

Record and Playback Robot Lengan Menggunakan Graphical User Interface

Rafika Silfia^{1*}, Risfendra²

^{1,2} Teknik Elektro Industri/Teknik Elektro/Universitas Negeri Padang

^{*})Corresponding author, rafikasilfia5@gmail.com¹

Abstrak

Penelitian ini menyajikan antarmuka berupa tampilan *Graphical User Interface* guna mempermudah pengontrolan lengan robot. Lengan robot yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis robot lengan artikulasi 3 derajat kebebasan, Dobot Magician. Pengontrolan lengan robot dan *Graphical User Interface* dibangun menggunakan bahasa pemrograman Python. Sistem yang digunakan pada penelitian ini untuk mengontrol robot lengan adalah metode *record and playback*. Metode ini bekerja dengan menyimpan koordinat *end-effector* robot lengan dalam antrian dan menginstruksikan robot lengan mengikuti kembali koordinat *end-effector* yang tersimpan dalam antrian. Data yang direkam merupakan besar sudut putaran motor servo yang dikirim ke program kemudian dikonversi menjadi titik koordinat *end-effector* dan disimpan pada tampilan antrian *Graphical User Interface*. Pengujian dilakukan dengan memprogram lengan robot untuk memindahkan satu objek sebanyak lima kali. Hasil yang diambil berupa ketidak sesuaian posisi objek saat *end-effector* meletakkan objek. Hasil pengujian didapat ketidak sesuaian sebesar 0,90 mm pada sumbu X dan 0,8 pada sumbu Y.

INFO.

Info. Artikel:

No. 293

Received. October, 7, 2022

Revised. October, 18, 2022

Accepted. October, 27, 2022

Page. 524 – 532

Kata kunci:

- ✓ Arm robot
- ✓ Dobot Magician
- ✓ Interface
- ✓ Record and Playback
- ✓ Python

Abstract

This study presents an interface in the form of a Graphical User Interface display to facilitate the control of the robotic arm. The robotic arm used in this study is a type 3 degree of freedom articulated arm robot, Dobot Magician. The control of the robotic arm and the Graphical User Interface is built using the Python programming language. The system used in this study to control the robotic arm is a record and playback method. This method works by storing the end-effector coordinates of the arm robot in a queue and instructing the arm robot to follow back the end-effector coordinates stored in the queue. The recorded data is a large rotational rotation of the servo motor which is sent to the program and converted into end-effector coordinate points and stored in a Graphical User Interface display. The test was carried out by programming the robotic arm to move the object five times. The result taken is in the form of incompatibility of the position of the object when the end-effector places the object. The test results obtained an incompatibility of 0.90 mm on the X-axis and 0.8 on the Y-axis.

PENDAHULUAN

Pekerjaan industri membutuhkan akurasi yang tinggi, guna menjaga kualitas produk. Jika manusia yang melakukan pekerjaan tersebut secara berulang-ulang maka hasil pekerjaan kemungkinan besar tidak akurat. Hal ini disebabkan karena manusia dapat merasa lelah dan berdampak pada akurasi dalam pekerjaannya [1]. Untuk mengatasi permasalahan tersebut banyak industri yang menggunakan teknologi robot, di mana robot tidak merasa lelah seperti manusia dan memiliki tingkat akurasi tinggi [2], [3]. Jenis robot yang banyak digunakan oleh industri adalah robot lengan [4].

Mengontrol robot menggunakan teks program dinilai sulit untuk orang yang masih awam terhadap bahasa pemrograman [5]. Saat ini dengan kemajuan teknologi, robot dapat dikontrol langsung tanpa harus menulis teks program. Salah satu cara untuk mengontrol robot secara langsung dengan menggunakan *Graphical User Interface* (GUI) cara ini dinilai lebih ramah terhadap orang yang awam

terhadap pemrograman menggunakan teks karena GUI merupakan tampilan desktop yang berisi tampilan grafis [6], [7]. Melalui tampilan GUI pengguna dapat mengontrol pergerakan robot lengan secara langsung dan menjalankan fungsi *record and playback*.

