

# Pengontrolan Lengan Robot Berdasarkan Jarak Objek

Angrilsda N. Lakapu<sup>1</sup>, Almido H. Ginting<sup>2</sup>, Hendrik J. Djahi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Komputer Kendali, Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

Email1: [angrilsdalakapu@gmail.com](mailto:angrilsdalakapu@gmail.com) Email2: [almidoginting@staf.undana.ac.id](mailto:almidoginting@staf.undana.ac.id)

Email3: [hendrikDjahi@staf.undana.ac.id](mailto:hendrikDjahi@staf.undana.ac.id)

Abstrak	INFO.
<p>Teknologi modern khususnya dalam dunia teknologi robot mengalami perkembangan yang sangat pesat. Perkembangan robot tidak pada kecanggihan mekaniknya saja, melainkan pada sistem kontrol yang menggunakan komputerisasi. Lengan robot dengan keistimewaan khusus sangat berkaitan dengan adanya kebutuhan dalam dunia industri modern yang menuntut adanya suatu alat dengan kemampuan yang tinggi, yang dapat menyelesaikan pekerjaan manusia atau pekerjaan yang tidak dapat diselesaikan oleh manusia. Penelitian ini bertujuan untuk merancang pengontrolan lengan robot berdasarkan jarak objek. Terdapat beberapa komponen yang umum digunakan dalam perancangan robot yaitu arduino uno sebagai mikrokontroler, sensor ultrasonik yang akan mendeteksi objek, motor servo untuk menggerakkan setiap bagian lengan robot, driver motor servo pca9685 untuk mendriver 6 motor servo bagian lengan robot, lengan robot 5 DoF, dan breadboard untuk mendistribusikan tegangan dan ground. Dalam penelitian ini, terdapat tiga jarak objek yang akan di ambil berdasarkan jangkauan maksimum dan minimum lengan robot dan sensitivitas sensor ultrasonik di 13cm, 17cm dan 20cm, untuk hasil penelitian ini menunjukkan pengontrolan lengan robot 5 DoF dapat mengambil objek pada setiap jarak objek.</p>	<p><b>Info. Artikel:</b> No. 022 Received. September, 06, 2025 Revised. September, 06, 2025 Accepted. September, 06, 2025 Page. 58-65</p>
	<p><b>Kata kunci:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Lengan Robot</li> <li>✓ Sensor Ultrasonik</li> <li>✓ Arduino Uno</li> </ul>

## Abstract

Modern technology, especially in the world of robot technology, is experiencing very rapid development. The development of robots is not only in the sophistication of its mechanics, but also in the control system that uses computerization. Robot arms with special features are closely related to the needs in the modern industrial world that demand a tool with high capabilities, which can complete human work or work that cannot be completed by humans. This study aims to design a robot arm control based on object distance. There are several components that are commonly used in robot design, namely Arduino Uno as a microcontroller, ultrasonic sensors that will detect objects, servo motors to move each part of the robot arm, pca9685 servo motor drivers to drive 6 servo motors in the robot arm, 5 DoF robot arm, and breadboard to distribute voltage and ground. In this study, there are three object distances that will be taken based on the maximum and minimum range of the robot arm and the sensitivity of the ultrasonic sensor at 13cm, 17cm and 20cm, for the results of this study indicate that the control of the 5 DoF robot arm can take objects at each object distance.

## PENDAHULUAN

Teknologi modern khususnya dalam dunia teknologi robot mengalami perkembangan yang sangat pesat. Banyak negara maju berlomba-lomba untuk membuat robot yang semakin canggih, begitu pula Indonesia yang mulai mengembangkan teknologi robot. Perkembangan robot tidak pada kecanggihan mekaniknya saja, melainkan pada sistem kontrol yang menggunakan komputerisasi [1]. Lengan robot dengan keistimewaan khusus sangat berkaitan dengan adanya kebutuhan dalam dunia industri modern yang menuntut adanya suatu alat dengan kemampuan yang tinggi, yang dapat menyelesaikan pekerjaan manusia atau pekerjaan yang tidak dapat diselesaikan oleh manusia [2].

