatic*. [7]Pada penerapannya *Gripper* dapat digunakan untuk material handling bermacam-macam barang hasil produksi manufaktur, contohnya: minuman, komponen mesin, mebel dan lain-lain.

E. Arduino

Arduino adalah *board* berbasis mikrokontroler atau papan rangkaian elektronik *open source*, yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Arduino Mega 2560 menggunakan mikrokontroler ATmega2560 sebagai otak utamanya. [9]Terdiri dari 54 pin digital I/O, 16 *input* analog, 4 UART, koneksi USB, *header* ICSP, tombol reset dan ruang sketsa yang lebih besar, sehingga sesuai untuk proyek-proyek yang membutuhkan banyak input/output dan memori.

F. Potensiometer

Potensiometer adalah salah satu jenis resistor yang nilai resistansinya dapat diatur sesuai dengan kebutuhan rangkaian elektronika ataupun kebutuhan pemakainya. Potensiometer terdiri dari elemen resistif berbentuk pita atau kumparan, serta terminal yang terhubung ke pita atau kumparan tersebut. Terminal tengah pada potensiometer biasanya digunakan sebagai titik tengah yang dapat digerakkan untuk mengubah nilai resistansi. Nilai resistansi pada potensiometer sendiri terdapat beberapa macam nilai resistansi, seperti 1K, 10K, 100K, dll.

G. Push Button

Push button adalah salah satu jenis saklar yang secara mendasar fungsinya sama dengan semua saklar lainnya yaitu melakukan kontak aktif-tidak aktif (*on-off*) dengan cara membuka dan menutup sirkuit listrik. [12]*Push button* ini memiliki prinsip kerja sesaat, yaitu ketika tombol

ditekan sesaat, maka akan kembali ke posisi semula. Ketika tombol ditekan, kontak elektrik di dalamnya tertutup sehingga arus listrik akan mengalir melalui tombol yang ditekan. Setelah, tombol dilepaskan, kontak elektrik akan terbuka kembali sehingga arus listrik yang teraliri tadi terhenti.

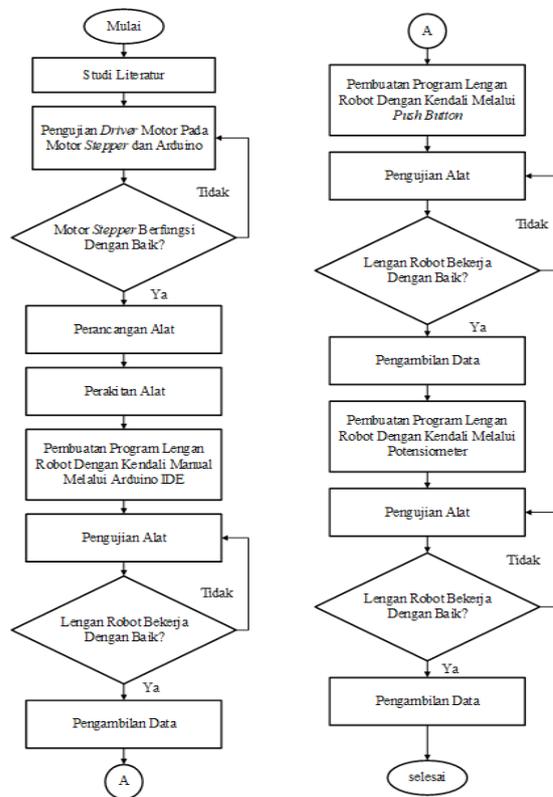
H. Pneumatic

Pneumatic adalah cabang dari teknik yang berkaitan dengan penggunaan udara terkompresi atau gas bertekanan untuk menggerakkan, mengontrol, atau mengoperasikan mekanisme dan sistem. *Pneumatic* mengacu pada penggunaan udara sebagai sumber daya untuk menghasilkan gerakan dan kekuatan dalam aplikasi teknik. [13] Dalam penerapannya, sistem pneumatik banyak digunakan sebagai sistem otomasi pada dunia industri, mulai dari penyusunan, pencengkaman, pencetakan, pengaturan arah benda kerja pemindahan/transfer, penyortiran sampai pengepakan barang.

