

# TUGAS AKHIR

## PERANCANGAN DAN PEMBUATAN END-EFFECTOR BESI PEMANAS UNTUK PENYOLDERAN TIMAH PADA LENGAN ROBOT 4 DERAJAT KEBEBASAN

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**DIMAS SETYO HADI**  
**1907230160**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2024**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Dimas Setyo Hadi

NPM : 1907230160

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : Perancangan Dan Pembuatan End-Effector Besi Pemanas  
Untuk Penyolderan Timah Pada Lengan Robot 4 Derajat Kebebasan

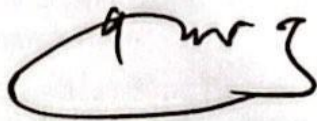
Bidang Ilmu : Konstruksi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai penelitian Tugas Akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 22 Mei 2024

Mengetahui dan menyetujui :

Dosen Penguji I



Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji II



Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji III



Khairul Umurani, S.T., M.T

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Chandra A Siregar, S.T., M.T

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Dimas Setyo Hadi  
Tempat /Tanggal Lahir : Kampung Pasir /17 November 1999  
NPM : 1907230160  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul :

**“ PERANCANGAN DAN PEMBUATAN END-EFFECTOR BESI PEMANAS UNTUK PENYOLDERAN TIMAH PADA LENGAN ROBOT 4 DERAJAT KEBEBASAN ”,**

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 3 Maret 2024

Saya yang menyatakan,



Dimas Setyo Hadi

## ABSTRAK

Proses penyolderan merupakan teknik yang digunakan untuk menggabungkan dua atau lebih benda dengan menggunakan bahan logam yang meleleh yang umumnya terbuat dari timah dan timbal untuk merakit komponen-komponen elektrikal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang, membuat serta menguji pergerakan end-effector besi pemanas pada lengan robot 4 derajat kebebasan untuk penyolderan. Perancangan end-effector dan lengan robot 4 derajat kebebasan untuk penyolderan dibuat menggunakan CAD Solidwork dengan membuat komponen-komponen lengan robot berupa base, base atas (upper base), link (lengan), end-effektor, dan cover servo. Komponen-komponen tersebut dibentuk dan disatukan hingga menjadi lengan robot. Lengan robot memiliki dimensi ukuran keseluruhan Panjang 85 mm, lebar 20 mm dan tingg 400 mm. Seluruh komponen lengan robot dirakit dan disatukan dengan servo dan end-effektor solder kemudian diprogram menggunakan mikrokontroller Arduino nano untuk menggerakkannya Hasil pengujian lengan robot mendapatkan 3. Diperoleh keandalan end-effector dan lengan robot 4 derajat kebebasan dalam melakukan penyolderan adalah sebesar 83,4% dimana dalam 18 kali penyolderan, terdapat 3 kali kegagalan penyolderan. Adapun rata-rata waktu penyolderan pada pengujian pertama adalah 12,23 detik dan pengujian kedua adalah 12,12 detik.

**Kata Kunci:** End-Effector, Robot Lengan, Penyolderan, SolidWork

## ABSTRACT

*The soldering process is a technique used to join two or more objects using molten metal, typically made of tin and lead, to assemble electrical components. The aim of this study is to design, develop, and test the movement of a heating iron end-effector on a 4-degree-of-freedom robotic arm for soldering. The design of the end-effector and the 4-degree-of-freedom robotic arm for soldering was created using CAD SolidWorks by making components of the robotic arm such as the base, upper base, link (arm), end-effector, and servo cover. These components were formed and assembled into a robotic arm. The robotic arm has overall dimensions of 85 mm in length, 20 mm in width, and 400 mm in height. All components of the robotic arm were assembled and integrated with the servo and soldering end-effector, then programmed using an Arduino Nano microcontroller to operate. The test results of the robotic arm showed that the reliability of the end-effector and the 4-degree-of-freedom robotic arm in performing soldering was 83.4%, with 3 failures out of 18 soldering attempts. The average soldering time in the first test was 12.23 seconds, and in the second test, it was 12.12 seconds.*

**Key Word** : End-Effector, Arm Robot, Soldering, SolidWork

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Perancangan Dan Pembuatan End-Effector Besi Pemanas Untuk Penyolderan Timah Pada Lengan Robot 4 Derajat Kebebasan” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Affandi S.T., M.T selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
5. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak / Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikan kepada penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

9. Kedua orang tua penulis yang telah banyak memberikan kasih sayang, nasehatnya, doanya, serta pengorbanan yang tidak dapat ternilai dengan apapun itu kepada penulis selaku anak yang di cintai dalam melakukan penulisan Tugas Akhir ini.
10. Seluruh rekan-rekan seperjuangan mahasiswa Program Studi Teknik Mesin khususnya kelas C-1 Pagi.
11. Para sahabat tercinta dan keluarga dirumah yang telah banyak membantu dan memberikan semangat kepada penulis dengan memberikan masukan-masukan yang bermanfaat selama proses perkuliahan maupun dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik Mesin.

Medan, 3 Maret 2024



Dimas Setyo Hadi

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iii</b>
<i>ABSTRACT</i>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Tujuan	2
1.5. Manfaat	2
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
2.1. Perancangan	4
2.1.1. Perancangan CAD	5
2.1.2. Perancangan Lengan Robot	6
2.2. Lengan Robot	8
2.2.1. Pengertian Lengan Robot	8
2.2.2. Perkembangan Lengan Robot	8
2.2.3. Konsep Dasar Lengan Robot	9
2.2.4. Prinsip Kerja Lengan Robot	10
2.2.5. Bagian-Bagian Lengan Robot	11
2.2.6. Fungsi Lengan Robot	13
2.2.7. Derajat Kebebasan	13
2.3. Solder	14
2.3.1. Pengertian Penyolderan	14
2.3.2. Fungsi Penyolderan	16
2.3.3. Jenis Penyolderan	16
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	<b>20</b>
3.1. Tempat dan Waktu	20
3.1.1. Tempat	20
3.1.2. Waktu	20
3.2. Alat dan Bahan	21



3.2.1. Alat	21
3.2.2. Bahan	26
3.3. Bagan Alir Penelitian	29
3.4. Rancangan Alat Penelitian	30
3.5. Prosedur Penelitian	30
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>32</b>
4.1. Hasil Rancangan Lengan Robot	32
4.1.1. Rancangan Base	32
4.1.2. Rancangan Base Atas	33
4.1.3. Rancangan Link (Lengan)	34
4.1.4. Rancangan End-Effektor	35
4.1.5. Rancangan Cover Servo	36
4.2. Hasil Pembuatan Lengan Robot	36
4.2.1. Base	36
4.2.2. Base Atas	38
4.2.3. Link (Lengan)	38
4.2.4. End-Effektor	40
4.2.5. Cover Servo	42
4.2.6. Lengan Robot	43
4.3. Hasil Pengujian Lengan Robot	44
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>50</b>
5.1. Kesimplan	50
5.2. Saran	50
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>51</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lengan Robot	8
Gambar 2.2 Lengan Robot Pada Pabrik	15
Gambar 2.3 Penyolderan	14
Gambar 2.4 Robot Solder	17
Gambar 3.1 Laptop	22
Gambar 3.2 Solidwork	22
Gambar 3.3 3d Printer	23
Gambar 3.4 Arduino Ide	23
Gambar 3.5 Matlab	24
Gambar 3.11 3d Filamen	25
Gambar 3.12 Motor Servo	25
Gambar 3.13 Arduino Nano	26
Gambar 3.14 Motor Stepper	26
Gambar 3.15 Timah	27
Gambar 3.16 Solder	27
Gambar 3.17 Bagan Air Penelitian	28
Gambar 3.18 Rancangan Alat Penelitian	29
Gambar 3.14 Lingkaran Dasar Base	30
Gambar 3.15 Extruded Lingkaran Dasar Base	30
Gambar 3.16 Menggambar Sketsa motor servo	31
Gambar 3.17 Extruded cut lubang motor servo	31
Gambar 3.18 sketsa Dinding Base	31
Gambar 3.19 extruded dinding base	32
Gambar 3.20 hasil akhir desain base lengan robot	32
Gambar 3.21 Lubang Motor Servo Base	32
Gambar 3.22 Sektsa Dasar Upper Base	33
Gambar 3.23 Dasar Upper Base	33
Gambar 3.24 Sketsa Dinding Upper Base	33
Gambar 3.25 Dinding Hasil Extruded	34

Gambar 3.26 Sketsa joint Pada Upper Base	34
Gambar 3.27 Dinding bagian kiri Upper Base	35
Gambar 3.28 Sketsa lubang lock Pada Dinding Upper Base	35
Gambar 3.29 Extruded Pada Dinding Upper Base	35
Gambar 3.30 Sketsa Untuk dinding kanan Upper Base	36
Gambar 3.31 Extruded dinding kanan Servo Horn	36
Gambar 3.32 Lubang Servo Horn Pada Upper Base	36
Gambar 3.33 Hasil extruded dinding kanan Upper Base	37
Gambar 3.34 Sketsa joint dinding kanan	37
Gambar 3.35 Extruded joint dinding kanan	38
Gambar 3.36 sketsa lubang servo horn pada upper base	38
Gambar 3.37 desain akhir upper base	38
Gambar 3.38 sketsa dasar link	39
Gambar 3.39 Extruded desain Link	39
Gambar 3.40 desain potongan joint link	39
Gambar 3.41 hasil extruded potongan joint link	40
Gambar 3.42 desain sketsa potongan joint	40
Gambar 3.43 Hasil Extruded Pada Link	40
Gambar 3.44 Sketsa potongan motor servo pada Link	41
Gambar 3.45 Extruded bagian dalam link	41
Gambar 3.46 Sketsa lubang Bulatan Lock	41
Gambar 3.47 Extruded cut lubang Bulatan Lock	42
Gambar 3.48 Bulatan Lock Link	42
Gambar 3.49 bulatan lock pada link	42
Gambar 3.50 Lubang Bantuan Servo Horn Pada Link	43
Gambar 3.51 Extruded Lubang Bantuan Servo Horn Pada Link	43
Gambar 3.52 Sketsa end-effector	43
Gambar 3.53 Extruded end-effector	44
Gambar 3.54 Hasil Extruded pembuatan end-effector	44
Gambar 3.55 sketsa bagian penahan besi pemanas	44
Gambar 3.56 penahan besi pemanas End-Effector	45

