

**PERANCANGAN LENGAN ROBOT MENGGUNAKAN
REKAMAN GERAKAN**

SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Persyaratan

Akademik Sarjana Satu (S1)



Oleh:

Muhammad Ramdani

1603025021

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2020**

**PERANCANGAN LENGAN ROBOT MENGGUNAKAN
REKAMAN GERAKAN**

SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Persyaratan

Akademik Sarjana Satu (S1)



Oleh:

Muhammad Ramdani

1603025021

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

PERANCANGAN LENGAN ROBOT MENGGUNAKAN REKAMAN GERAKAN

SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik Elektro

Oleh:
Muhammad Ramdani
1603025021

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik UHAMKA
Tanggal, 03 Agustus 2020

Pembimbing-1



M. Mujirudin, S.T., M.T
NIDN. 0312028704

Pembimbing-2



Harry Ramza, S.T., M.T., Ph.D
NIDN. 0302679887

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro



Harry Ramza, S.T., M.T., Ph.D
NIDN. 0302679887

HALAMAN PENGESAHAN

PERANCANGAN LENGAN ROBOT MENGGUNAKAN REKAMAN GERAKAN

SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik Elektro

Oleh:
Muhammad Ramdani
1603025021

Telah diuji dan dinyatakan lulus dalam Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Elektro Fakultas Teknik UHAMKA
Tanggal, 18 Agustus 2020

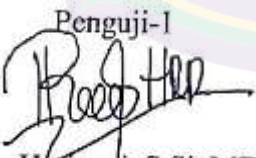
Pembimbing-1


M. Mujfrudin, S.T., M.T.
NIDN. 0311128701

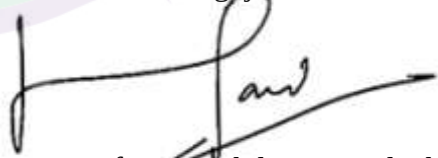
Pembimbing-2


Harry Ramza, S.T., M.T., Ph.D.
NIDN. 0302679887

Penguji-1


Oktarina Heriyani, S.Si., MT.
NIDN. 0305067702

Penguji-2


Assoc Prof. Dr. Mohd Haris Md Khir.

Mengesahkan,
Dekan
Fakultas Teknik UHAMKA


Dr. Sugema, S.Kom., M.Kom.
NIDN. 0323056403

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Elektro


Harry Ramza, S.T., M.T., Ph.D.
NIDN. 0302679887

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya, yang membuat pernyataan:

Nama : Muhammad Ramdani

NIM : 1603025021

Judul skripsi : Perancangan Lengan Robot Menggunakan Rekaman Gerakan

Menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI) dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu institusi pendidikan tinggi mana pun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang lain, KECUALI yang secara tertulis tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, berkat Rahmat dan karuniaNya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW, keluarga, dan para sahabatnya, Amin.

Penyusunan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada program studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA dengan judul ***“Perancangan Lengan Robot Menggunakan Rekaman Gerakan”***

Dalam penyusunan skripsi ini, tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan dan doa yang tulus dari banyak pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini. Tanpa itu semua sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis dengan ingin menyampaikan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Ayahanda tercinta Zulkarnaini dan Ibunda tercinta Yulinarti selaku orang tua yang tiada henti memberikan doa serta dukungan baik moril maupun materil bagi penulis.
2. M. Mujiroldin , S.T., M.T selaku pembimbing I dan Harry Ramza, S.T., M.T., Ph.D selaku pembimbing II yang tidak pernah lelah membimbing penulis dalam segala hal, baik dalam ilmu pengetahuan, nasehat serta motivasi sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Harry Ramza, S.T., M.T., Ph.D selaku Kaprodi Teknik Elektro yang telah mewakili orang tua dalam hal pendidikan dan pembimbing akademik di kampus Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA.
4. Dr. Sugema, S.T., M.Kom selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA.