Robot lengan adalah salah satu robot yang diciptakan untuk berbagai keperluan dalam meningkatkan produksi, memiliki bentuk lengan kaku yang terhubung antara satu dengan yang lain dan memiliki sendi yang dapat bergerak berputar (rotasi) atau memanjang/memendek (translasi atau prismatic), Satu bagian lengan robot yang disebut sebagai pangkal ditanam pada bidang atau meja yang statis (tidak bergerak), sedangkan sisi lain yang disebut sebagai ujung (end effector) dapat ditambah dengan tool tertentu sesuai dengan tugas robot, misalnya gripper [3][4][5].

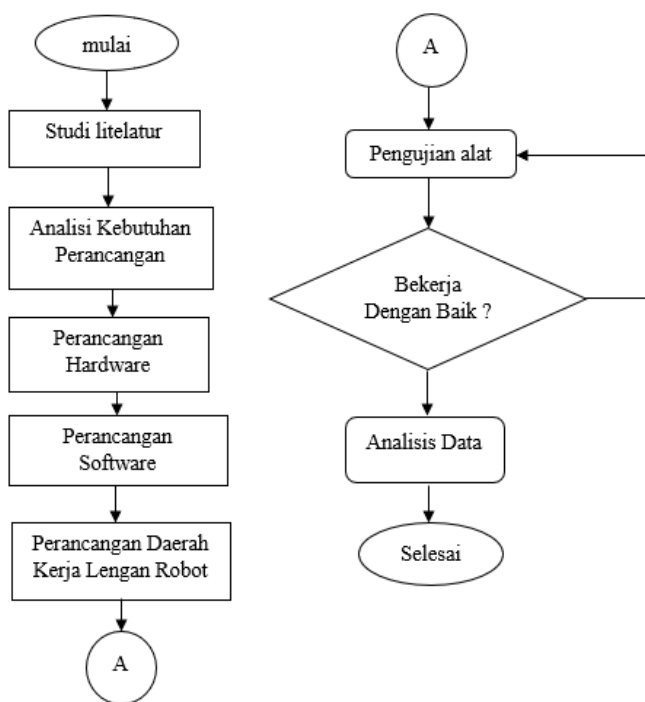
Beberapa penelitian terdahulu telah dilakukan untuk meningkatkan kerja dari sebuah lengan robot seperti membangun sebuah prototipe manipulator lengan robot yang sederhana dan edukatif berbasis mikrokontroler Arduino [6], rancang bangun sebuah robot lengan pintar berbasis Arduino yang dapat bekerja secara otomatis untuk memindahkan barang berdasarkan ukurannya, meletakkan barang ke dalam wadah yang telah dikategorikan berdasarkan ukuran, dan menghitung jumlah barang di setiap wadah secara *realtime* [7], dan penerapan Metode invers kinematik juga telah dimanfaatkan dalam pengendalian lengan robot [8].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan lengan robot 5 *Degree of Freedom* (DoF) yang mampu memindahkan objek berdasarkan jarak yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik. Rumusan masalah pada penelitian ini meliputi cara mengendalikan lengan robot serta bagaimana sensor ultrasonik mendeteksi objek pada jarak 13cm, 17cm dan 20cm. Dalam penelitian ini, lengan robot hanya akan bergerak ketika sensor ultrasonik mendeteksi adanya objek, dengan bentuk dan jarak objek yang telah ditentukan sebelumnya. Selain itu, tempat pengambilan objek juga telah di tentukan untuk memastikan lengan robot dapat bergerak untuk mengambil objek dan memindahkan objek ke tempat simpan. Dengan penelitian ini, dapat dihasilkan lengan robot 5 DoF yang dapat mengambil dan memindahkan objek pada tempat simpan.

**METODE PENELITIAN**

Metode penelitian yang di gunakan pada *project* ini adalah metode experiental yang hasil penetian berupa data deskriptif melalui fakta dan kondisi secara alami saat pengambilan data dan sebagai sumber yang langsung dengan instrumen penelitian sendiri, data juga di peroleh dengan uji coba dan pengujian alat yang telah di buat.