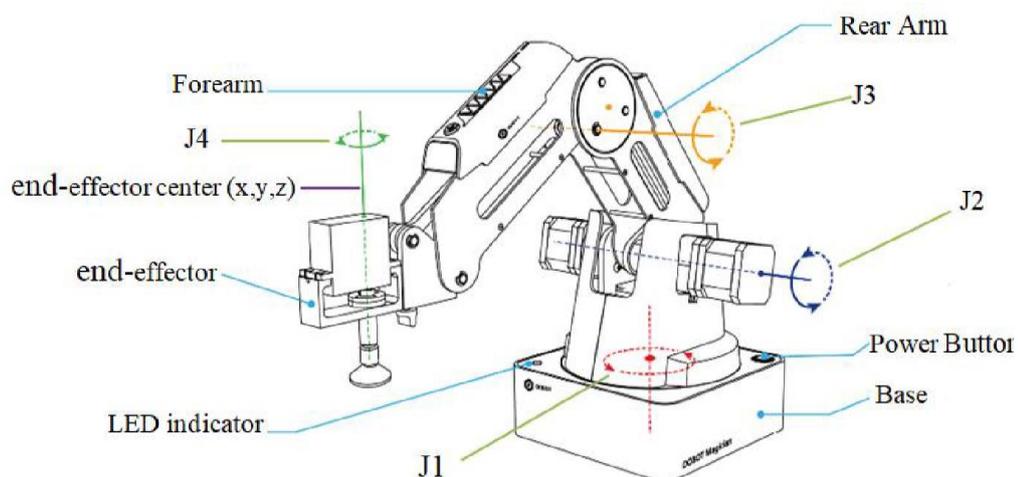
Fungsi *record and playback* memungkinkan untuk merekam pergerakan robot dan memainkan ulang pergerakan robot. *Record* atau rekam adalah kegiatan menyimpan titik koordinat *end-effector*. Sedangkan *playback* atau putar ulang adalah kegiatan robot bergerak sesuai urutan titik koordinat yang disimpan saat *record*. Fungsi ini disebut sebagai metode *lead-through* atau *teaching and playback*.

Penelitian *record and playback* pergerakan robot lengan sudah dilakukan sebelumnya [5], [8], [9]. Pada penelitian sebelumnya menggunakan robot lengan berbasis mikrokontroler Arduino dilengkapi dengan tampilan GUI. Robot lengan dilengkapi kemampuan *record and playback* dan kemampuan ini dapat di akses melalui GUI.

Pada penelitian yang dilakukan membangun sistem kontrol pergerakan robot lengan Dobot Magician yang dilengkapi fungsi *record and playback*. Sistem kontrol pergerakan robot lengan diharapkan dapat mempermudah pengontrolan pergerakan robot lengan bahkan oleh orang awam sekalipun.

DASAR TEORI

Robot lengan adalah robot yang memiliki konstruksi kerangka dan cara kerja seperti lengan manusia, memiliki lengan atas (*rear arm*), lengan bawah (*forearm*), *joint* peluru, dan *joint* engsel [10]. Dalam dunia industri robot lengan mendapat perhatian khusus karena pergerakannya fleksibel dan jangkauan area yang luas [4]. Pada penelitian ini robot lengan yang digunakan adalah Dobot Magician, berfungsi sebagai alat uji tingkat akurasi dari pergerakan robot lengan menggunakan metode *inverse kinematic*. Dobot magician merupakan robot lengan multifungsi yang memiliki ukuran minimalis dan mudah didapatkan karena tersedia secara komersial [11]. Perancangan awal Dobot Magician berfokus pada pendidikan, hal ini terlihat dari Dobot Magician menyediakan perangkat pendukung *end-effector* dan perangkat tambahan lainnya bertujuan untuk meningkatkan kreativitas dan kemampuan pengguna [12]. Dobot Magician menyediakan modul pengembang untuk bahasa pemrograman dan perangkat keras. Sampai saat ini tersedia delapan modul pengembang bahasa pemrograman dan lima modul pengembang perangkat keras yang dapat diperoleh dari halaman resmi Dobot [13]. Struktur dan posisi *joint* Dobot Magician dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Posisi *joint* Dobot Magician