5. Seluruh dosen Teknik Elektro UHAMKA yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas ilmu dan bimbingannya yang telah diberikan selama menempuh pendidikan.
6. Seluruh teman-teman Teknik Elektro angkatan 2016 yang selalu memberikan saran serta dorongan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Dan Seluruh kawan-kawan Fakultas Teknik UHAMKA dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Jakarta, 4 Agustus 2020



Muhammad Ramdani
NIM: 1603025021

PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka (UHAMKA), saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Ramdani
NIM : 1603025021
Program Studi : Teknik Elektro

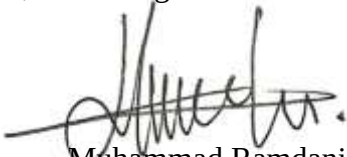
Menyetujui, memberikan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*non-exclusive royalty free right*) kepada Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA) atas karya ilmiah saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan yang berjudul:

Perancangan Lengan Robot Menggunakan Rekaman Gerakan

Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Muhammadiyah Prof. DR HAMKA berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 4 Agustus 2020



Muhammad Ramdani

ABSTRAK

Keberadaan teknologi robotika pada saat ini sangat membantu aktivitas manusia untuk mempermudah melakukan pekerjaan. Salah satu teknologi robotika saat ini yaitu lengan robot. Lengan robot merupakan jenis robot yang menyerupai lengan manusia yang dapat memindahkan suatu barang dari satu tempat ke tempat lainnya. Namun ketika lengan robot akan digunakan mengangkat sesuatu butuh perhitungan yang khusus agar barang dapat berpindah, maka lengan robot tersebut harus dilengkapi dengan sistem rekaman gerakan agar dapat terkendali sesuai keinginan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang lengan robot yang memiliki 6 derajat kebebasan dan mampu merekam gerakan yang sudah dikerjakannya secara terus menerus dengan menentukan kepresisian maksimum dan nilai waktu tunda. Lengan robot dirancang menggunakan mikrokontroler atmega 2560 dimana mikrokontroler atmega 2560 tersebut sudah memiliki fitur yang langsung berhubungan dengan *driver* motor stepper. Lengan robot memiliki enam buah motor stepper untuk menggerakkan masing-masing axis berdasarkan enam bagian yaitu Putaran Dasar (*base rotate*), *elbow*, *shoulder*, *wrist rotate*, *wrist* serta sebagai *end-effectornya* adalah *gripper*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lengan robot mampu merekam jejak gerakan dengan jangkauan maksimum pergerakan robot sejauh 30 cm dengan nilai rata-rata maksimum *Pose travel time* 18.08 detik (*second*) dan *actuancy latency* dengan nilai maksimum yaitu 20.21 detik (*second*). Untuk nilai kepresisian perpindahan maksimum dengan semua percobaan memiliki nilai 0.35 cm dan posisi pengulangan (*Position Repeatability*) yang paling besar dengan nilai 0.41 cm.

Kata kunci : Lengan Robot, 6 DOF, rekaman gerakan, Motor Stepper, Mikrokontroler, Arduino Mega 2560

ABSTRACT

The existence of robotics technology at this time is very helpful for human activities to facilitate the work. One of the current robotics technologies is the robot arm. Robot arm is a type of robot that resembles a human arm that can move an object from one place to another. However, when the robot arm will be used to lift something, it needs special calculation so that goods can move, then the robot arm must be equipped with a motion recording sistem so that it can be controlled as desired. This study aims to design a robot arm that has 6 degrees of freedom and is able to record the movements that have been done continuously by determining the maximum precision and delay time value. The robot arm is designed using the atmega 2560 Mikrokontroler where the atmega 2560 Mikrokontroler already has features that are directly related to the stepper motor driver. The robot arm has six stepper motors to move each axis based on six parts namely the Basic Round, elbow, shoulder, wrist rotate, wrist and as an end-effector is the gripper. The results showed that the robot arm is able to record a trace of movement with a maximum range of robot movements as far as 30 cm with a maximum average value of travel time of 18.08 seconds and actuancy lantency with a maximum value of 20.21 seconds. The maximum displacement precision with all experiments has a value of 0.35 cm and the biggest repetition position with a value of 0.41 cm.