Gambar 3.57 penahan stepper timah	45
Gambar 3.58 hasil penahan stepper timah	45
Gambar 3.59 Extruded Bagian Dasar End-Effector	46
Gambar 3.60 Hasil Extruded Dasar dinding End-Effector	46
Gambar 3.61 hasil akhir end-effector besi pemana	47
Gambar 3.62 bagian penutup End-Effector	47
Gambar 3.63 hasil extruded bagian penutup End-Effector	47
Gambar 3.64 extruded penahan atas pada penutup End-Effector	48
Gambar 3.65 desain akhir penutup end-effector	48
Gambar 4.1 Rancangan Base	50
Gambar 4.2 Rancangan Base Atas	51
Gambar 4.3 Rancangan Link (Lengan)	52
Gambar 4.4 Rancangan End-Effektor	53
Gambar 4.5 Rancangan Tutup End-Effektor	53
Gambar 4.7 Base	54
Gambar 4.8 Perakitan Base	55
Gambar 4.9 Base Atas	55
Gambar 4.10 Perakitan Base Atas	56
Gambar 4.11 Link (Lengan)	57
Gambar 4.12 Perakitan Link (Lengan)	58
Gambar 4.13 End-Effektor	58
Gambar 4.14 Cover End-Effektor	59
Gambar 4.15 Perakitan End-Effektor	59
Gambar 4.16 Cover Servo	60
Gambar 4.17 Lengan Robot Solder	61

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan	21
Tabel 4.1 Hasil Sudut Joint	62
Tabel 4.1 Pengujian Solder Pertama	62
Tabel 4.2 Pengujian Solder Kedua	63
Tabel 4.3 Waktu Pengujian	64

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Penyolderan adalah proses penggunaan solder untuk menghubungkan dua komponen elektronik yang berbeda. Solder adalah bahan yang digunakan untuk menghubungkan dua komponen elektronik yang berbeda, seperti kaki-kaki komponen, sehingga dapat berfungsi sebagai satu sistem elektronik yang lengkap. Proses penyolderan dilakukan dengan cara memegang solder dengan satu tangan dan memegang komponen dengan tangan yang lain, kemudian solder didekatkan ke kaki komponen dan tunggu selama 2-3 detik hingga timah mengeras. Penyolderan sangat penting dalam industri elektronik karena memungkinkan penghubungan antara komponen-komponen elektronik yang berbeda, sehingga dapat membentuk sistem elektronik yang lengkap dan berfungsi dengan baik. Penyolderan juga memungkinkan penggunaan komponen-komponen elektronik yang berbeda, seperti resistor, kapasitor, dan IC, sehingga dapat membentuk sistem elektronik yang lebih kompleks dan berfungsi dengan baik (Agustin et al., 2024).

End-effector adalah perangkat yang melekat pada pergelangan lengan robot sehingga memungkinkan robot untuk melakukan tugas tertentu. Dalam robotika, end-effector dirancang untuk berinteraksi dengan lingkungan. Pada lengan robot, end-effector penyolderan merupakan bagian dari sistem yang digunakan untuk memegang soldering iron dan mengontrolnya selama proses penyolderan. End-effector ini biasanya dirancang untuk memastikan bahwa soldering iron dapat dengan tepat ditempatkan dan diarahkan ke sambungan yang akan disolder. Lengan robot ini mampu memberikan presisi dan konsistensi dalam penyolderan dan mengurangi potensi human error, tetapi masih terdapat tantangan dalam merancang end-effector yang sesuai (Ma et al., 2018).

End-effector ini bertanggung jawab untuk memegang dan menyolder komponen elektronik pada papan sirkuit dengan presisi tinggi. Salah satu masalah utama yang dihadapi dalam merancang end-effector besi pemanas adalah penyesuaian dengan lingkungan kerja yang memerlukan toleransi suhu tinggi.

Pemilihan bahan yang tepat dan desain yang efisien menjadi tantangan, karena end-effector harus mampu menjaga suhu yang optimal untuk penyolderan timah tanpa mengorbankan kekuatan mekanisnya. Selain itu, end-effector juga harus dirancang agar kompatibel dengan sistem lengan robot 4 derajat kebebasan, sehingga memungkinkan manipulasi dan penetrasi yang tepat saat melakukan proses penyolderan. Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian mengambil judul tugas akhir **“Perancangan Dan Pembuatan End-Effector Besi Pemanas Untuk Penyolderan Timah Pada Lengan Robot 4 Derajat Kebebasan”**. End-effector ini akan dirancang dengan mempertimbangkan aspek kekuatan bahan tanpa mengorbankan kekuatan mekanismenya. Dengan demikian, diharapkan end-effector yang dikembangkan dapat mengurangi potensi human error dalam proses penyolderan dan meningkatkan efisiensi serta kualitas produksi secara keseluruhan.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah

1. Bagaimana merancang dan membangun end-effektor besi pemanas untuk penyolderan timah pada lengan robot 4 derajat kebebasan
2. Bagaimana kualitas penyolderan end-effektor besi pemanas pada lengan robot 4 derajat kebebasan

## **1.3. Ruang Lingkup**

Penelitian ini difokuskan pada perancangan dan pembuatan end-effektor untuk penyolderan timah dan lengan robot 4 derajat kebebasan dengan menggunakan motor servo sebagai aktuator, mikrokontroler Arduino nano dan end-effektor menggunakan soldering iron.

## **1.4. Tujuan**

Penelitian ini bertujuan sebagai berikut :

1. Merancang dan membangun end-effektor besi pemanas untuk penyolderan timah pada lengan robot 4 derajat kebebasan
2. Menguji kualitas penyolderan end-effektor besi pemanas untuk penyolderan timah pada lengan robot 4 derajat kebebasan

## **1.5. Manfaat**

Manfaat dari perancangan dan pembuatan lengan robot adalah sebagai berikut:

1. Bagi Mahasiswa
  - a. Menambah ilmu pengetahuan khususnya pada lengan robot.
  - b. Mampu merancang, membangun dan menguji lengan robot untuk aplikasi penyolderan.
2. Bagi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
  - a. Sebagai bahan kajian tentang lengan robot di Program Studi Teknik Mesin
  - b. Merupakan alat yang dapat dikembangkan di kemudian hari sehingga menghasilkan lengan robot yang lebih baik
3. Bagi Masyarakat
  - a. Memberikan kontribusi pada perkembangan lengan robot
  - b. Memberikan landasan perkembangan khususnya lengan robot untuk aplikasi penyolderan



## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Perancangan**

Perancangan adalah sebuah proses sistematis yang memungkinkan seseorang atau sebuah tim untuk mengembangkan ide, konsep, atau rencana untuk mencapai tujuan yang ditentukan. Ini merupakan tahap awal dari proses pembuatan, pengembangan atau implementasi suatu produk, proyek, atau sistem. Perancangan sangat penting karena membantu mengarahkan langkah-langkah selanjutnya dalam menciptakan sesuatu sesuai dengan kebutuhan atau tujuan yang ditetapkan. Perancangan yang baik adalah kunci untuk menciptakan solusi yang efektif, efisien, dan berkelanjutan.

Selama proses perancangan, perancang juga harus mempertimbangkan berbagai faktor, termasuk keberlanjutan, keamanan, dan kelayakan ekonomi. Hal ini memastikan bahwa produk atau proyek yang dirancang tidak hanya efektif dalam memenuhi kebutuhan pengguna, tetapi juga berkelanjutan dan aman untuk digunakan atau diimplementasikan dalam jangka panjang. Keberlanjutan menjadi semakin penting dalam perancangan modern, dengan perhatian yang meningkat terhadap isu-isu lingkungan dan sosial.

Selain itu, perancangan sering melibatkan iterasi dan pengujian untuk memvalidasi konsep-konsep dan memperbaiki desain. Ini dapat melibatkan penggunaan prototipe untuk menguji fungsionalitas atau kegunaan produk sebelum produksi massal atau implementasi penuh. Pengujian ini membantu memastikan bahwa desain memenuhi standar kualitas yang ditetapkan dan dapat memberikan nilai tambah yang diinginkan kepada pengguna atau pemangku kepentingan. Iterasi juga memungkinkan perbaikan terus-menerus berdasarkan umpan balik dari pengguna dan pengalaman praktis.

Secara keseluruhan, perancangan adalah proses yang sangat penting dalam pembuatan produk atau proyek yang sukses. Dengan mengikuti pendekatan yang sistematis dan berorientasi pada pengguna, perancang dapat menciptakan solusi yang inovatif, efektif, dan sesuai dengan kebutuhan atau tujuan yang ditetapkan.

Oleh karena itu, perancangan merupakan langkah awal yang kritis dalam menciptakan sesuatu yang bermanfaat dan bernilai bagi masyarakat. Dengan menggunakan kreativitas, analisis yang mendalam, dan kolaborasi, perancangan dapat menghasilkan solusi yang mengubah dunia dan memenuhi kebutuhan masa depan (Firman, 2014).

### **2.1.1. Perancangan menggunakan CAD**

Perancangan CAD (Computer-Aided Design) adalah proses merancang produk atau sistem menggunakan perangkat lunak komputer untuk membuat model digital yang akurat. Ini mencakup penggunaan perangkat lunak CAD untuk membuat, memodifikasi, menganalisis, dan mendokumentasikan desain dalam berbagai bidang, termasuk teknik sipil, mekanikal, arsitektur, elektronik, dan lainnya.