METODE PENELITIAN

Blok Diagram

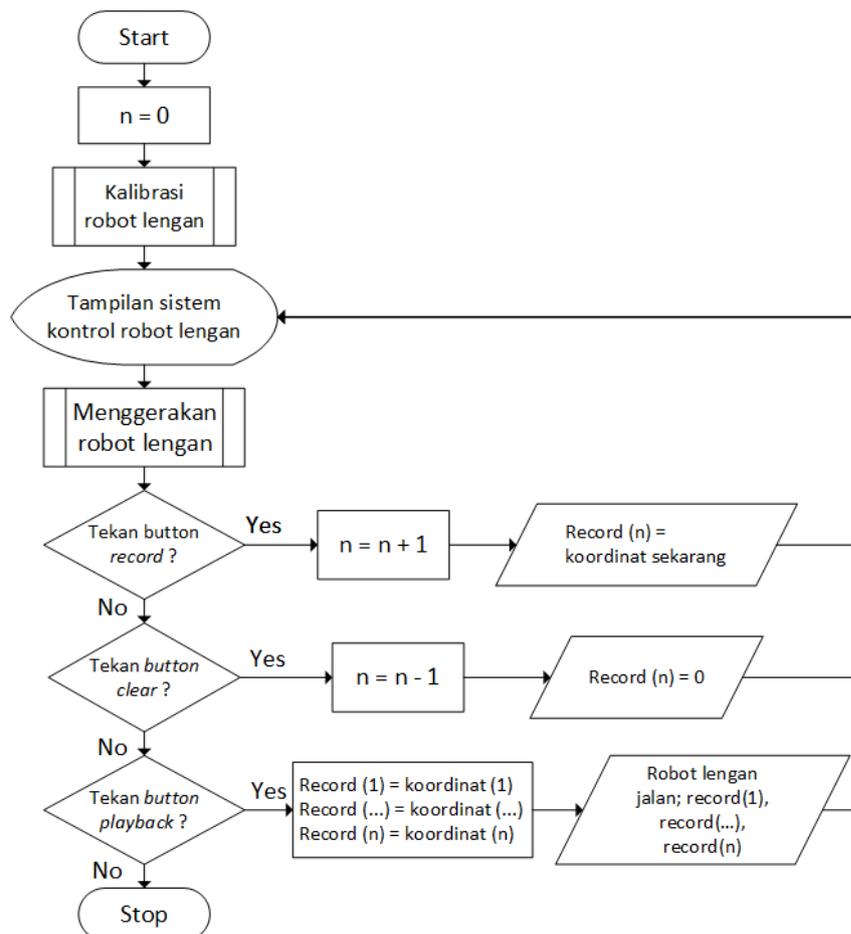
Blok diagram adalah penggambaran suatu sistem secara garis besar yang terdiri dari input, proses, dan *output* yang digambarkan menggunakan blok atau kotak yang dihubungkan menggunakan garis. *Input* pada sistem penelitian ini berupa target posisi yang dimasukkan melalui tampilan GUI. Dari tampilan GUI dapat diakses perubahan titik koordinat dan besar *joint* hasil pergerakan, antrean titik koordinat hasil fungsi *record*, dan fungsi *playback*. Sistem kontrol penelitian ini adalah komputer dengan sistem operasi Windows dan *output*-nya adalah robot lengan Dobot Magician. Blok diagram penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Blok diagram sistem

Flowchart

Deskripsi secara tekstual untuk menjelaskan algoritma suatu sistem tidak dapat dipahami dengan cepat dan mudah. Inilah alasan mengapa representasi bergambar digunakan untuk menjelaskan algoritma suatu sistem, karena dengan representasi bergambar menjelaskan algoritma dapat dilakukan dengan cepat dan mudah. Representasi bergambar dari suatu algoritma ini yang disebut sebagai *flowchart* [14]. *Flowchart* digambarkan menggunakan simbol-simbol yang memiliki fungsi tersendiri [15]. *Flowchart* penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Flowchart record and playback