Keywords : Robot Arm, 6 DOF, motion recording, Stepper Motor, Mikrokontroler , Arduino Mega 2560

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Perancangan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Mikrokontroler.....	5
2.1.1 Macam-macam Mikrokontroler	5
2.1.2 Mikrokontroler ATmega 16	6
2.1.3 Konfigurasi Pin ATmega 16.....	7
2.2 Driver Stepper Motor	9

2.3 Pembatas beralih (<i>Limit Switch</i>).....	11
2.4 Kinematika Lengan Robot	12
2.5 Kinematika Lengan Robot 2 sendi.....	14
2.6 Kinematika Lengan Robot 3 sendi.....	16
2.7 Servo Motor	17
2.8 Motor Stepper	20
2.8.1 Motor Stepper <i>Unipolar</i>	22
2.8.2 Motor Stepper <i>Bipolar</i>	22
2.8.3 Cara Kerja Motor Stepper.....	23
2.9 Penurun Tegangan	24
2.9.1 Penyearah Gelombang (<i>Rectifier</i>).....	24
2.9.2 Penyaring (<i>Filter</i>).....	25
2.9.3 Pengatur Tegangan (<i>Voltage Regulator</i>)	25
BAB 3. PERANCANGAN SISTEM	27
3.1 Kerangka Perancangan.....	27
3.1.1 Identifikasi Kebutuhan.....	28
3.2 Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	29
3.2.1 Mesin 3D Printer Teknologi FDM.....	30
3.2.2 Perancangan Kerangka (<i>Frame</i>)	32
3.2.3 Perancangan Rangkaian Keseluruhan.....	38
3.2.4 Perancangan Rangkaian Motor Stepper.....	39
3.2.5 Perancangan Rangkaian Catu Daya (<i>Power Supply SMPS</i>).....	44
3.3 Antarmuka Lengan Robot Dengan Perangkat lunak (<i>software</i>).	45
3.4 Index Kinerja Kunci Robot	50
BAB 4. HASIL PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN.....	52
4.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras	52
4.1.1 Bagian-Bagian Lengan Robot.....	52

4.1.2 Letak Motor Servo pada Lengan Robot.....	53
4.2 Menemukan DH Parameter Kinematika 6 DOF	54
4.3 Kalibrasi Joint Pada Lengan Robot.....	57
4.3.1 Menentukan Langkah Motor stepper Pada Penyambung (<i>joint</i>)	57
4.3.2 Kalibrasi Berdasarkan Derajat Pada Masing-Masing Joint	58
4.3.2.1 Kalibrasi Putar Dasar (<i>Base rotate</i>) Lengan Robot.....	58
4.3.2.2 Kalibrasi Pada Bahu (<i>Shoulder</i>) Lengan Robot	59
4.3.2.3 Kalibrasi <i>Elbow</i> , <i>Wrist Rotate</i> , <i>Wrist</i> dan <i>Roll</i>	59
4.3.3 Kalibrasi Berdasarkan Sumbu X, Y dan Z.....	60
4.4 Rekaman Gerakan Pada Lengan Robot 6 DOF	61
4.5 Pengujian Lengan Robot.....	63
4.5.1 Pengujian Perpindahan Barang Sistem Homogen	64
4.5.1.1 Sistem Homogen Sumbu – X	65
4.5.1.2 Sistem Homogen Sumbu – Y	67
4.5.2 Pengujian Perpindahan Barang Sistem Tumpukan.....	69
4.5.2.1 Sistem Tumpukan Sumbu – X.....	69
4.5.2.2 Sistem Tumpukan Sumbu – Y.....	71
BAB 5. PENUTUP.....	73
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	75
PENERBITAN DAN PENGHARGAAN.....	78
LAMPIRAN.....	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pin-pin ATmega16 kemasan 40 pin [5]	8
Gambar 2.2 Skematik <i>Driver</i> Motor Stepper A4988 [7].....	10
Gambar 2.3 Simbol dan Bentuk pembatas beralih [8].....	11
Gambar 2.4 Transformasi kinematika maju dan kinematika mundur [9].....	12
Gambar 2.5 Relasi kinematik maju dan mundur [10].	13
Gambar 2.6 Kinematika Lengan Robot 2 sendi	14
Gambar 2.7 Kinematika Lengan Robot 3 Sendi [11]	16
Gambar 2.8 Motor Servo Standar untuk penjapit (<i>gripper</i>) [12]	18
Gambar 2.9 Bentuk Fisik dan Konstruksi Motor Servo [12].	18
Gambar 2.10 Skematik Rangkaian Kontrol Elektrik Motor Servo [5].....	19
Gambar 2.11 Lebar Pulsa Motor Servo [12]	19
Gambar 2.12 Jumlah Pulsa Mewakili Jumlah Satu Putaran [13].	20
Gambar 2.13 Langkah Normal Dibagi Menjadi 2 (<i>half step</i>) [13].....	21
Gambar 2.14 Bentuk Motor Stepper <i>Unipolar</i> [13].	22
Gambar 2.15 Bentuk Motor stepper <i>bipolar</i> [13].....	23
Gambar 2.16 Poros Magnet Dalam Posisi [13].	23
Gambar 2.17 Rangkaian Trafo Penurun Tegangan [14].....	24
Gambar 2.18 Rangkaian Penyearah Gelombang [14]	24
Gambar 2.19 Rangkaian Peyaring Tegangan [16].....	25
Gambar 2.20 Skematik Rangkaian Pengatur Tegangan [17]	25
Gambar 3.1 Kerangka Perancangan keseluruhan	27
Gambar 3.2 Blok Diagram Perancangan Perangkat Keras	29
Gambar 3.3 Bentuk Fisik Printer 3D [18]	31
Gambar 3.4 Bentuk <i>Filament polyclatic Acid</i> (PLA) [19]	31
Gambar 3.5 Perancangan Mekanik Lengan Robot	32
Gambar 3.6 Perancangan Bagian Dasar Lengan Robot	33