Perancangan CAD (Computer-Aided Design) telah menjadi elemen tak terpisahkan dalam proses pengembangan produk modern di berbagai industri. Teknologi ini telah mengubah cara kita merancang, menggantikan metode tradisional seperti gambar tangan dengan pendekatan yang lebih efisien dan fleksibel. Sejak diperkenalkannya perangkat lunak CAD pada tahun 1960-an, perkembangannya telah melampaui sekadar alat bantu desain menjadi sebuah fondasi yang mendukung seluruh siklus hidup produk, mulai dari konsepsi hingga produksi. Keunggulan perancangan CAD terletak pada kemampuannya untuk menciptakan model digital yang akurat dan dapat dimodifikasi dengan mudah, memungkinkan para desainer dan insinyur untuk mengeksplorasi berbagai konsep desain dan melakukan analisis kinerja sebelum melakukan produksi fisik. Seiring dengan kemajuan teknologi komputer dan perangkat lunak, perancangan CAD terus berkembang, menghadirkan fitur-fitur baru yang memperluas kemampuannya dalam memenuhi tuntutan desain yang semakin kompleks dan inovatif (Izzati & Rizki, 2017).

Adapun Beberapa keuntungan dari perancangan CAD termasuk:

1. Akurasi: Model digital yang dihasilkan oleh perangkat lunak CAD sangat akurat, memungkinkan untuk perencanaan yang lebih baik dan hasil yang lebih konsisten.

2. Efisiensi: Perangkat lunak CAD memungkinkan para desainer untuk bekerja lebih cepat dan efisien daripada menggunakan metode tradisional seperti gambar tangan.
3. Fleksibilitas: Desain dalam perangkat lunak CAD dapat dengan mudah dimodifikasi dan disesuaikan sesuai kebutuhan, tanpa perlu membuat ulang dari awal.
4. Kolaborasi: Perangkat lunak CAD sering dilengkapi dengan fitur kolaborasi yang memungkinkan anggota tim untuk berbagi dan mengomentari desain secara real-time, meningkatkan komunikasi dan kerja sama.
5. Analisis: Perangkat lunak CAD memungkinkan untuk melakukan berbagai jenis analisis, seperti analisis tegangan, aliran fluida, dan dinamika struktur, untuk memastikan kinerja yang optimal dari desain.

Dengan menggunakan perangkat lunak CAD, para profesional dapat meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kualitas desain mereka, serta mengurangi biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk mengembangkan produk atau sistem baru.

### **2.1.2. Perancangan End-Effector**

Perancangan end-effector dalam aplikasi lengan robot memerlukan pendekatan yang holistik untuk memastikan kinerja yang optimal dalam proses produksi. pentingnya desain end-effector yang ergonomis dan sesuai dengan lengan robot yang akan menjadi penopang utama end-effector. Penggunaan desain yang memperhitungkan faktor-faktor ergonomis, seperti berat end-effector, bentuk, dan penggunaan material yang sesuai. Adapun faktor utama yang perlu diperhatikan dalam merencanakan end-effector adalah:

1. Pemahaman Kebutuhan Aplikasi:

Langkah pertama dalam perencanaan end-effector adalah memahami kebutuhan spesifik aplikasi yang akan dilakukan. Ini melibatkan identifikasi jenis komponen dan spesifikasi teknis.

2. Analisis Lingkungan Kerja:

Sebelum merancang end-effector, penting untuk melakukan analisis terhadap lingkungan kerja di mana lengan robot akan digunakan. Hal ini mencakup pemahaman terhadap batasan-batasan ruang kerja, risiko keselamatan, dan persyaratan ergonomi.

### 3. Material:

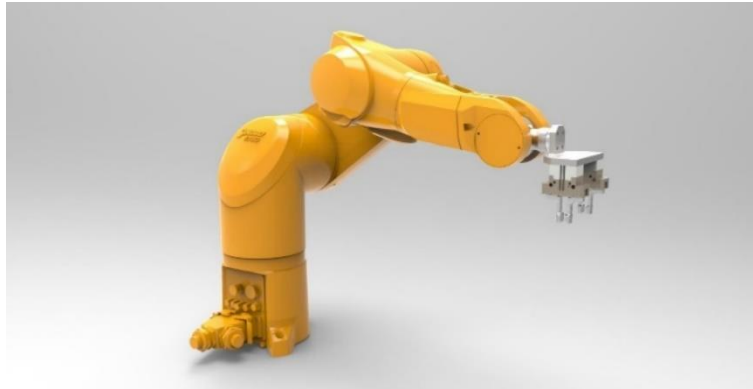
Berdasarkan pemahaman yang telah diperoleh, perancangan end-effector dimulai dengan membuat desain konseptual dan memilih material pembuat yang sesuai. Desain ini mencakup konfigurasi umum end-effector, mekanisme pengikat, serta konsep kontrol dan pengaturan suhu.

### **2.1.3. Perancangan Lengan Robot**

Perancangan lengan robot merupakan proses yang kompleks dan menarik yang melibatkan pengembangan struktur, mekanisme, dan kontrol sistem yang diperlukan untuk menghasilkan robot lengan yang efektif. Robot lengan memiliki berbagai aplikasi, mulai dari manufaktur otomatis hingga penelitian di laboratorium medis, sehingga perancangan yang tepat sangat penting untuk memastikan kinerja yang optimal dalam berbagai situasi (Harpad et al., 2020).

Perancangan dimulai dengan mengembangkan konsep desain. Ini melibatkan pemilihan struktur lengan, aktuator (penggerak), sensor, dan sistem kontrol yang sesuai dengan kebutuhan yang ditetapkan. Berbagai faktor seperti kekuatan, kecepatan, akurasi, dan fleksibilitas harus dipertimbangkan dalam pemilihan komponen dan material.

Struktur lengan robot dapat berupa berbagai bentuk dan konfigurasi, termasuk lengan serial (serial arm), lengan paralel (parallel arm), atau kombinasi dari keduanya. Pemilihan struktur tergantung pada aplikasi dan kebutuhan khusus dari robot tersebut. Misalnya, lengan serial biasanya lebih fleksibel dan dapat diadaptasi untuk berbagai tugas, sedangkan lengan paralel biasanya lebih stabil dan cocok untuk aplikasi yang membutuhkan kecepatan dan akurasi tinggi.



Gambar 2.1 Lengan Robot

Selain struktur, pemilihan aktuator juga sangat penting dalam perancangan lengan robot. Aktuator adalah komponen yang menggerakkan lengan dan menentukan kemampuan robot untuk mengangkat atau memindahkan beban. Berbagai jenis aktuator tersedia, termasuk motor listrik, silinder hidrolik, dan silinder pneumatik. Pemilihan aktuator harus memperhitungkan kekuatan, kecepatan, dan akurasi gerakan yang diperlukan, serta ketersediaan daya dan ukuran fisik.

Selain komponen fisik, perancangan lengan robot juga melibatkan pengembangan sistem kontrol yang tepat. Sistem kontrol mengatur gerakan lengan dan memastikan bahwa robot dapat melakukan tugasnya dengan efisien dan akurat. Ini melibatkan pemrograman perangkat lunak untuk mengatur perilaku robot, termasuk perencanaan gerakan, pengendalian posisi, dan interaksi dengan lingkungan

## **2.2. Lengan Robot**

### **2.2.1. Pengertian Lengan Robot**

Robot manipulator adalah jenis robot yang terdiri dari sebuah lengan saja, dengan aktuator berupa motor yang menggerakkan seluruh bagian robot tersebut. Robot ini populer dan sering digunakan dalam industri, terutama dalam bagian pengepakan suatu pabrik. Selain dapat menghemat waktu, penggunaan robot manipulator juga menghasilkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan

pekerjaan manusia. Lengan robot pada sistem ini digunakan untuk mengambil dan memindahkan benda, terutama pada industri yang memerlukan ketepatan dan pekerjaan berulang-ulang. Namun, grip pada lengan robot hanya dapat menjepit benda yang mempunyai 2 sisi yang rata dan memenuhi persyaratan berat yang dapat diangkat (Hammad Zaki et al., 2019)

### **2.2.2. Perkembangan Lengan Robot**

Perkembangan lengan robot telah mengalami evolusi yang signifikan seiring dengan kemajuan teknologi, komputasi, dan mekatronika. Lengan robot awalnya dirancang untuk melakukan tugas-tugas yang berulang dan berat di lingkungan industri. Namun, seiring berjalannya waktu, perkembangan dalam bidang ini telah mengarah pada penciptaan lengan robot yang lebih canggih, fleksibel, dan adaptif, yang digunakan dalam berbagai aplikasi termasuk manufaktur, layanan kesehatan, eksplorasi luar angkasa, dan banyak lagi (Djaya Siswaja, 2008).

Salah satu perkembangan terpenting dalam lengan robot adalah peningkatan dalam kecerdasan buatan dan kemampuan sensorik. Awalnya, lengan robot hanya dapat melakukan tugas-tugas yang telah diprogram dengan cermat, tetapi sekarang, lengan robot dilengkapi dengan sistem sensor yang dapat mendeteksi dan merespons perubahan dalam lingkungan sekitarnya. Hal ini memungkinkan lengan robot untuk berinteraksi dengan lingkungan secara lebih dinamis dan melakukan tugas-tugas yang lebih kompleks.

Selain itu, perkembangan dalam bidang kecerdasan buatan telah memungkinkan pengembangan sistem kendali yang lebih canggih untuk lengan robot. Sistem-sistem ini dapat belajar dari pengalaman, beradaptasi dengan situasi baru, dan mengoptimalkan kinerja mereka seiring waktu. Ini membuat lengan robot menjadi lebih efisien, akurat, dan responsif terhadap perintah dari pengguna.

Perkembangan dalam material dan teknologi manufaktur juga telah memainkan peran penting dalam evolusi lengan robot. Material-material baru yang lebih ringan, lebih kuat, dan lebih fleksibel memungkinkan desain lengan yang lebih ringkas dan efisien. Teknologi fabrikasi digital, seperti pencetakan 3D, telah

memungkinkan pembuatan komponen lengan dengan kompleksitas yang lebih tinggi dan biaya yang lebih rendah.

Selain itu, perkembangan dalam teknologi aktuator dan motor telah memungkinkan lengan robot untuk melakukan gerakan yang lebih halus, lebih presisi, dan lebih kuat. Aktuator elektromekanis yang canggih, seperti servo motor dan motor linear, memberikan kontrol gerak yang tinggi dan respon yang cepat, memungkinkan lengan robot untuk menangani berbagai tugas dengan lebih efektif.