III. METODE PENELITIAN

2.1. Tahapan Penelitian

Perancangan trainer lengan robot ini menggunakan motor stepper bipolar dengan dua jenis ukuran yang berbeda sebagai aktuator untuk menggerakkan setiap sendi lengan robot. Motor stepper pada lengan robot ini dikendalikan oleh tiga jenis kendali yaitu kendali menggunakan software Arduino IDE, push button, dan potensiometer. Pada end effector atau gripper lengan robot ini menggunakan sistem pneumatic, yang dimana cara kerjanya adalah saat push button di tekan maka udara yang telah disimpan dalam kompresor akan masuk melalui valve dan menyebabkan gripper tertutup.



IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Pengendalian menggunakan Arduino IDE

Penelitian pada motor *stepper* dengan kendali pemasukan nilai *step* secara manual di Arduino IDE dilakukan sebanyak 10 kali dengan nilai variabel *step* yang berbeda. Hal ini dilakukan untuk melihat arah putaran dari tiap motor *stepper* pada lengan robot. Pada tabel 1 merupakan pengujian kendali lengan robot dengan memasukkan nilai *step* secara manual pada Arduino IDE.

Tabel 1. Pengujian kendali lengan robot secara manual pada Arduino IDE

No	Motor	Setting Step	Derajat (°)	Arah Putaran
1	Base Joint	800	40	Kiri

		-800	30	Kanan
2	Shoulder Joint	800	14	Belakang
		-800	14	Depan
3	Elbow Joint	800	31	Atas
		-800	31	Bawah
4	Wrist Joint 1	5000	21	Kiri
		-5000	22	Kanan
5	Wrist Joint 2	5000	21	Kiri
		-5000	22	Kanan

Hasil pengujian kendali lengan robot secara manual pada Arduino IDE menunjukkan bahwa pada pengujian ini alat berfungsi dengan semestinya. Motor *stepper* bergerak ke kiri dan ke kanan sesuai dengan nilai *step* yang diberikan, nilai *step* yang positif membuat arah gerak motor berputar ke kiri dan nilai *step* yang negatif membuat arah gerak motor berputar ke kanan. Namun terdapat derajat yang dihasilkan pada *step* negatif memiliki nilai yang berbeda dengan percobaan *step* positif, hal ini dikarenakan faktor *belt* yang tidak sesuai dengan *gear* sehingga mempengaruhi nilai derajat pada lengan robot.

2. Pengendalian menggunakan push button

Penelitian pada motor *stepper* dengan kendali push button dilakukan sebanyak 30 kali dengan nilai kecepatan dan percepatan yang berbeda pada *push button* kanan dan kiri. Hal ini dilakukan untuk melihat pengaruh antara kecepatan dan percepatan pada gerak motor *stepper*. Pada tabel 2 merupakan pengujian kendali lengan robot dengan menggunakan *push button*.

Tabel 2. Pengendalian menggunakan push button

NO	Motor	Setting Speed & Acc	Waktu (s)		Derajat (°)	
			Kiri	Kanan	Kiri	Kanan
1	Base Joint	1000	3.03	3.04	47.5	43

		1500	3	3.10	62	45
		2000	3.05	3.04	71	43
2	Shoulder Joint	1000	3.08	3	34	31
		1500	3	3.10	42	40
		2000	3	3.11	47	45
3	Elbow Joint	1000	3.10	3.05	73	68
		1500	2.97	3	83	87
		2000	3.03	3	89	96
4	Wrist Joint 1	1000	8.06	8.09	21	20
		1500	8.11	8.07	26	26
		2000	8	8.15	30	30
5	Wrist Joint 2	1000	8	8.03	22	22
		1500	8.18	8.04	27	27
		2000	8	8.04	30	30

Pada tabel 2 hasil pengujian kendali lengan robot dengan menggunakan *push button* menunjukkan bahwa pada pengujian ini alat berfungsi dengan semestinya. Motor *stepper* bergerak dengan kecepatan dan percepatan sesuai dengan nilai *setting* yang diberikan. Dapat diketahui bahwa kecepatan dan percepatan mempengaruhi besar derajat pada lengan robot, semakin tinggi nilai kecepatan dan percepatan maka gerak dari motor *stepper* semakin besar. Namun terdapat perbedaan derajat antara push button kanan dan kiri, hal ini dikarenakan adanya faktor *belt* yang tidak sesuai dengan *gear* sehingga mempengaruhi nilai derajat pada lengan robot.

Tabel 3. Pengujian kendali gripper dengan menggunakan push button

NO	Push Button	Kondisi	Kondisi Gripper
1	Push button	Tidak ditekan	Tidak menjepit
		Ditekan	Menjepit

Pada tabel 3 hasil pengujian kendali gripper dengan menggunakan push button menunjukkan bahwa pada pengujian ini alat berfungsi dengan baik. Gripper menjepit ketika push button ditekan dan membuka kembali ketika tidak ditekan.