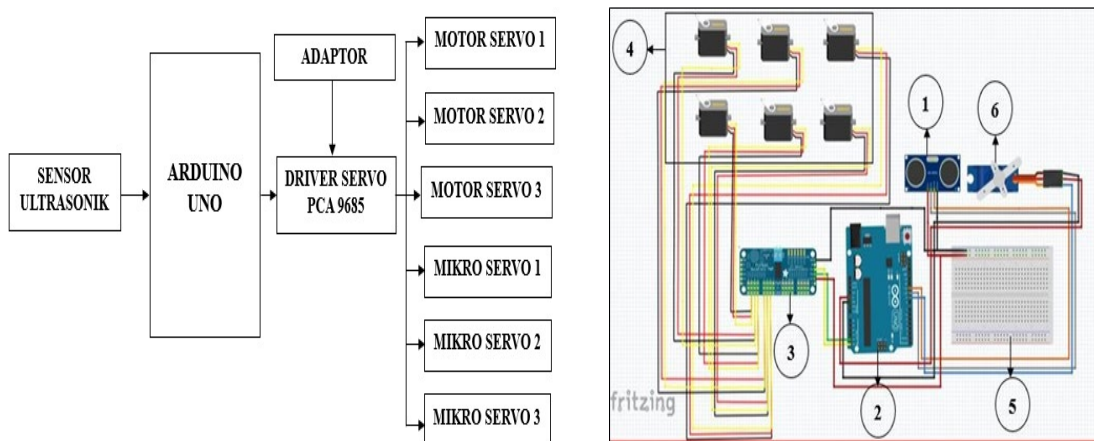
Adapun beberapa tahapan yang akan dilalui untuk mencapai tujuan dari penelitian dapat yang terdapat di bawah ini.



**Gambar 1 Metode Penelitian**

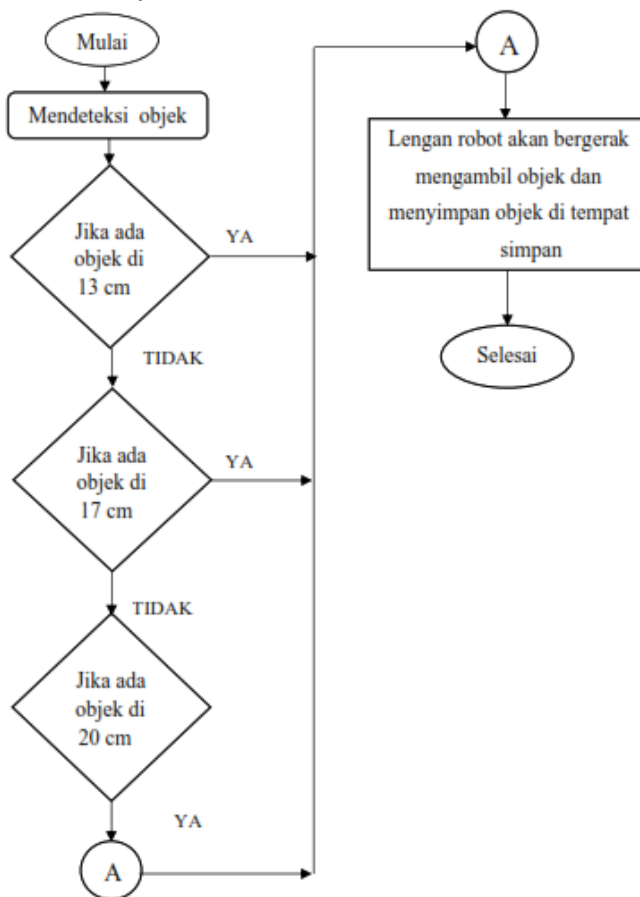
Penelitian ini dirancang menggunakan dua pendekatan utama: perancangan hardware dan software. Pada bagian perancangan hardware, sistem dikendalikan oleh Arduino Uno sebagai otak utama. Gerakan lengan robot dihasilkan oleh motor servo dan mikro servo yang dikendalikan secara terkoordinasi

melalui driver servo. Keberadaan objek dideteksi menggunakan sensor ultrasonik, sementara seluruh sistem diberi daya oleh sebuah adaptor seperti yang ditunjukkan pada blok diagram dan dan skema rangkaian gambar 1.