Perkembangan dalam bidang robotika kognitif juga telah membuka pintu untuk pengembangan lengan robot yang dapat berinteraksi secara lebih kompleks dengan lingkungan dan manusia. Robot kognitif dilengkapi dengan kemampuan untuk memahami perintah verbal, mengenali wajah, dan berkomunikasi dengan pengguna dengan cara yang lebih intuitif. Ini membuat lengan robot menjadi lebih mudah digunakan dan lebih dapat diintegrasikan ke dalam lingkungan kerja yang ada (Jatmiko et al., 2012).

Secara keseluruhan, perkembangan lengan robot telah menghasilkan sistem yang lebih fleksibel, adaptif, dan berkinerja tinggi, yang dapat digunakan dalam berbagai aplikasi untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan kualitas dalam berbagai industri dan sektor. Dengan terus berlanjutnya inovasi dan penelitian dalam bidang ini, diharapkan bahwa lengan robot akan terus menjadi bagian integral dari kehidupan manusia di masa depan, membantu kita menangani tugas-tugas yang semakin kompleks dan menantang.

### **2.2.3. Konsep Dasar Lengan Robot**

Konsep dasar dari lengan robot adalah menciptakan struktur mekanis yang dapat meniru gerakan lengan manusia dengan tingkat kepresisian yang tinggi. Lengan robot dirancang untuk melakukan berbagai tugas, mulai dari manipulasi benda-benda di lingkungan kerja hingga berinteraksi dengan lingkungan secara lebih kompleks, seperti dalam bidang pelayanan kesehatan atau industri manufaktur. Konsep dasar ini memerlukan kombinasi antara mekanika, elektronika, dan pengendalian untuk menciptakan lengan yang dapat bergerak secara akurat dan efisien.

Salah satu komponen utama dalam konsep dasar lengan robot adalah sendi-sendi. Sendi-sendi ini berfungsi sebagai sambungan antara bagian-bagian lengan yang memungkinkan gerakan. Sendi-sendi pada lengan robot bisa bervariasi tergantung pada kompleksitasnya, mulai dari sendi-sendi sederhana dengan satu derajat kebebasan hingga sendi-sendi kompleks dengan beberapa derajat kebebasan yang memungkinkan gerakan dalam tiga dimensi (Achmad et al., 2008).

Selain sendi-sendi, lengan robot juga dilengkapi dengan aktuator. Aktuator adalah perangkat yang menggerakkan sendi-sendi untuk menciptakan gerakan. Berbagai jenis aktuator digunakan dalam lengan robot, termasuk motor listrik, silinder hidrolik, atau silinder pneumatik. Pemilihan jenis aktuator tergantung pada kebutuhan tugas dan lingkungan kerja yang diantisipasi (Arifin, 2017).

Kendali juga merupakan aspek penting dalam konsep dasar lengan robot. Sistem kendali mengatur gerakan lengan sesuai dengan perintah yang diberikan oleh pengguna atau sistem pengendalian otomatis. Sistem kendali ini dapat menggunakan berbagai metode, termasuk kendali PID (Proporsional-Integral-Derivative), kendali berbasis model, atau teknik kendali adaptif. Tujuan dari sistem kendali adalah untuk menghasilkan gerakan yang presisi dan responsif sesuai dengan kebutuhan aplikasi (Sitompul & Sodri, 2020).

#### **2.2.4. Prinsip Kerja Lengan Robot**

Robot lengan seperti gambar 2.2 merupakan robot yang pada umumnya digunakan di dunia industri, mereka diprogram untuk bekerja melakukan hal yang sama dalam wilayah lingkungan yang terkendali dengan mengingat setiap urutan kode gerakan yang diprogram padanya sehingga mampu melakukan gerakan secara terus menerus berulang kali. Untuk pekerjaan yang terlampau berat, sumber gerakan tiap sambungan robot biasanya menggunakan teknik hidrolik atau pneumatik yang di mana hidrolik bekerja menggunakan fluida cair sedangkan pneumatik bekerja dengan menggunakan gas atau udara, namun pada pekerjaan yang tergolong ringan, sumber gerakan tiap sambungannya bekerja dengan menggunakan motor listrik. Di samping itu robot lengan juga memiliki beberapa sensor yang dapat membuatnya bergerak dan bekerja lebih presisi, dan efisien. Rata-rata robot lengan pada industri bekerja di jalur perakitan mobil maupun barang



produksi lainnya, mereka bekerja seperti mengebor, mengelas, mengecat, menyatukan produk atau mencetak produk hingga melakukan pengemasan (Ingole, 2021).



Gambar 2.2 Lengan Robot Pada Pabrik

#### **2.2.5. Bagian-Bagian Lengan Robot**

Adapun bagian-bagian manipulator lengan robot yaitu sebagai berikut:

##### **1. Mekanikal tangan (Mechanical Arm).**

Konstruksi-konstruksi pada lengan robot merupakan hal yang sangat penting, karena dibentuk sesuai dengan kebutuhan robot dan pengendalinya. Konstruksi ini merupakan bagian utama dari lengan robot dan harus dirancang dengan cermat untuk memastikan robot dapat bergerak dengan lancar dan sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Hal ini sangat penting untuk memastikan kinerja robot yang optimal dan dapat berfungsi dengan baik pada tugas yang diberikan.

##### **2. End Effector**

End-Effector merupakan komponen pada lengan robot yang berfungsi untuk memegang atau memindahkan objek tertentu. Beberapa jenis End-Effector meliputi Gripper dan Tools. Namun, pada Laporan Akhir ini, digunakan jenis Gripper sebagai End-Effector pada robot. Gripper berfungsi untuk mencekam objek dengan kuat dan dapat mengangkatnya dengan aman tanpa menyebabkan kerusakan. Penggunaan Gripper sebagai

End-Effector pada robot sangat penting untuk menjamin keberhasilan dalam menjalankan tugas yang diberikan.

### 3. Penggerak (Actuator)

Istilah yang digunakan untuk menggerakkan lengan robot adalah aktuator. Aktuator dapat berupa sistem hidrolik dan pneumatik yang digunakan untuk mengontrol persendian prismatic, karena dapat menghasilkan gerakan linier secara langsung (disebut juga sebagai penggerak linier), atau aktuator motor listrik yang menghasilkan gerakan rotasi. Penggunaan aktuator sangat penting dalam menggerakkan lengan robot, sehingga gerakan robot dapat dilakukan dengan akurat dan sesuai dengan tujuan yang diinginkan.

### 4. Sensor / Transducer

Sensor digunakan pada manipulator untuk memungkinkannya berinteraksi dengan lingkungan kerjanya. Selain itu, sensor juga digunakan sebagai masukan umpan balik pada proses pengendalian manipulator. Dengan bantuan sensor, manipulator dapat merespons perubahan lingkungan kerja dan dapat menyesuaikan gerakannya dengan akurat. Hal ini sangat penting untuk memastikan manipulator dapat berfungsi dengan baik dan dapat menyelesaikan tugas yang diberikan dengan tepat.

### 5. Pengendali (Controller)

Pengendali merupakan sebuah mekanisme, baik dalam bentuk perangkat keras maupun perangkat lunak, yang digunakan untuk mengontrol seluruh gerakan atau proses yang dilakukan oleh manipulator. Fungsi pengontrol sangat penting dalam mengatur gerakan manipulator dan memastikan manipulator dapat bergerak dengan akurat sesuai dengan tugas yang diberikan. Dengan bantuan pengendali, manipulator dapat diatur dan dikontrol dengan mudah oleh pengguna, sehingga dapat memaksimalkan kinerja manipulator dalam menjalankan pekerjaannya

## **2.2.6. Fungsi Lengan Robot**

Robot digunakan secara meluas di sektor manufaktur untuk melaksanakan berbagai tugas seperti pengelasan, pemotongan, perakitan, dan penanganan

material. Penggunaan robot ini dapat meningkatkan efisiensi, kualitas, dan kecepatan produksi (Garnier et al., 2017). Meskipun robot dibuat dengan tujuan yang berbeda-beda, namun secara umum robot diciptakan untuk mempermudah pekerjaan manusia. Robot memiliki berbagai macam fungsi yaitu sebagai berikut:

1. Industri

Robot digunakan untuk mengotomatiskan proses produksi, pengelasan, perakitan, dan pengemasan. Penggunaan robot di industri dinilai lebih baik karena bisa melakukan pekerjaan berat yang tidak bisa dilakukan manusia.

2. Kedokteran

Paramedis dan dokter menggunakan robot untuk merawat pasien. Selama ini, robot yang diproduksi sebagian besar adalah robot bedah karena dapat membantu dokter mencapai presisi dalam operasi.

3. Serving

Robot dirancang untuk melayani orang atau mengambil alih beberapa tugas yang dilakukan orang setiap hari.

4. Toy atau Pet

Robot digunakan sebagai mainan atau hewan peliharaan.