Rancangan Software

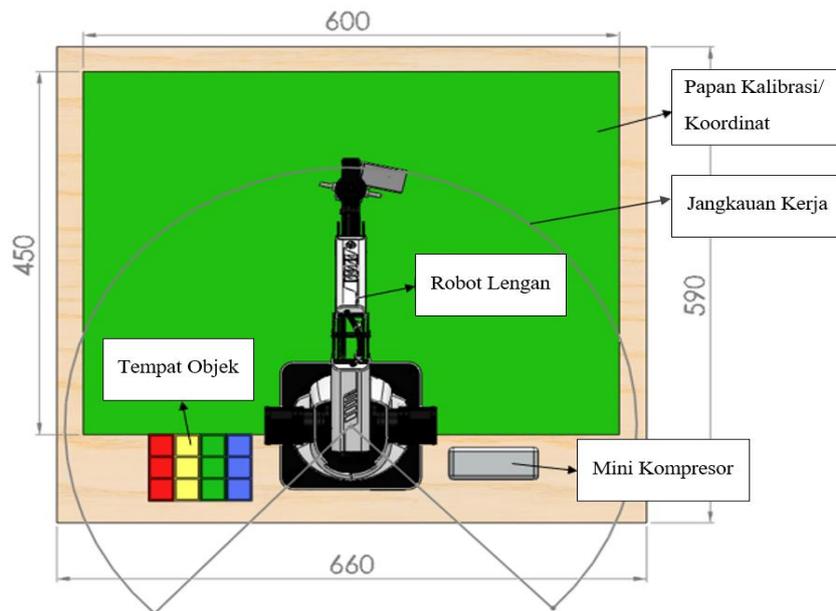
Perancangan *software* pada penelitian ini berfokus pada antarmuka untuk robot lengan, antarmuka yang digunakan berupa tampilan GUI yang dibangun menggunakan bahasa pemrograman Python. GUI dilengkapi kemampuan untuk menggerakkan robot lengan secara manual dengan *button*, menggerakkan otomatis dengan teks *input, record and playback* untuk menyimpan data berupa titik koordinat posisi dan mengulang pergerakan berdasarkan data yang ditambahkan dalam antrian. Tampilan GUI pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Tampilan GUI sistem kontrol robot lengan

Rancangan Hardware

Tahapan perancangan *hardware* memiliki peran penting dalam penelitian. Perancangan *hardware* berguna untuk menentukan perangkat yang akan digunakan, membantu memutuskan mekanik yang dibutuhkan, dan menentukan penempatan posisi perangkat dengan menimbang pengaruh dari fungsi setiap perangkat. Tujuan dari tahap perancangan ini adalah menghindari kendala yang nantinya mungkin terjadi selama proses penelitian. Rancangan *hardware* pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Rancangan alat keseluruhan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah sistem kontrol dan fungsi *record and playback* selesai dibangun, maka sistem diuji untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat sesuai dengan rancangan awal. Sistem diuji dengan memberi instruksi untuk mengambil dan meletakkan objek secara berulang menggunakan fungsi *record and playback*. Data yang diambil saat proses *record* dari lengan robot adalah besar sudut putaran servo. Sebelum dilakukan pengujian keseluruhan dengan fungsi *record and playback*, terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap besar sudut putaran servo setiap *joint* untuk mengetahui apakah besar sudut putaran servo yang diinstruksikan sesuai dengan besar sudut yang terukur oleh busur. Pengujian dilakukan terhadap *joint 1*, *joint 2*, dan *joint 3*. Keterangan posisi *joint* dan posisi busur dapat dilihat pada gambar 6.

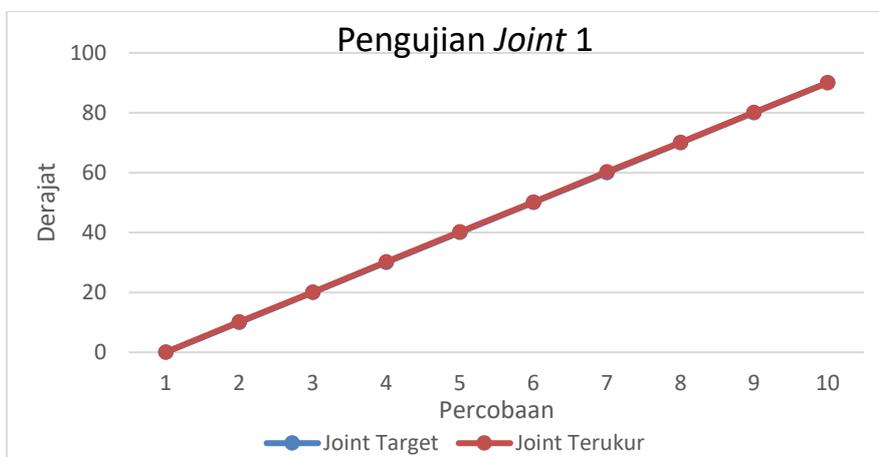


Gambar 6. Posisi busur dan *joint*

Pengujian besar sudut *joint* dilakukan dengan menggerakkan masing-masing *joint*, pengujian dilakukan dengan menggerakkan setiap *joint* dengan kelipatan sepuluh setiap *joint*. Hasil pengujian besar sudut *joint 1* dapat dilihat melalui tabel 1 dan grafik pada gambar 7.