Gambar 2. Blok Diagram dan Rangkaian skematik lengan robot 5 DoF

Perancangan software berfokus pada pembuatan alur program (flowchart) yang mengatur operasi sistem, sedangkan perancangan daerah kerja menentukan wilayah gerak dan jangkauan operasional dari lengan robot tersebut. Gambar 3 menunjukkan flowchar dari sistem.



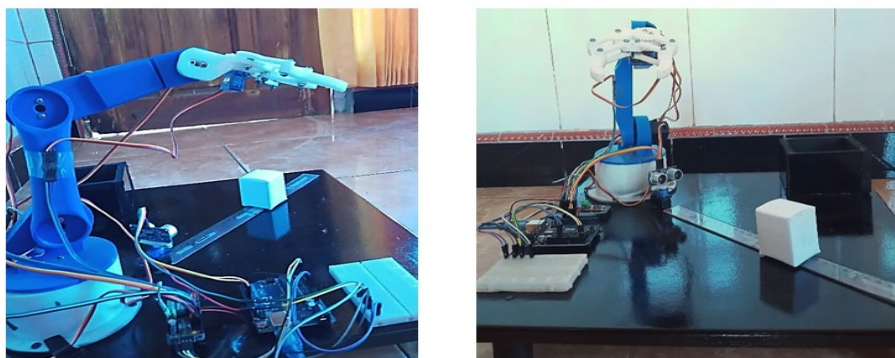
Gambar 3. Flow Chart Sistem

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perakitan Alat

Proses perakitan lengan robot 5 DoF yang dirancang untuk memindahkan objek yang dibutuhkan adalah motor 6 buah motor servo (3 buah motor servo mg996 dan 3 buah mikro servo sg90), akrilik 3D lengan robot, 1 papan berukuran 40cm x 40cm, 1 buah driver motor servo pca9685, 1 arduino, 1 papan beardboard, dan 1 mikro servo. Langkah pertama adalah memasang servo pada bagian setiap sendi dan di hubungkan menjadi 1 buah lengan robot. Mikro servo juga digunakan untuk menopang sensor ultrasonik yang dipasang di bagian depan lengan, sehingga sensor dapat mendeteksi objek.

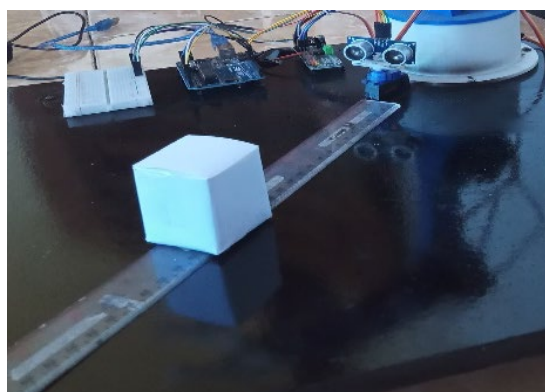
Selanjutnya, setiap komponen mulai disusun. Mulai dari PCA9685 dipasang di dekat Arduino Uno dan terhubung dengan kabel jumper ke breadboard. Arduino Uno berfungsi mengatur komunikasi dan daya untuk seluruh sistem melalui breadboard. Sensor ultrasonik dipasang menghadap ke depan agar dapat mendeteksi objek, dan yang berikut papan berukuran 40cm x 40cm digunakan untuk menempatkan semua komponen, sebuah tempat penyimpanan objek berbentuk kotak yang ditempatkan di sebelah lengan robot sebagai tempat untuk meletakkan objek yang dicapit oleh *glipper*. Dan sebuah objek berupa kubus putih ditempatkan di depan sensor ultrasonik untuk mendeteksi objek.