5. Pendidikan (Education)

Robot yang tujuannya untuk memfasilitasi pembelajaran fungsi dasar dan mekanisme pengoperasian robot. Robot semacam itu juga mendorong orang untuk lebih terlibat dalam pengembangan robot di masa depan

### **2.2.7. Derajat Kebebasan**

Derajat kebebasan (degree of freedom) dalam robotika mengacu pada jumlah gerakan independen yang dapat dilakukan oleh robot atau komponen robot tertentu. Setiap derajat kebebasan memungkinkan robot atau komponennya untuk bergerak dalam arah tertentu atau melakukan rotasi sekitar sumbu tertentu. Semakin banyak derajat kebebasan yang dimiliki oleh robot, semakin besar fleksibilitas dan kompleksitas kemampuan gerakannya (Anwar et al., 2021). Sebagai contoh, dalam konteks lengan robot, setiap sendi yang dapat bergerak secara independen akan menambahkan satu derajat kebebasan. Sebuah lengan robot dengan tiga sendi dapat memiliki tiga derajat kebebasan yang masing-masing mewakili gerakan dalam tiga

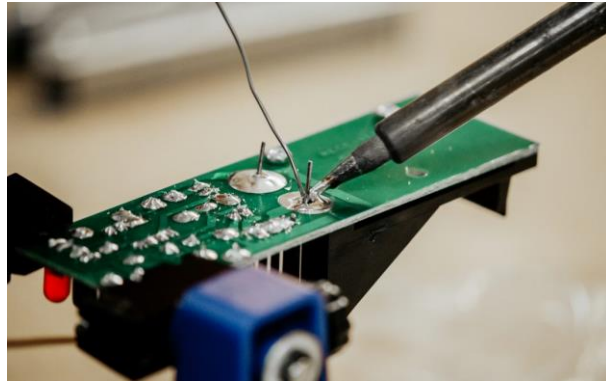
dimensi yang berbeda. Selain sendi, komponen lain seperti mekanisme gripper atau pergelangan tangan juga dapat memberikan derajat kebebasan tambahan. Derajat kebebasan ini memiliki peran penting dalam menentukan kemampuan kinematik dan fungsionalitas robot. Semakin banyak derajat kebebasan yang dimiliki, semakin kompleks tugas yang dapat dilakukan oleh robot, seperti mencapai titik-titik dalam ruang tiga dimensi, menghadapi rintangan, atau melakukan manipulasi objek dengan tingkat presisi yang tinggi. Dalam pengembangan dan analisis robot, perhitungan dan pengaturan derajat kebebasan merupakan aspek yang krusial yang mempengaruhi desain dan kinerja keseluruhan robot (Craig, 2005).

## **2.3. Solder**

### **2.3.1. Pengertian Penyolderan**

Solder adalah komponen penting dari proses perakitan elektronik. Seiring meningkatnya jumlah perangkat pintar dan elektronik konsumen, permintaan akan komponen solder berkualitas tinggi juga meningkat. Peningkatan permintaan ini membebani produsen untuk menemukan mode produksi yang lebih efisien. Seorang perakit akan mempertimbangkan untuk menggunakan penyolderan robot jika tidak mungkin atau tidak dapat diandalkan untuk menggunakan penyolderan massal (solder gelombang atau pasta solder) dan di mana penyolderan manusia terlalu tidak dapat diandalkan atau terlalu mahal. Mungkin ada contoh di mana cacat terjadi sering dengan teknik reflow massal atau dengan penyolderan tangan manusia yang perlu dihilangkan. Bisa juga bahwa komponen yang sedang dirakit sensitif terhadap panas dan mengharuskan hanya area sambungan yang terkena panas dan bukan keseluruhan komponen.

Aplikasi lain yang mungkin adalah penambahan komponen besar yang membuat profil reflow massal juga sulit atau terlalu lambat. Mereka yang berada di depan kurva sedang mencari lebih banyak cara untuk mengotomatiskan proses penyolderan untuk memaksimalkan hasil potensial mereka. Perusahaan dari kontraktor kedirgantaraan milik keluarga lokal hingga produsen perangkat medis multinasional besar memanfaatkan potensi penyolderan otomatis (Hadi et al., 2021).



Gambar 2.3 Penyolderan

Proses penyolderan melibatkan penggunaan logam timah dan alat khusus bernama solder untuk membuat sambungan logam secara listrik dan mekanis. Solder dipanaskan pada suhu tertentu oleh elemen pemanas yang terdapat pada alat solder. Bagian "bit" pada ujung elemen pemanas memegang peran penting dalam proses pemanasan dan penyolderan. Robot Lengan Arm yang digunakan untuk penyolderan komponen elektronik bertujuan untuk mengotomatisasi proses penyolderan. Dalam hal ini, robot mampu menyelesaikan tugas-tugas yang kompleks dengan akurasi dan efisiensi yang tinggi. Dengan demikian, penggunaan robot untuk proses penyolderan pada komponen elektronik dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas produksi secara signifikan. Akurasi yang tinggi dalam penyolderan sangat penting untuk memastikan produk yang berkualitas dan mencegah kecacatan pada produk. Ini adalah kemampuan yang dimiliki oleh lengan robot penyolderan.



Gambar 2.4 Robot Solder

Proses penyolderan Lengan robot penyolderan juga dapat meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi biaya tenaga kerja manusia dengan kemampuannya melakukan penyolderan dengan kecepatan dan efisiensi yang tinggi. Lengan robot penyolderan dapat digunakan dalam lingkungan yang berbahaya atau beracun, seperti di industri otomotif atau elektronik, sehingga dapat meningkatkan keamanan dan mengurangi risiko bagi pengguna manusia. Konsistensi dalam penyolderan juga sangat penting untuk menghasilkan produk yang berkualitas dan menghindari cacat produksi, dan lengan robot penyolderan dapat melakukan penyolderan dengan konsistensi yang tinggi. Selain itu, lengan robot penyolderan dapat diprogram untuk melakukan penyolderan pada berbagai jenis produk dan jenis bahan solder, sehingga memungkinkan untuk digunakan pada berbagai jenis produksi dan memudahkan dalam memproduksi produk yang berbeda secara efisien. Lengan robot penyolderan juga dapat dilengkapi dengan sistem monitoring dan kontrol untuk memantau proses penyolderan dan menjamin kualitas hasil produksi. Hal ini memungkinkan untuk mendeteksi kecacatan pada produk dan mencegah kerusakan lebih lanjut pada produk.

### **2.3.2. Fungsi Penyolderan**

Proses penyolderan merupakan teknik yang digunakan untuk menggabungkan dua atau lebih benda dengan menggunakan bahan logam yang meleleh, seperti solder yang umumnya terbuat dari timah dan timbal. Pada gambar 2.8 Fungsinya yang utama dari penyolderan antara lain :

1. Menghubungkan dan memperbaiki komponen elektronik: Dalam industri elektronik, penyolderan digunakan untuk menghubungkan komponen elektronik dengan PCB. Dengan menggunakan solder, kaki-kaki komponen dapat terhubung dengan jalur tembaga pada PCB, sehingga arus listrik dapat mengalir melalui mereka. Proses ini juga berguna untuk memperbaiki komponen elektronik yang rusak.
2. Konstruksi logam: Penyolderan digunakan dalam konstruksi logam untuk menggabungkan atau merekatkan bagian-bagian logam yang lebih kecil. Contohnya adalah penggabungan pipa, lembaran logam, atau struktur

logam yang kompleks. Proses penyolderan digunakan untuk menciptakan sambungan yang kuat dan tahan terhadap tekanan, getaran, dan beban mekanis lainnya.

3. Industri otomotif: Dalam industri otomotif, penyolderan digunakan untuk menggabungkan bagian-bagian logam pada kendaraan, seperti rangka, knalpot, atau sistem pendingin. Hal ini penting untuk memastikan konstruksi yang kuat dan tahan lama, karena kendaraan mengalami tekanan dan kondisi ekstrem.
4. Aplikasi pipa dan perpipaan: Penyolderan juga digunakan untuk menghubungkan pipa logam dalam sistem perpipaan, seperti pipa air, pipa gas, dan sistem perpipaan lainnya. Penyolderan pada pipa logam memungkinkan terbentuknya sambungan yang kuat dan tahan terhadap tekanan serta kebocoran.
5. Pembuatan perhiasan: Penyolderan digunakan dalam pembuatan perhiasan untuk menggabungkan bagian-bagian logam dan melakukan perbaikan atau perubahan desain. Dalam proses penyolderan perhiasan, seringkali digunakan solder berbahan emas atau perak.

Selain fungsi-fungsi di atas, penyolderan juga memiliki berbagai aplikasi lainnya, seperti dalam konstruksi kapal, industri militer, pembuatan instrumen musik, dan masih banyak lagi. Dalam setiap aplikasi tersebut, fungsi utama penyolderan adalah menghubungkan dua atau lebih benda logam secara permanen atau sementara dengan menggunakan solder sebagai logam pengisi

### **2.3.3. Jenis Penyolderan**

Penyolderan adalah proses penyambungan dua atau lebih bahan logam dengan menggunakan logam leleh yang disebut solder. Ada beberapa jenis penyolderan yang umum digunakan, masing-masing memiliki kegunaan dan aplikasi yang berbeda. Berikut adalah beberapa jenis penyolderan yang umum:

1. Penyolderan Timah Timbal (Pb-Sn):

- Ini adalah jenis penyolderan yang paling umum digunakan. Campuran timah dan timbal digunakan sebagai bahan solder.
  - Suhu lelehannya berkisar antara 183°C hingga 190°C.
  - Penyolderan Pb-Sn cocok untuk kebanyakan aplikasi elektronik, seperti perakitan PCB dan komponen elektronik.
2. Penyolderan Tanpa Timbal (Lead-Free Soldering):
- Dalam upaya untuk mengurangi dampak lingkungan dan kesehatan yang negatif, bahan solder tanpa timbal telah dikembangkan.
  - Bahan solder tanpa timbal dapat terdiri dari campuran timah, perak, dan/atau tembaga dengan aditif lain.
  - Suhu lelehannya lebih tinggi daripada solder Pb-Sn, berkisar antara 220°C hingga 260°C.
  - Meskipun lebih ramah lingkungan, solder tanpa timbal mungkin memiliki keterbatasan dalam kekuatan mekanik dan keterampilan penanganan yang diperlukan.
3. Penyolderan Suhu Rendah:
- Jenis penyolderan ini menggunakan solder dengan titik leleh yang lebih rendah dari solder konvensional, sering kali berbasis logam indium atau bismut.
  - Suhu lelehannya biasanya di bawah 150°C.
  - Penyolderan suhu rendah cocok untuk aplikasi di mana komponen sensitif terhadap panas, seperti komponen plastik atau semikonduktor, harus dipertahankan.
4. Penyolderan Gelombang (Wave Soldering):
- Ini adalah proses penyolderan massal yang digunakan dalam produksi massal PCB.
  - PCB yang telah dilapisi dengan solder paste dilewatkan melalui "ombak" logam cair, biasanya dari paduan timah-timbal.
  - Suhu ombak biasanya lebih tinggi dari penyolderan manual, berkisar antara 250°C hingga 260°C.
  - Proses ini efisien untuk menyolder banyak sambungan sekaligus dan cocok untuk produksi skala besar.