Gambar 3.7 Dimensi Pada Lengan Robot	34
Gambar 3.8 Perancangan Gripper	35
Gambar 3.9 Pergerakan Lengan Robot Pada Masing-masing Sendi.....	35
Gambar 3.10 Penempatan Motor Stepper dan Servo pada lengan robot.....	36
Gambar 3.11 Skematik Rangkaian Keseluruhan.....	38
Gambar 3.12 Skematik Rangkaian Motor Stepper dan Motor Servo.....	39
Gambar 3.13 Skematik <i>Limit Switch</i> Pada Lengan Robot.....	43
Gambar 3.14 Skematik Rangkaian Catu Daya (SMPS)	44
Gambar 3.15 Antarmuka Software AR2 dengan lengan Robot 6 DOF	45
Gambar 3.16 Antarmuka <i>Software</i> untuk Rekaman Gerakan [21].....	46
Gambar 3.17 Pengaturan Kalibrasi masing-masing joint dan DH Parameter	48
Gambar 4.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras Lengan Robot	52
Gambar 4.2 Mekanik Lengan Robot	53
Gambar 4.3 Letak Motor Stepper dan Servo Pada Lengan Robot	54
Gambar 4.4 Model Robot 6 DOF	55
Gambar 4.5 Diagram Kinematika 6 DOF [11].....	55
Gambar 4.6 Deretan Pulsa Per Langkah (1.8°) [13]	58
Gambar 4.7 kalibrasi Robot <i>Base rotate</i>	59
Gambar 4.8 Kalibrasi Pada Bahu (<i>Shoulder</i>)	59
Gambar 4.9 Kalibrasi Pada <i>Elbow, Wrist Rotate, Wrist, Roll</i>	60
Gambar 4.10 Memindahkan Sumbu X, Y dan Z.....	61
Gambar 4.11 Menu Kalibrasi Robot.....	61
Gambar 4.12 Memindahkan Sumbu X, Y dan Z.....	62
Gambar 4.13 Membuat Posisi Pada Lengan Robot.....	62
Gambar 4.14 Hasil Rekaman koordinat robot	62
Gambar 4.15 Manual Editing Program.....	63
Gambar 4.16 Tampilan Tombol Start dan Stop.....	63
Gambar 4.17 Bentuk Sampel Percobaan	64
Gambar 4.18 Proses Pengukuran Dengan Jangka Sorong.....	64
Gambar 4.19 Grafik Pergerakan Pengulangan Homogen Sumbu – X	66

Gambar 4.20 Grafik Nilai Kepresisian Pengulangan Homogen Sumbu - X..	67
Gambar 4.21 Grafik Pergerakan Pengulangan Homogen Sumbu – Y	68
Gambar 4.22 Grafik Nilai Kepresisian Pengulangan Homogen Sumbu – Y .	68
Gambar 4.23 Grafik Pergerakan Pengulangan Tumpukan Sumbu – X.....	70
Gambar 4.24 Grafik Nilai Kepresisian Pengulangan Tumpukan Sumbu – X	70
Gambar 4.25 Grafik pergerakan pengulangan Tumpukan sumbu – Y	71
Gambar 4.26 Grafik Nilai Kepresisian Pengulangan Tumpukan Sumbu – Y	72