Gambar 4 Perakitan Alat

### Kalibrasi Sensor Ultrasonik

Kalibrasi sensor ultrasonik dilakukan untuk memastikan sensor dapat mendeteksi objek dengan akurat. berdasarkan sensitivitas sensor ultrasonik dan jangkauan maksimum serta jangkauan minimum lengan robot maka dalam kalibrasi ini di pilih 3 jarak yang dapat di deteksi oleh sensor ultrasonik, yaitu objek ditempatkan pada jarak 13 cm, 17 cm, dan 20 cm, Data hasil pengukuran ditampilkan melalui serial monitor untuk membandingkan hasil jarak terukur dengan jarak sesungguhnya.



Gambar 5 Kalibrasi Sensor Ultrasonik

**Pengujian Sensor Ultrasonik Untuk Mendeteksi Objek**

Sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik adalah sensor ultrasonik yang mengukur jarak benda dari 2 cm hingga 4 m dengan akurasi 3 mm. Sensor ini memancarkan gelombang ultrasonik pada frekuensi 40.000 Hz melalui udara, dan gelombang yang terhalang oleh benda akan memantul kembali ke sensor. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan error di setiap pengujian sensor ultrasonik untuk mendeteksi objek, dan menggunakan persamaan untuk mencari nilai error jarak pada objek. Berikut ini merupakan tabel hasil pengujian terhadap sensor ultrasonik:

**Tabel 1 Pengujian Sensor Ultrasonik Untuk Lengan Robot**

No	Jarak terukur (cm)	Jarak sesungguhnya (cm)	Error Absolut (cm)	Error relatif (%)	Akurasi (%)	Status
1	12	13	1	0,07	99,93	Berhasil
2	16	17	1	0,05	99,95	Berhasil
3	19	20	1	0,05	99,95	Berhasil

Dalam penelitian ini, dilakukannya analisis perhitungan error berdasarkan data pengukuran. jarak terukur adalah 12 cm, sedangkan jarak sesungguhnya yang adalah 13 cm. Maka, persamaan yang digunakan untuk mencari nilai error jarak pada objek adalah [9]:

$$\text{Error absolut}_{\text{cm}} = \text{jarak sesungguhnya} - \text{jarak terukur}$$

$$\text{Error absolut}_{\text{cm}} = 13 - 12$$

$$\text{Error absolut}_{\text{cm}} = 1$$

Hasil ini menunjukkan bahwa pengukuran memiliki selisih sebesar 1 cm dari jarak sesungguhnya, yang menandakan bahwa jarak terukur lebih kecil dari jarak yang seharusnya. Dengan menggunakan persamaan untuk menghitung kesalahan relatif diperoleh [10]:

$$\text{Error relatif}_{\%} = \frac{\text{error absolut}_{\text{cm}}}{\text{jarak sesungguhnya}} \times 100$$

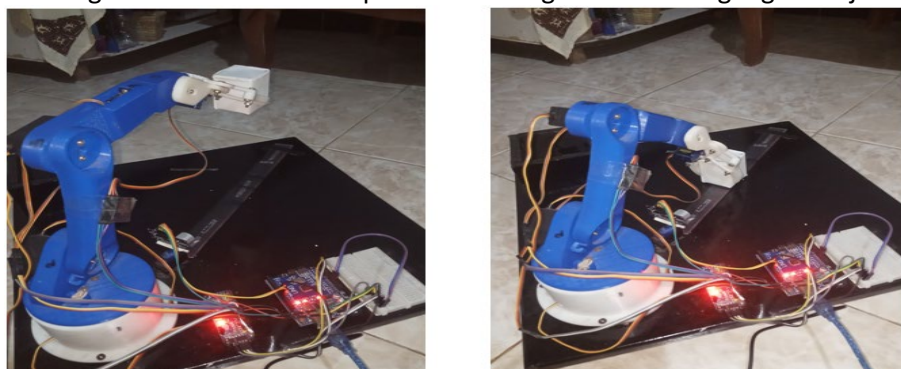
$$\text{Error relatif}_{\%} = \frac{1}{13} \times 100$$

$$\text{Error relatif}_{\%} = 0,07$$

Dari hasil perhitungan error dan akurasi pengujian sensor ultrasonik untuk mendeteksi jarak objek maka dapat di simpulkan bahwa dari setiap pengujian menunjukan bahwa sensor bekerja dengan baik

**Pengujian Lengan Robot Mengangkat Objek**

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa lengan robot mampu mengangkat objek yang telah dijepit oleh gripper. Pada gambar di bawah memperlihatkan lengan robot mengangkat objek.