Tabel 1. Pengujian joint 1

Percobaan	Joint Target (°)	Joint Terukur (°)
1.	0	0
2.	10	10,2
3.	20	20,1
4.	30	30,2
5.	40	40,2
6.	50	50,2
7.	60	60,3
8.	70	70,1
9.	80	80,1
10.	90	90



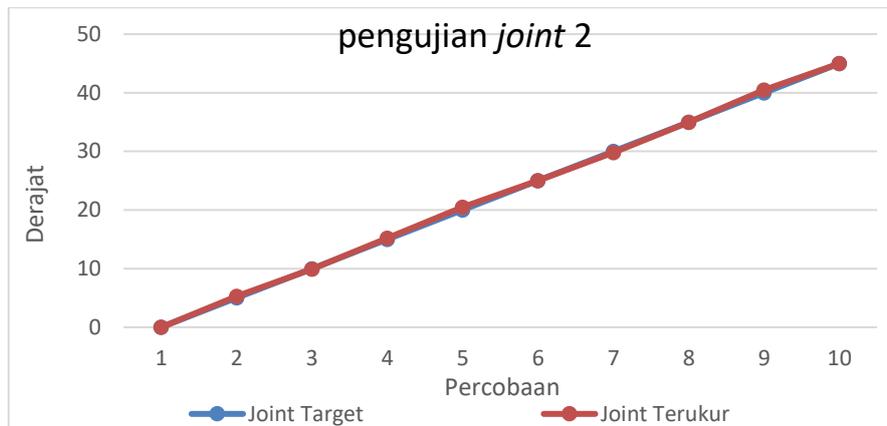
Gambar 7. Grafik Pengujian joint 1

Dari gambar grafik 7 hasil pengujian joint 1 dapat diketahui bahwa besar sudut terukur menunjukkan ketidaksesuaian terbesar 0,3° terhadap besar sudut target. Saat diberi sudut target 50° pada joint 1 dan sudut terukur pada busur adalah 50,2° untuk joint 1. Begitupun saat sudut target joint 1 sebesar 70°, sudut joint 1 terukur pada busur adalah 70,1°.

Pengujian joint 2 dilakukan mulai dari sudut 0° dan pengujian dilakukan dengan kelipatan lima untuk besar sudut pada joint 2. Hasil pengujian joint 2 dapat dilihat pada tabel 2 dan grafik hasil pengujian joint 2 dapat dilihat pada gambar 8.

Tabel 2. Pengujian joint 2

Percobaan	Joint Target (°)	Joint Terukur (°)
1.	0	0
2.	5	5,3
3.	10	9,9
4.	15	15,2
5.	20	20,5
6.	25	25
7.	30	29,8
8.	35	35
9.	40	40,5
10.	45	45