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Driver motor Stepper A4988 [7].	11
Tabel 2.2 Spesifikasi Motor Servo MG995 <i>Operating</i> [12].	20
Tabel 2.3 Spesifikasi Buck Konverter Power Supply LM2560 [17].	26
Tabel 3.1 Spesifikasi Perancangan Lengan Robot	37
Tabel 3.2 PIN Kaki Penghubung Motor Stepper <i>Base Rotate</i>	40
Tabel 3.3 PIN Kaki Penghubung Motor Stepper <i>Shoulder</i>	40
Tabel 3.4 PIN Kaki Penghubung Motor Stepper <i>Elbow</i>	41
Tabel 3.5 PIN Kaki Penghubung Motor Stepper <i>Wrist Rotate</i> .	41
Tabel 3.6 PIN Kaki Penghubung Motor Stepper <i>Wrist</i>	42
Tabel 3.7 PIN Kaki Penghubung Motor Stepper <i>Roll</i>	42
Tabel 3.8 PIN Kaki Penghubung Motor Stepper <i>Gripper</i>	43
Tabel 3.9 Pin Penghubung Limit Switch.	43
Tabel 3.10 Metrik Kinerja Robot [23].	51
Tabel 3.11 IKK (Indikator Kinerja Kunci) Robot [23]	51
Tabel 4.1 DH (<i>Denavitt Hartengberg</i>) Parameter [11]	56
Tabel 4.2 Indikator Kinerja Kunci Robot Sistem Homogen Sumbu – X.	65
Tabel 4.3 Indikator Kinerja Kunci Robot Sistem Homogen Sumbu – Y.	67
Tabel 4.4 Indikator Kinerja Kunci Robot Sistem Tumpukan Sumbu – X. ...	69
Tabel 4.5 Indikator Kinerja Kunci Robot Sistem Tumpukan Sumbu – Y. ...	71

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi saat ini robotika sangat membantu dan mempermudah aktifitas manusia dalam melakukan pekerjaannya. Salah satu teknologi saat ini yaitu robotika lengan robot atau biasa disebut juga dengan lengan robot manipulator.

Lengan robot terdiri dari beberapa gabungan penghubung yang dibagi menjadi enam *joint* yaitu *base rotate*, *shoulder*, *elbow*, *wrist rotate*, *wrist* dan *Roll* [1]. Lengan robot manipulator merupakan alat mekanik yang menggantikan pekerjaan manusia yang berhubungan dengan pekerjaan fisik rentan terjadinya *human error* akibat pekerjaan yang dilakukan sifatnya berulang-ulang [2], mempunyai resiko yang sangat tinggi untuk mengangkat barang dari satu tempat ke tempat lain seperti barang berat, barang berbahaya, melakukan pekerjaan dengan cepat, presisi dan membutuhkan daya tahan serta konsentrasi yang sangat tinggi sehingga dapat berpotensi membahayakan keselamatan kerja [3]. Ketika robot manipulator akan digunakan untuk mengangkat sesuatu barang membutuhkan perhitungan yang khusus agar barang tersebut dapat berpindah dan terkendali dengan sangat mudah menggunakan rekaman gerakan. xvi

Berdasarkan gagasan tersebut penulis tertarik untuk merancang dan membuat lengan robot yang dapat dikendalikan dengan menggunakan sistem rekaman gerakan pada robot manipulator. Banyak penelitian yang sebelumnya sudah melakukan metode untuk mengendalikan lengan robot salah satunya penelitian dari Hendri Maja Saputra yang berjudul “*Rancang Bangun Sistem Kendali Motor Stepper Printer Canon BJC-S200SPx untuk Prototipe Lengan Robot 5-DOF*” [4].

Penelitian yang dilakukan oleh Hendri Maja Saputra menggunakan mikroprosesor yang berfungsi mengatur semua komponen dengan mengubah fungsi kerja langsung dilakukan dengan komputer. Pengaturan kendali dirancang

mempunyai tiga fungsi, seperti memulai dan mengakhiri pergerakan robot manipulator pada tahapan yang sesuai dengan titik yang akurat dengan menyimpan data pada penyimpanan (*memori*), serta mengizinkan lengan robot untuk dapat *interface* dengan perangkat tertentu [4].