**Gambar 6 Pengujian Lengan Robot Mengangkat Objek**

**Tabel 2 Derajat Tiap Servo Saat Lengan Robot mengangkat Objek**

Jarak objek	Servo 1 (°)	Servo 2 (°)	Servo 3 (°)	Servo 4 (°)	Servo 5 (°)	Servo 6 (°)
13cm	53	85	115	0	150,120	75,28
17cm	53	75	105	0	150,120	75,28
20cm	53	70	110	0	150,120	70,28

**Pengujian Lengan Robot Memindahkan Objek**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah lengan robot dapat bekerja untuk mengambil dan memindahkan objek pada setiap jarak yang di tentukan kemudian di letakan di tempat simpan. Terdapat derajat setiap servo dari servo pertama sampai servo ke enam dalam tabel untuk setiap jarak objek 13cm, 17cm, dan 20cm.



**Gambar 7 Pengujian Lengan Robot Memindahkan Objek Ke Tempat Simpan**

**Tabel 3 Derajat Setiap Servo Dari Setiap Jarak**

Jarak objek	Servo 1 (°)	Servo 2 (°)	Servo 3 (°)	Servo 4 (°)	Servo 5 (°)	Servo 6 (°)
13	105	90	80	0	120, 150	28, 70
17	105	90	80	0	120, 150	28, 70
20	105	90	80	0	120, 150	28, 70

**Hasil Pengujian**

Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali percobaan pada setiap jarak objek untuk mengetahui akurasi dan menghitung jumlah kegagalan (*error*) ketika *gripper* tidak berhasil mencapit objek. Data hasil pengujian dirangkum dalam Tabel 4.4 di bawah ini.

**Tabel 4 Hasil Pengujian**

Jarak Objek	Percobaan										Akurasi %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
13cm	Y	Y	Y	Y	T	Y	Y	Y	Y	Y	90%
17cm	Y	T	Y	Y	Y	Y	Y	Y	T	Y	80%
20cm	Y	Y	Y	Y	Y	Y	T	Y	Y	Y	90%

Keterangan: Y=Berhasil  
T= Tidak

Pengujian gripper lengan robot dilakukan pada tiga jarak berbeda, yaitu 13 cm, 17 cm, dan 20 cm, dengan masing-masing 10 kali percobaan. Pada jarak 13 cm, gripper berhasil mencapit objek sebanyak 9 kali sehingga menghasilkan akurasi sebesar 90%. Pada jarak 17 cm, terjadi sedikit penurunan akurasi menjadi 80% akibat dua kali kegagalan dalam proses pemindahan objek. Sementara itu, pada jarak 20 cm, akurasi kembali meningkat menjadi 90% dengan satu kegagalan. Secara keseluruhan, dari 30 kali percobaan yang dilakukan, gripper berhasil mencapit objek sebanyak 26 kali, menghasilkan rata-rata akurasi sebesar 86,67%. Hasil ini menunjukkan bahwa lengan robot memiliki performa yang baik dalam memindahkan objek, meskipun terdapat sedikit penurunan pada jarak 17 cm.

**Pengujian Waktu Keseluruhan**

Pengujian ini dilakukan untuk melihat penyelesaian waktu alat secara keseluruhan dalam pembacaan objek dan lengan robot yang bekerja untuk mengambil dan memindahkan objek ke tempat simpan. Berikut merupakan tabel pengujian waktu alat dalam melakukan pembacaan objek pada jarak 13cm,17cm dan 20cm:

**Tabel 5 Pengujian Waktu Keseluruhan**

No	Jarak objek (cm)	Waktu (s)	Tempat simpan
1	13	15,95 detik	Titik akhir
2	17	16,54 detik	Titik akhir
3	20	17,40 detik	Titik akhir

Dari tabel di atas, terlihat bahwa waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan semua mulai dari pembacaan objek hingga pergerakan lengan robot untuk memindahkan objek ke tempat simpan sedikit meningkat seiring dengan bertambahnya jarak objek. Penambahan waktu yang terdeteksi dari percobaan pertama hingga ketiga menunjukkan bahwa semakin jauh jarak objek, semakin lama waktu yang dibutuhkan oleh robot untuk mengambil dan memindahkan objek tersebut.