#### 5. Penyolderan Oven (Reflow Soldering):

- Proses ini umumnya digunakan dalam perakitan PCB menggunakan komponen permukaan (SMT).
- Komponen dan solder paste ditempatkan di atas PCB, dan keseluruhan perakitan dipanaskan secara merata dalam oven reflow.
- Suhu panasannya biasanya antara 200°C hingga 250°C.
- Proses penyolderan oven ini memungkinkan penyolderan yang cepat dan presisi untuk komponen SMT.

Setiap jenis penyolderan memiliki kelebihan dan kelemahan masing-masing. Pemilihan jenis penyolderan yang tepat tergantung pada aplikasi, bahan yang akan disambung, dan persyaratan teknis lainnya.

**BAB 3**  
**METODE PENELITIAN**

**3.1. Tempat dan Waktu**

**3.1.1. Tempat Penelitian**

Tempat pelaksanaan penelitian Arm Robot 4 DOF untuk Penyolderan dilakukan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Jl. Mukhtar basri No.3 Medan.

**3.1.2. Waktu Penelitian**

Waktu pelaksanaan penelitian dan kegiatan pengujian dilakukan sejak tanggal usulan oleh Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan

No	Jenis Kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan Judul	■					
2	Studi Literatur	■	■				
3	Perancangan Lengan Robot		■				
4	Pembuatan, Perakitan dan Pemograman Lengan Robot			■	■		
5	Pengambilan dan Analisa Data				■		
6	Penulisan Laporan Tugas Akhir					■	
7	Seminar Hasil						■

## 3.2. Alat dan Bahan

### 3.2.1. Alat

#### 1. Laptop

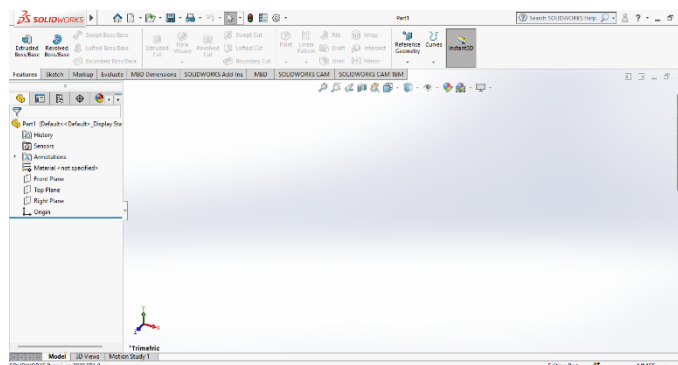
Laptop digunakan untuk menjalankan aplikasi desain, simulasi dan kodingan Arduino untuk lengan robot. Dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Laptop

#### 2. SolidWork

Perangkat Lunak Solidwork digunakan untuk membuat desain bagian-bagian lengan robot. Dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2 SolidWork

### 3. 3D Printing

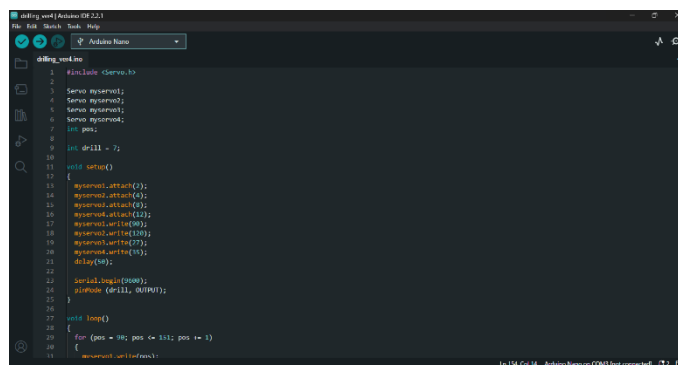
Digunakan untuk mencetak 3D desain dari bagian-bagian lengan robot menggunakan filamen. Dapat dilihat pada gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3.3 3D Printing

### 4. Arduino IDE

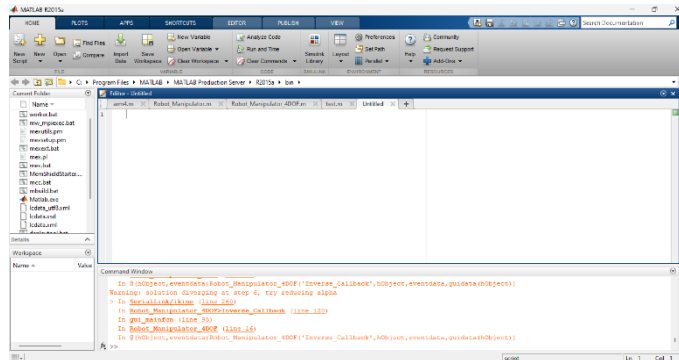
Aplikasi Arduino IDE digunakan untuk memprogram lengan robot menggunakan mikrokontroler Arduino nano. Dapat dilihat pada gambar 3.4 Dibawah ini



Gambar 3.4 Arduino IDE

## 5. Matlab

Matlab digunakan untuk mensimulasikan lengan robot menggunakan kinematik seperti gambar 3.5 dibawah ini.



Gambar 3.5 Matlab

## 6. Soldering Iron

Soldering Iron digunakan untuk menyambungkan bagian-bagian elektrik pada lengan robot. Dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.6 Soldering Iron

### 3.2.2. Bahan

#### 1. 3D Filamen

Digunakan sebagai bahan pembuatan bagian-bagian lengan robot menggunakan 3D printer. Dapat dilihat pada gambar 3.11 dibawah ini.



Gambar 3.7 3D Filamen

#### 2. Motor Servo

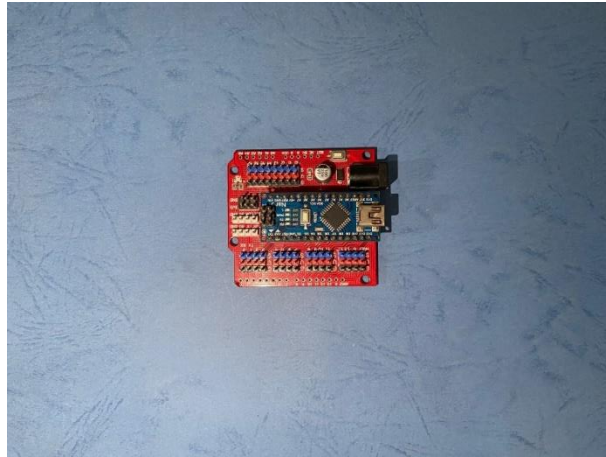
Motor servo digunakan sebagai aktuator penggerak lengan robot. Dapat dilihat pada gambar 3.12 dibawah ini



Gambar 3.8 Motor Servo

### 3. Arduino Nano

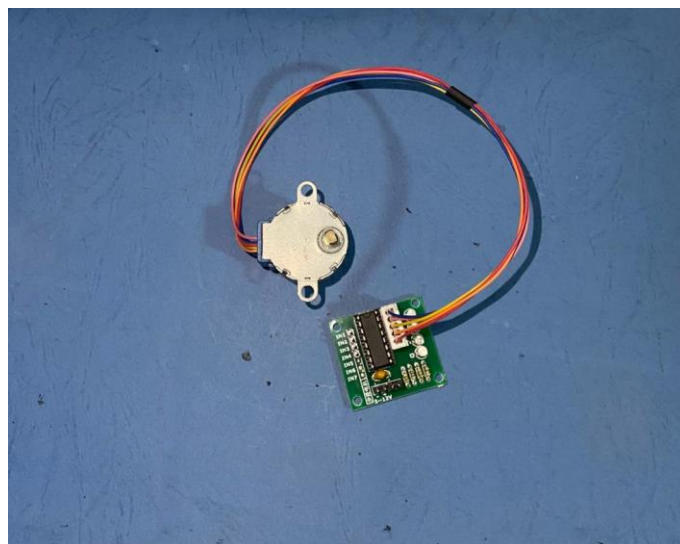
Digunakan sebagai mikrokontroler pengatur gerak pada lengan robot. Dapat dilihat pada gambar 2.13 dibawah ini.



Gambar 3.9 Arduino Nano

### 4. Motor Stepper

Pada penelitian ini motor stepper digunakan untuk memutar timah pada saat proses penyolderan. Motor stepper dapat dilihat pada gambar 4.14 dibawah ini.



Gambar 3.10 Motor Stepper

#### 5. Timah Solder

Timah solder digunakan pada proses penyolderan. Dapat dilihat pada gambar 4.15 berikut.