Lengan robot yang akan dibuat oleh penulis berbeda dengan lengan robot yang dibuat peneliti sebelumnya. Lengan robot yang akan dibuat terdiri sebagai berikut:

1. Dikendalikan oleh mikrokontroler menggunakan sistem rekaman gerakan pada lengan robot.
2. Menggunakan 6 buah motor stepper dengan seri nema17hs2408 untuk *aktuator* dan *driver* motor dengan tipe A4988.
3. *Gripper* sebagai *end effector* dengan servo Motor.
4. Mekanik keseluruhan lengan robot terbuat dari teknologi 3D printer dengan bahan *filament* PLA.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka penulis merumuskan masalah yang terjadi sebagai berikut :

1. Bagaimana menentukan sistem gerakan lengan robot.
2. Bagaimana cara menghubungkan lengan robot dengan perangkat lunak.
3. Bagaimana mengukur kinerja robot?
 - a. Waktu yang dibutuhkan lengan robot untuk melakukan pemindahan barang secara otomatis menggunakan rekaman gerakan yang sifatnya berulang-ulang ?.
 - b. Cara lengan robot saat pemindahan barang tidak bersentuhan dengan barang lainnya ?.
 - c. Cara mengetahui penyimpangan pada saat memindahkan barang dari suatu tempat ke tempat yang sifatnya berulang-ulang ?.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Merancangan body dan mekanik lengan robot menggunakan teknologi 3D printer.
2. Menemukan DH parameter kinematika sistem gerak lengan robot.
3. Menghubungkan lengan robot dengan perangkat lunak.
4. Menentukan waktu tunda ketika memindahkan barang dari suatu tempat ke tempat lain yang sifatnya berulang-ulang (*Actuation Latency & Pose Travel Time*).
5. Menentukan penyimpangan antara posisi yang diperintahkan dan posisi yang diukur (*Position Accuracy*).
6. Menentukan kedua nilai kepresisian maksimum (sumbu x dan sumbu y) pada lengan robot manipulator yang dirancang (*Position Repeatability*).

1.4 Batasan Masalah

Kompleknya permasalahan yang terdapat pada sistem ini, maka perlu adanya batasan untuk menyederhanakannya, yaitu:

1. Bahan utama yang digunakan untuk body lengan robot manipulator terbuat dari bahan plastik PLA (*polylactic Acid*).
2. Aktuator joint yang digunakan yaitu motor stepper.
3. Kinematik algorithm digunakan sebagai metode optimasi dari model konfigurasi *aktuator joint* atau sendi lengan robot.
4. Menggunakan software AR2 (*Open Source*).

1.5 Manfaat Perancangan

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan *prototype* lengan robot 6 DOF yang mampu bergerak dengan aman dan mudah untuk dioperasikan.
2. Memberi pemahaman visual gerakan lengan robot yang memindahkan barang dari suatu tempat ke tempat lain yang sifatnya berulang-ulang.
3. Sebagai sarana pembelajaran lengan robot 6 DOF (*Degrees Of Freedom*) dengan cara merekam gerakan lengan robot dan pengendaliannya.
4. Dapat meningkatkan kreatifitas mahasiswa dan meningkatkan kompetensi dalam merancang lengan robot manipulator.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada tugas akhir ini terdiri dari enam bab bagian penulisan yaitu :

Bab 1 Pendahuluan. Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan perancangan, batasan masalah, manfaat perancangan.

Bab 2 Tinjauan Pustaka. Pada bab ini akan dibahas mengenai tinjauan pustaka dengan mengumpulkan informasi yang mendukung dan mendasari pada penulisan tugas akhir ini. Adapun sumber media yang digunakan yaitu buku-buku acuan, jurnal serta informasi yang diperoleh dari internet.

Bab 3 Perancangan Sistem. pada bab ini akan dibahas mengenai alur dari perancangan lengan robot yang dilakukan.

Bab 4 Hasil Perancangan dan Pembahasan. Pada bab ini akan dijelaskan mengenai proses pengujian dari komponen sistem dan pengujian keseluruhan sistem.