Hal ini dapat dimaknai bahwa pergerakan lengan robot membutuhkan lebih banyak waktu seiring dengan bertambahnya jarak objek, dan proses pemindahan objek yang juga memerlukan sedikit lebih banyak waktu. Meskipun ada peningkatan waktu, tapi perbedaan antara waktu untuk setiap jarak objek 13 cm, 17 cm, dan 20 cm tidak terlalu berbeda jauh. Oleh karena itu lengan robot ini masih cukup bekerja dengan baik dalam mengangkat dan menyimpan objek.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan Hasil Penelitian ini Lengan robot yang di rancang dapat melakukan pergerakan pengambilan barang dan memindahkannya ke tempat simpan. Pada saat objek di pindahkan oleh lengan robot, dilakukan secara otomatis apabila ada objek yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik. lengan robot dapat mengambil barang sesuai dengan jarak yang terdeteksi yaitu 13 cm, 17 cm, dan 20 cm. Berdasarkan hasil pengujian, lengan robot menunjukkan bahwa dalam mencapit, mengangkat, dan memindahkan objek ke tempat penyimpanan didapatkan tingkat akurasi rata-rata sebesar 86,67%.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Tuhan Yesus Kristus, Orang Tua, dan adik saya. beserta dosen pembimbing Bapak Dr. Almido H. Ginting, ST, M.Eng dan Bapak Hendrik J. Djahi, ST, MT yang membimbing dan memberi masukan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini, dan juga kepada Bapak Hendrik J. Djahi, ST, MT selaku penguji yang memberikan kritik dan saran kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] El Zaatari, S., Marei, M., Li, W., & Usman, Z. (2019). "Cobot Programming for Collaborative Industrial Tasks: An Overview." *Robotics and Autonomous Systems*, 116, 162-180
- [2] Sofyan Hadi, R. R. (2014, Maret). Pemodelan Alat Pemindah Barang Menggunakan Robot Arm dan Konveyor Secara Otomatis Berbasis Arduino Uno. *jurnal Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan dan Teknologi Industri*, 8, 46.
- [3] Siciliano, B., Sciavicco, L., Villani, L., & Oriolo, G. (2010). *Robotics: Modelling, Planning and Control*. Springer-Verlag London.
- [4] Spong, M. W., Hutchinson, S., & Vidyasagar, M. (2020). *Robot Modeling and Control* (2nd ed.). Wiley
- [5] Craig, J. J. (2005). *Introduction to Robotics: Mechanics and Control* (3rd ed.). Pearson Prentice Hall.
- [6] Fadhli Rahman, F. A. (2020). ILTEK:Jurnal Teknologi. Rancang Bangun Prototipe Manipulator Lengan Robot Menggunakan Motor Servo Berbasis Mikrokontroler, 43.
- [7] Deny Hasminta Sembiring Maha, Y. D. (2021). *Jurnal Teknik Informatika Unika St. Thomas (JTIUST)*, Perancangan Robot Lengan Pemindah Barang Berdasarkan Ukuran Berbasis Arduino Dengan Sensor Ping Hc-Sr04 Dan Sensor Inframerah.
- [8] Robot Lengan 5 Dof Dengan Invers Kinematik Berbasis Arduino, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, diakses dari <https://eprints.ums.ac.id/102864/1/Naskah%20Publikasi.pdf> (20 april 2024)
- [9] Figliola, Richard S., & Beasley, Donald E. (2011). *Theory and Design for Mechanical Measurements*. 6th ed. John Wiley & Sons
- [10] Taylor, John R. (1997). *An Introduction to Error Analysis: The Study of Uncertainties in Physical Measurements*. 2nd ed. University Science Books.