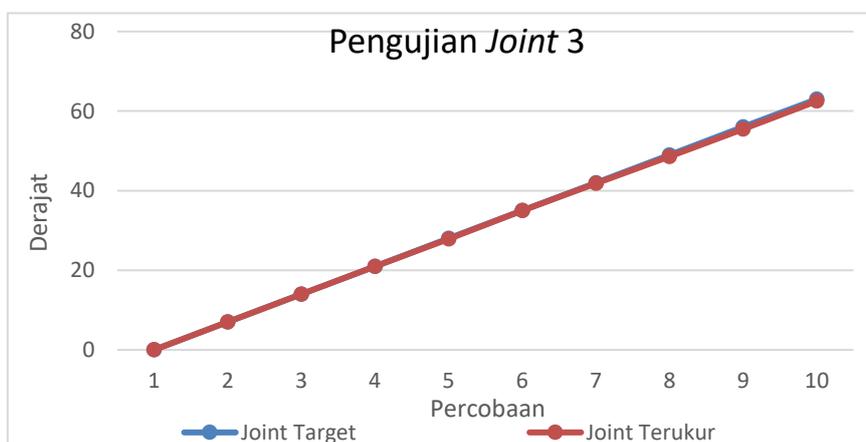
Gambar 8. Grafik Pengujian joint 2

Tabel 2 dan gambar grafik 8 menunjukkan ketidak sesuaian antara sudut target dan sudut terukur pada *joint 2*, ketidak sesuaian terbesar adalah $0,5^\circ$ pada *joint 2*. Saat besar sudut target 10° pada *joint 2*, sudut terukur pada *joint 2* adalah $9,9^\circ$. Begitu pun saat besar sudut target 40° pada *joint 2*, sudut terukur menggunakan busur adalah $40,5^\circ$ pada *joint 2*.

Pengujian *joint 3* dilakukan sebanyak sepuluh kali percobaan, dengan perubahan besar sudut dengan kelipatan tujuh di setiap percobaan. Hasil pengujian *joint 3* dapat dilihat pada tabel 3 dan grafik pengujian *joint 3* pada gambar 9. Diketahui dari tabel 3 dan gambar 9 ketidak sesuaian terbesar pada percobaan ke sembilan dan sepuluh, di mana ketidak sesuaian didapat sebesar $0,5^\circ$ pada *joint 3*.

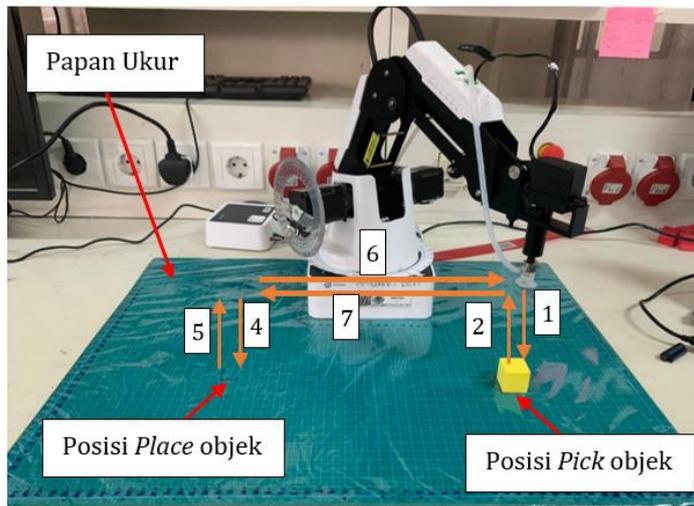
Tabel 3. Pengujian joint 3

Percobaan	Joint Target (°)	Joint Terukur (°)
1.	0	0
2.	7	7
3.	14	14
4.	21	21
5.	28	27,9
6.	35	35
7.	42	41,8
8.	49	48,6
9.	56	55,5
10.	63	62,5



Gambar 9. Grafik Pengujian joint 3

Setelah pengujian besar sudut *joint 1, joint 2, dan joint 3*. Langkah selanjutnya adalah menguji keseluruhan sistem menggunakan fungsi *record and playback*. Langkah pertama koordinat hasil konversi besar sudut setiap *joint* disimpan dalam antrean menggunakan tampilan GUI dengan maksimal penyimpanan sepuluh data. Pengujian berupa *pick (ambil) and place (meletakkan)* satu objek. Hasil *record* akan diputar (*playback*) sebanyak lima kali. Posisi objek diukur menggunakan papan ukur seperti yang terlihat pada gambar 10. Gambar 10 juga menunjukkan langkah robot lengan melakukan *pick and place*, dan tabel 4 menunjukkan hasil pengujian *pick and place* menggunakan fungsi *record and playback*.