Bab 5 Penutup. Pada bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang diperoleh sesuai dengan tujuan penelitian. saran digunakan untuk menyampaikan permasalahan yang dimungkinkan untuk penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Saefullah, D. Immaniar, and R. A. Juliansah, "Sistem Kontrol Robot Pemindah Barang Menggunakan Aplikasi Android Berbasis Arduino Uno," *CCIT J.*, vol. 8, no. 2, pp. 45–56, 2015.
- [2] K. Dwitantlya, "LENGAN ROBOT DENGAN PENGGERAK MOTOR STEPPER DAN MOTOR SERVO," *LENGAN Robot DENGAN PENGGERAKMOTOR STEPPER DAN Mot. SERVO*, 2017.
- [3] D. U. 2 Yoel Anggun Wiratama Putra 1, "Perancangan Kontroler Lengan Robot Hastobot Menggunakan Android Dan Arduino Dengan Komunikasi Bluetooth," *J. Elektro*, vol. Vol. 8, No, pp. 61–70, 2015.
- [4] H. Saputra, "Rancang Bangun Sistem Kendali Motor Stepper Printer Canon BJC-S200SPx Untuk Prototipe Lengan Robot 5-DOF (Majabot)," *INKOM J. Informatics, Control Syst. Comput.*, vol. 4, no. 1, pp. 58–68, 2010.
- [5] H. Santoso, "arduino untuk pemula," *Pandu. Prakt.*, no. Juli, 2015.
- [6] A. Ikhwan and L. Anifah, "Pengembangan Trainer Mikrokontroler Atmega 16 Sebagai Media Pembelajaran Pada Standar Kompetensi Memprogram Peralatan Sistem Otomasi Elektronik Yang Berkaitan Dengan I/O Bantuan Mikroprosesor Dan Mikrokontroler Di Smkn 2 Lamongan," *J. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 06, no. 03, pp. 225–231, 2017.
- [7] "Skematik driver A4988. <https://www.pngdownload.id/png-oqv0rg/> . diakses tanggal 9 Juli 2020."
- [8] politeknik negri Surabaya, "www.ti.com/uln20803a," pp. 5–36, 2015.
- [9] R. Syam, "Analisis Kinematika dan Dinamika Mobile Manipulator pada Robot Penjinak Bom," no. November, pp. 1–9, 2008.
- [10] A. Octavianto, *Perancangan lengan robot*. 2018.

- [11] P. Coiffet and M. Chirouze, "An Introduction to Robot Technology," *An Introd. to Robot Technol.*, 1983, doi: 10.1007/978-94-011-6100-8.
- [12] "Servo motor. <http://elektronika-dasar.web.id/motor-servo/motor-servo/> ,. diakses tanggal 12 Juni 2020.,” p. 2020, 2020.
- [13] P. P. Kalatiku and Y. Y. Joeffie, "Pemograman Motor Stepper Menggunakan Bahasa Pemograman C," *mektek*, no. januari, 2011.
- [14] "Penyearah gelombang. <https://teknikelektronika.com/pengertian-rectifier-penyearah-gelombang-jenis-rectifier/> . 6 Juli 2020.,” p. 2020, 2020.
- [15] E. P. Sitohang *et al.*, "Rancang Bangun Catu Daya DC Menggunakan Mikrokontroler ATmega 8535," vol. 7, no. 2, pp. 135–142, 2018.
- [16] "Tegangan filter. <http://bagi-ilmu-elektronika.blogspot.com/2015/04/filter-kapasitor-pada-power-supply.html>. diakses 20 Juni 2020.,” p. 2020, 2020.
- [17] "Skematik penurun tegangan <https://www.amobbs.com/forum.php?mod=viewthread&action=printable&id=988175> . diakses tanggal 23 Juli 2020.,” p. 988175, 2020.
- [18] D. Sumantri, "Peningkatan Kinerja Mesin Rapid Prototyping Berbasis Fused Deposition Modelling," 2012.
- [19] "Printer, filament 3d. <https://www.tokopedia.com/voltapro49/sale-filamen-filament-pla-printer-3d-warna-kulit-skin> . diakses tanggal 9 Juli 2020.,” p. 2020, 2020.
- [20] Ramish, S. B. Hussain, and F. Kanwal, "Design of a 3 DoF robotic arm," *2016 6th Int. Conf. Innov. Comput. Technol. INTECH 2016*, no. August 2016, pp. 145–149, 2017, doi: 10.1109/INTECH.2016.7845007.
- [21] Chris-Annin, "software AR2, t. r. (2020, Agustus 20). <https://github.com/Chris-Annin/AR2> . Retrieved from <https://www.anninrobotics.com/>.,” 2020. .