Gambar 4.11 Timah

#### 6. Solder

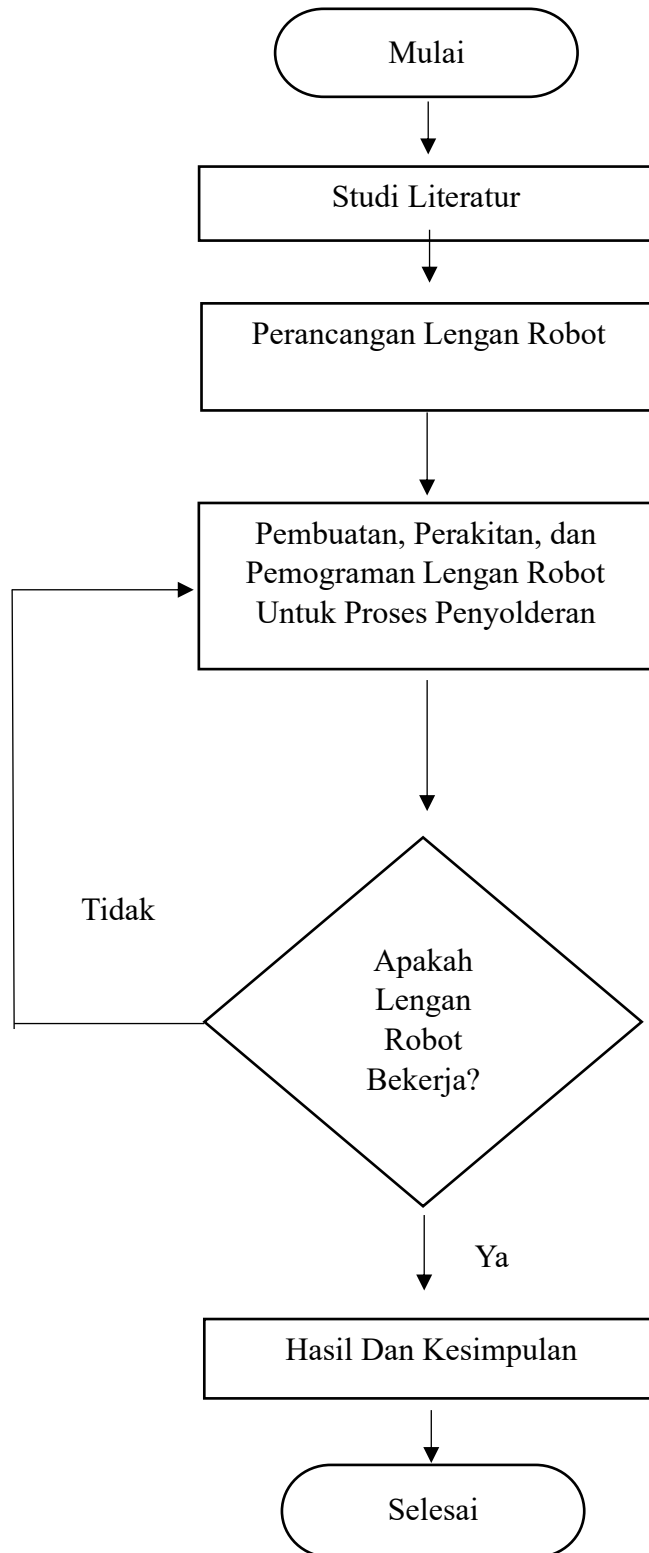
Solder digunakan sebagai end-effektor pada penelitian lengan robot untuk penyolderan ini. Solder dapat dilihat pada gambar 4.16 dibawah ini.



Gambar 4.12 Solder



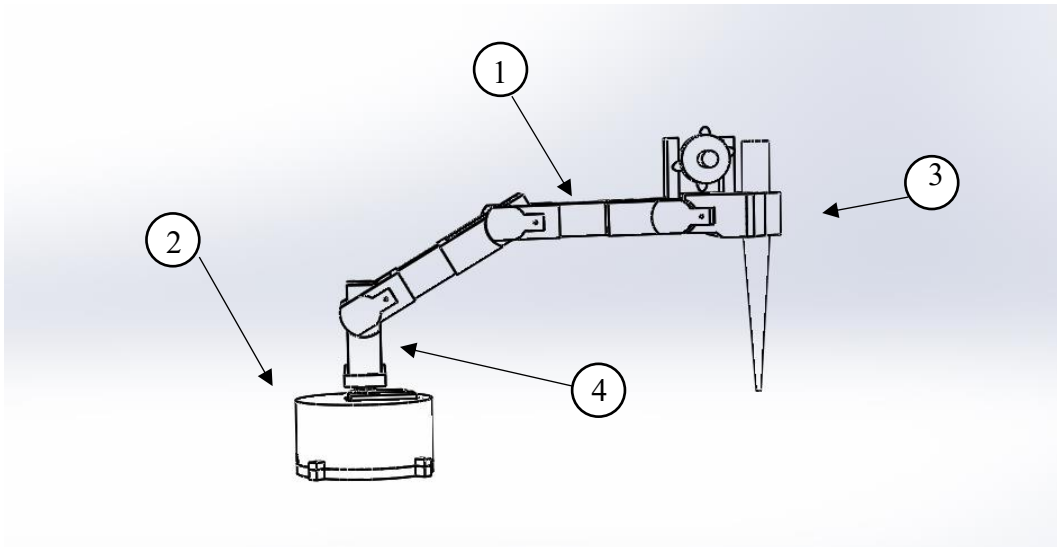
### 3.3. Bagan Air Penelitian



Gambar 3.13 Bagan Alir Penelitian

### 3.4. Rancangan Alat Penelitian

Gambar desain ini dibuat menggunakan aplikasi SolidWork sebagai acuan pembuatan Lengan robot.



Gambar 3.14 Rancangan Alat Penelitian

Keterangan :

1. Link
2. Base
3. End-Effector
4. Upper Base

### 3.5. Prosedur Penelitian

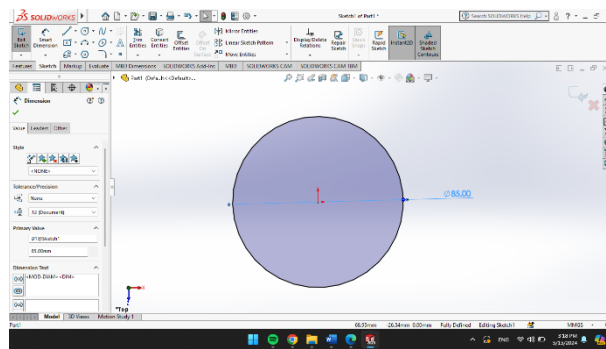
#### 3.5.1 Prosedur Perancangan

1. Merancang dan Membuat sketsa dasar gambar lengan robot.
2. Memulai gambar dan menyiapkan plane gambar pada solidwork.
3. Menggambar bagian-bagian lengan robot seperti base, upper base, link dan end-effector
4. Melakukan assembly bagian-bagian lengan robot dan end-effector agar membentuk satu kesatuan lengan robot yang utuh.
5. Melakukan koreksi atau perbaikan gambar apabila ditemukan kesalahan pada saat assembly gambar.

6. Menyimpan gambar yang telah sesuai dalam format file .stl (Stereolithography Mesh).
7. Menyesuaikan model gambar 3D rancangan lengan robot dalam bentuk format .stl menggunakan aplikasi Creality Slicer untuk diprint 3D.
8. Menyimpan file gambar dalam format .gcode (G-code toolpath).

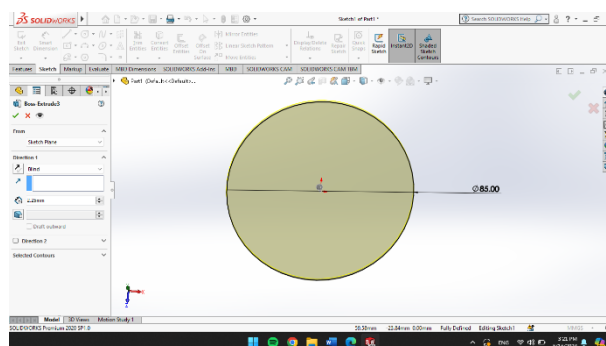
### 3.5.2 Prosedur Penggambaran

1. Menggambar lingkaran sebagai dasar base



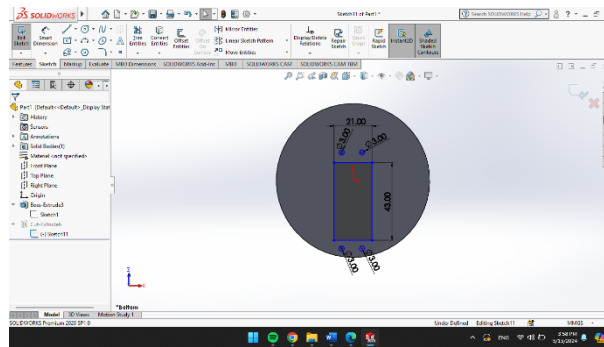
Gambar 3.14 Lingkaran Dasar Base

2. Melakukan Extruded Pada Lingkaran Sebesar 2,25 Mm.



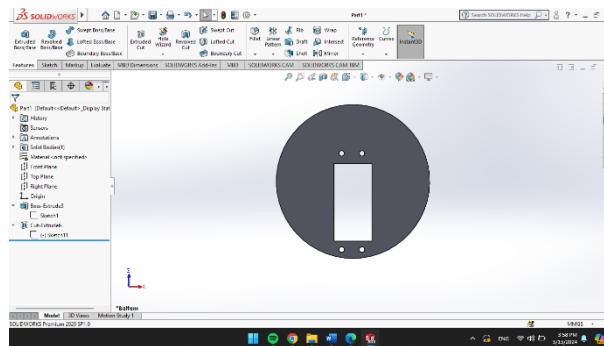
Gambar 3.15 Extruded Lingkaran Dasar Base

### 3. Menggambar sketsa untuk motor servo



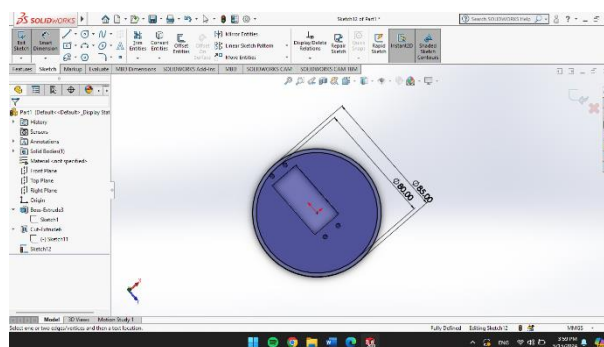
Gambar 3.16 Menggambar Sketsa motor servo

### 4. Melakukan Extruded cut pada sketsa yang telah dibuat



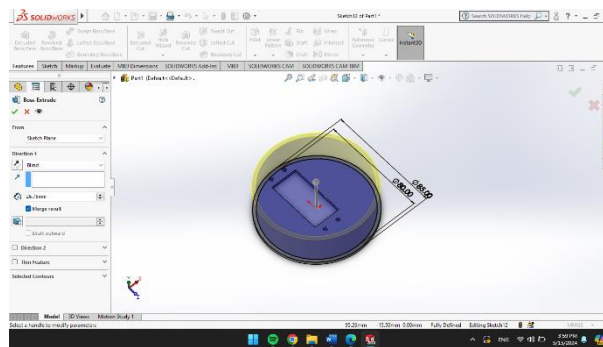
Gambar 3.17 Extruded cut lubang motor servo