Gambar 10. Pengujian *pick and place*

Tabel 4. Hasil pengukuran objek pada posisi *place*

Percobaan	Sumbu X (mm)	Sumbu Y (mm)
1.	0,7	1
2.	0,7	1
3.	1	0,5
4.	1,3	0,5
5.	1,2	1
Rata-rata	0,98	0,8

Setelah pengujian *pick and place* menggunakan fungsi *record and playback* sebanyak lima kali percobaan posisi objek pada *place* menunjukkan hasil yang baik. Pengukuran objek menggunakan papan ukur, pada gambar 10 papan ukur yang sudah dilengkapi satuan ukur centimeter dan milimeter. Rata-rata ketidaksesuaian objek hasil penerimaan pada posisi *place* objek sebesar 0,98 mm sumbu X dan 0,8 mm sumbu Y. Hasil ketidaksesuaian pada pengukuran dapat dipengaruhi oleh faktor internal berupa mekanik yang kurang presisi dan *input* masukan untuk program tidak akurat program, untuk faktor eksternal berupa pemakaian beberapa objek dengan potongan yang tidak presisi.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan untuk menguji tingkat presisi pergerakan robot lengan, dapat disimpulkan bahwa keseluruhan sistem bekerja dengan baik. Diketahui dari hasil pengujian keseluruhan sistem menggunakan fungsi *record and playback* pada GUI didapat rata-rata ketidaksesuaian 0,98 mm sumbu X dan 0,8 mm sumbu Y. Penelitian ini dapat dikembangkan untuk melakukan kegiatan industri yang membutuhkan tingkat akurasi tinggi, karena sistem *record and playback* robot lengan terbukti akurat pergerakannya saat proses *playback* berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Uchrowi, L. Lasmadi, dan S. Soekarno, "Pemodelan dan Simulasi Robot Lengan 3 DOF Menggunakan V-REP," *AVITEC*, vol. 1, no. 1, Agu 2019, doi: 10.28989/avitec.v1i1.489.
- [2] P. Prasetyawan, Y. Ferdianto, S. Ahdan, dan F. Trisnawati, "Pengendali Lengan Robot Dengan Mikrokontroler Arduino Berbasis Smartphone," *Jurnal Teknik Elektro ITP*, vol. 7, no. 2, hlm. 104–109, Jul 2018, doi: 10.21063/jte.2018.3133715.
- [3] L. Parinduri dkk., *Manajemen Operasional: Teori dan Strategi*. Yayasan Kita Menulis, 2020.
- [4] A. Mayub, I. Syahroni, F. Fahmizal, Dan M. Arrofiq, "Kinematika dan Antarmuka Robot SCARA Serpent," *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 8, no. 3, hlm. 561, Agu 2020, doi: 10.26760/elkomika.v8i3.561.
- [5] J. M. Anggi dan Z. Iklima, "Robot Lengan 4 Derajat Kebebasan Menggunakan Tampilan Antarmuka Pengguna Berbasis Arduino Uno," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 12, no. 3, hlm. 134–140, 2021.
- [6] C. Depcik dan D. N. Assanis, "Graphical user interfaces in an engineering educational environment," *Computer Applications in Engineering Education*, vol. 13, no. 1, hlm. 48–59, 2005.
- [7] A. M. Memon, *A comprehensive framework for testing graphical user interfaces*. University of Pittsburgh, 2001.
- [8] G. S. Putra dan R. Risfendra, "Sistem kontrol lengan robot berbasis Arduino dengan aplikasi GUI," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 3, no. 2, hlm. 387–398, 2022.
- [9] E. Sitompul dan S. Sodri, "Prototipe Manipulator Lengan Robot Berbasis Arduino dengan Metoda Kendali Lead-Through," *Jurnal Elektro dan Mesin Terapan*, vol. 6, no. 1, hlm. 1–14, 2020.
- [10] T. Aryani dan D. U. Suwarno, "Lengan Robot Penampil Waktu Pada Media Pasir," *Seminar Nasional Sains Teknologi dan Inovasi Indonesia (SENASTINDO AAU)*, vol. 1, no. 1, 2019.
- [11] R. Islam, M. A. Rahman, dan M. Rahman, "Cartesian Trajectory Based Control of Dobot Robot," Okt 2019.
- [12] Yuejiang Technology, "User Guide Dobot Magician User Guide," Shenzhen, Jul 2020.
- [13] Yuejiang Technology, "Dobot Magician Demo Description V1.2," vol. 1, no. 2, Agu 2021.
- [14] A. Chaudhuri, "Flowchart and algorithm basics: The art of programming," Mei 2020.
- [15] H. lufthi Aulia, "Teori Dan Konsep Algoritma Pemrograman Dalam Menghitung Luas Lingkaran dan Volume Kubus," 2021, doi: 10.31219/osf.io/z58rg.