- [22] R. Ahmad, S. G. Usep, M. P. Indarzah, "Rancang Bangun Pengatur Gerak Motor Stepper Untuk Peralatan Brakiterapi," *J. Perangkat Nukl.*, vol. 05, no. 02, pp. 117–121, 2011.
- [23] T. A. Zimmerman, "Metrics and Key Performance Indicators for Robotic Cybersecurity Performance Analysis," *Nistir 8177*, pp. 1–44, 2017, doi: 10.6028/NIST.IR.8177.
- [24] Y. Kimura, S. Oh, and Y. Hori, "Realization of Bi-articular Driven Robotic Arm with Planetary Gear Based on Disturbance Observer," no. 1.
- [25] M. Munadi, "Analisa Forward Kinematic Pada Simulator Arm Robot 5 Dof Yang Mengintegrasikan Mikrokontroler Arduino-Uno Dan Labview," *Rotasi*, vol. 15, no. 2, p. 37, 2013, doi: 10.14710/rotasi.15.2.37-43.
- [26] C. Kulpate, R. Paranjape, and M. Mehrandezh, "Precise 3D positioning of a robotic arm using a single camera and a flat mirror," *Int. J. Optomechatronics*, vol. 2, no. 3, pp. 205–232, 2008, doi: 10.1080/15599610802301243.

PENERBITAN DAN PENGHARGAAN

1. Jurnal

- a. Ramdani, M., Mujirudin, M., Dewanto, Y., Khir, M. H. M., & Ramza, H. (2020). Sistem Kontrol Lengan Robot Menggunakan Rekaman Gerakan. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, 2(1), 1-9.
- b. Ramdani, M., Sahrudin, S., Atisina, S., Ramdan, E., Heriyani, O., & Ramza, H. (2019). PENGEMBANGAN ROBOT PEMADAM API BERKAKI “UROITA-18”. *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 4(1), 83-94.
- c. Ramdani, M., Sahrudin, S., Octavianto, A., Mujirudin, M., & Ramza, H. (2018). Miniatur Ropeba (Robot Pemindah Barang) Ft-uhamka. *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 3(1), 67-78.
- d. Oktoricoento, J. S., Ramdani, M., Sahrudin, S., Fayakun, K., Ramza, H., & Maddu, A. (2018, December). Studi Efek Gangguan EMP (Elektromagnetic Pulse) pada Perangkat Elektronik. In *Prosiding Seminar Nasional Teknoka* (Vol. 3, pp. E1-E7).
- e. Ramza, H., Rosalina, R., Roza, E., Mujirudin, M., Ramdani, M., Atisina, S., ... & Sadriman, S. (2019). Analisa Penilaian Pengajaran Robotika di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Muhammadiyah 2, Serpong. *Fikiran Masyarakat*, 7(1), 1-10.
- f. Octavianto, A., Ramdani, M., Mujirudin, M., Ramza, H., & Dewanto, Y. (2018, December). Implementasi Komunikasi Wifi dalam Perancangan Lengan Robot. In *Prosiding Seminar Nasional Teknoka* (Vol. 3, pp. E18-E24).

2. Penghargaan

- a. Peserta Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI) 2018 Tingkat Regional II Yang Diselenggarakan Di Universitas Tarumanagara, Jakarta, 10 – 12 Mei 2018.
- b. Peserta Kontes Robot ABU Indonesia (KRAI) 2019 Tingkat Regional II Yang Diselenggarakan Di Institut Teknologi Nasional, Bandung, 2 – 4 Mei 2019 Dan Meraih Peringkat Ke II.
- c. Peserta Kontes Robot ABU Indonesia (KRAI) 2019 Tingkat Nasional Yang Diselenggarakan Di Universitas Dian Nuswantoro, Semarang, 20 - 23 Juni 2019.