Penelitian pada motor stepper dengan kendali potensiometer dilakukan sebanyak 30 kali dengan posisi potensiometer dan mapping derajat yang berbeda-beda. Hal ini dilakukan untuk melihat perbandingan gerakan yang dilakukan oleh lengan robot. Pada tabel 4 merupakan pengujian kendali lengan robot dengan menggunakan potensiometer.

Tabel 4. Pengendalian menggunakan potensiometer

NO	Motor	Pot	Mapping (n×360)		Derajat (°)	
			1	2	1	2
1	Base Joint	Min	1800	2880	0	0
		Mid	1800	2880	25	28
		Max	1800	2880	48	49
2	Shoulder Joint	Min	1800	2880	0	0
		Mid	1800	2880	18	20
		Max	1800	2880	37	47.5
3	Elbow Joint	Min	1800	2880	0	0
		Mid	1800	2880	48	52
		Max	1800	2880	78	109.5
4	Wrist Joint 1	Min	5400	7200	0	0
		Mid	5400	7200	12	17
		Max	5400	7200	26	32.5
5		Min	5400	7200	0	0

Wrist Joint 2	Mid	5400	7200	13	16
	Max	5400	7200	24	32

Pada tabel 4 hasil pengujian kendali lengan robot dengan menggunakan potensiometer menunjukkan bahwa pada pengujian ini alat berfungsi dengan semestinya. Motor stepper bergerak dengan sesuai dengan arah putaran dari potensiometer. Dapat diketahui bahwa mapping pada potensiometer mempengaruhi besar derajat pada lengan robot.

V. KESIMPULAN

1. Rancang bangun trainer robot lengan untuk praktikum robotika pada prodi S1 Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tadulako dapat membantu mahasiswa dalam memahami pengendalian lengan robot dengan menggunakan beberapa jenis kendali.
2. Pengujian pengendalian lengan robot dengan menggunakan Arduino IDE bekerja dengan baik sesuai nilai yang diinginkan.
3. Pengujian kecepatan dan percepatan pada pengendalian lengan robot dengan menggunakan push button memberikan perubahan besaran derajat yang baik.
4. Pengujian pengendalian lengan robot dengan menggunakan potensiometer memberikan nilai sudut yang baik sesuai dengan pengaturan mapping pada potensiometer.
5. Pembuatan penuntun praktikum dapat membantu dalam memahami trainer dengan baik
6. Saat pengambilan data untuk putaran kanan dan kiri terdapat selisih sudut, hal ini terjadi karena adanya ketidakcocokan ukuran gigi antara belt pada motor stepper dan gear pada lengan robot yang mana dapat menyebabkan losses pada sistem. Akibatnya, perpindahan sudut yang dihasilkan oleh motor stepper tidak sesuai dengan perpindahan sudut yang diinginkan pada lengan robot.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fahmizal, “Robotic ARM using Arduino Uno,” *Universitas Gadjah Mada*, 2018. <https://otomasi.sv.ugm.ac.id/2018/12/25/robotic-arm-using-arduino-uno/> (accessed Sep. 02, 2023).
- [2] F. Ashari and L. Rakhmawati, “Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Mikrokontroller Robot Lengan berbasis Arduino pada Mata Pelajaran Perencanaan Sistem Robotik di SMK Negeri 2 Bojonegoro. Faisal Ashari Lusia Rakhmawati Abstrak,” vol. 06, pp. 7–12, 2017.
- [3] M. A. dan B. Suprianto, “Rancang Bangun Trainable Servo Robotic ARM 4 DOF (Degree Of Freedom),” *J. Tek. Elektro*, vol. 09, no. 02, pp. 321–329, 2020.
- [4] M. Didi, E. D. Marindani, and A. Elbani, “Rancang Bangun Pengendalian Robot Lengan 4 DOF dengan GUI (Graphical User Interface) Berbasis Arduino Uno,” *J. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 3, pp. 1–11, 2015, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/view/14580>
- [5] T. Panggaribuan, S. Hutauruk, and J. Sihombing, “Desain Prototipe Robot Satu Lengan Dengan Tiga Tingkat Kebebasan Bergerak Berbasis Arduino Dengan Sensor Jarak Pada Bluetooth Smartphone,” vol. 4, no. 1, pp. 46–53, 2021.