### 5. Menggambar sketsa untuk dinding base



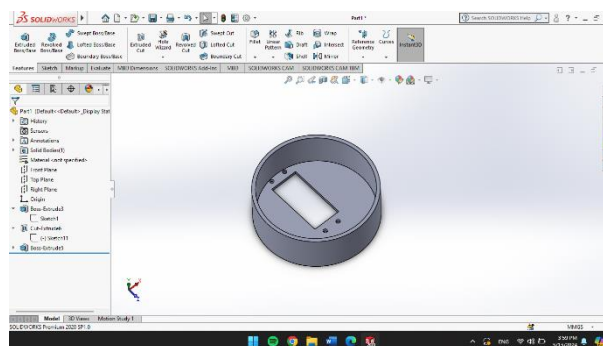
Gambar 3.18 sketsa Dinding Base

6. Extruded sketsa dinding base



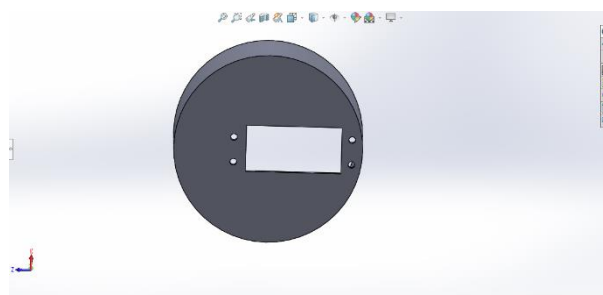
Gambar 3.19 extruded dinding base

7. Hasil Akhir base lengan robot



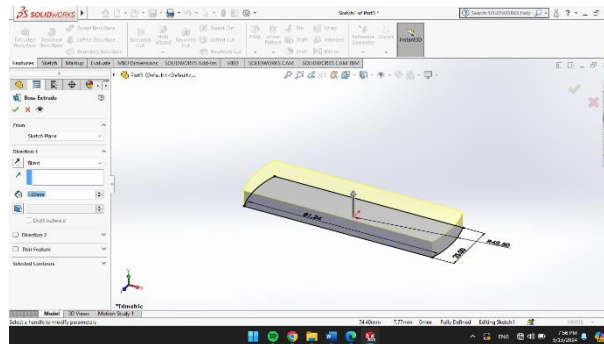
Gambar 3.20 hasil akhir desain base lengan robot

8. Hasil Extruded Cut Bagian Tempat Diletakkannya Motor Servo Pertama Pada Base



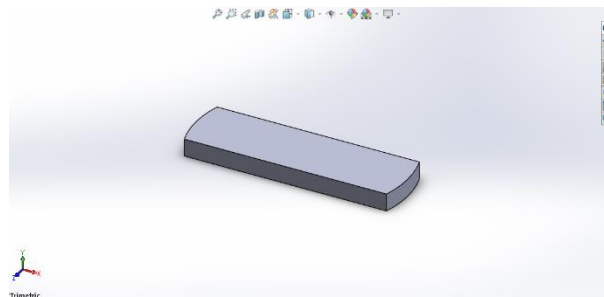
Gambar 3.21 Lubang Motor Servo Base

9. Menggambar sketsa Bagian Bawah Dari Upper Base Lengan Robot kemudian melakukan extruded



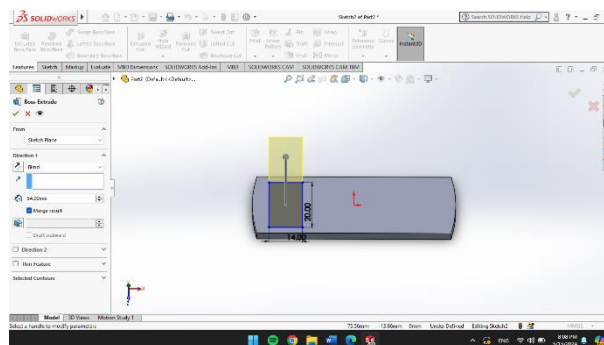
Gambar 3.22 Sektsa Dasar Upper Base

10. Hasil Extruded Bagian Dasar Dari Upper Base



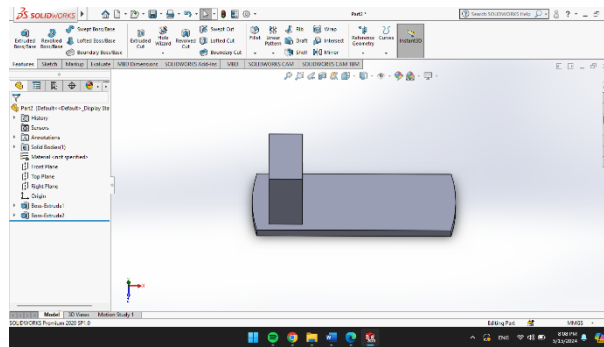
Gambar 3.23 Dasar Upper Base

11. Menggambar sketsa dinding sebelah kiri Pada Upper Base dan melakukan extruded sebesar 54 mm



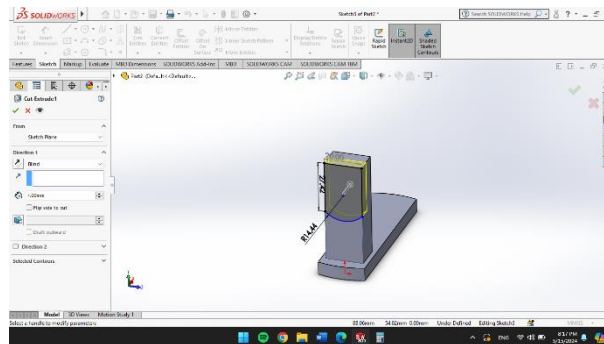
Gambar 3.24 Sketsa Dinding Upper Base

## 12. Dinding Hasil Extruded



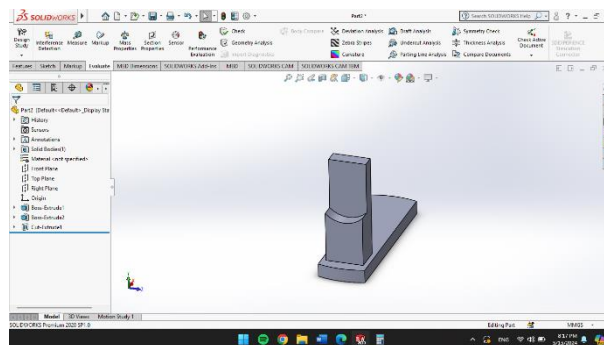
Gambar 3.25 Dinding Hasil Extruded

## 13. Menggambar Sketsa Bagian joint Pada dinding Upper Base bagian kiri dan melakukan extruded sebesar 6 mm.



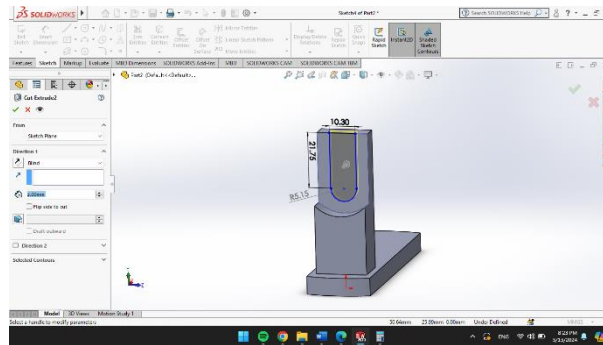
Gambar 3.26 Sketsa joint Pada Upper Base

## 14. Hasil extruded untuk bagian joint pada dinding upper base



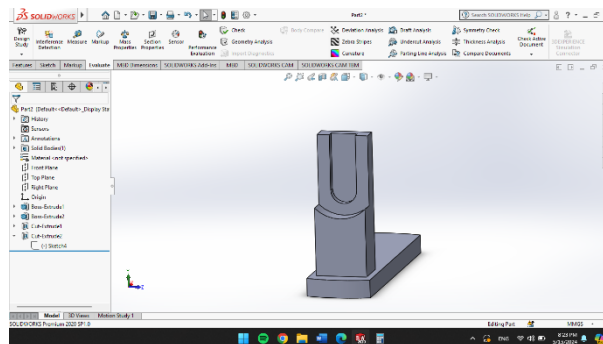
Gambar 3.27 Dinding bagian kiri Upper Base

15. Menggambar Sketsa Untuk lock Pada Dinding kiri Upper Base, dibagian dalamnya nantinya akan diletakkan lingkaran poros agar upper base dapat disambungkan dan dapat bergerak dengan baik.



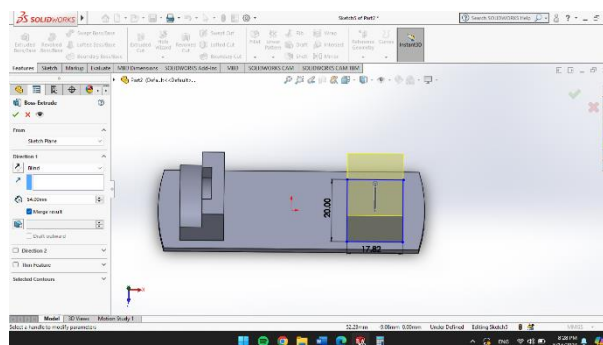
Gambar 3.28 Sketsa lubang lock Pada Dinding Upper Base

16. Extruded Sketsa Pada Dinding



Gambar 3.29 Extruded Pada Dinding Upper Base

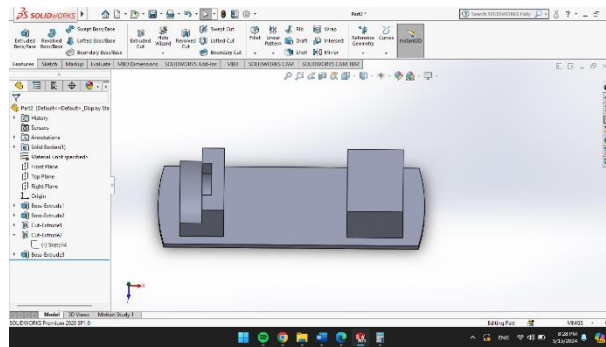
17. Menggambar Sketsa Dinding kanan Upper Base kemudian melakukan extruded



Gambar 3.30 Sketsa Untuk dinding kanan Upper Base

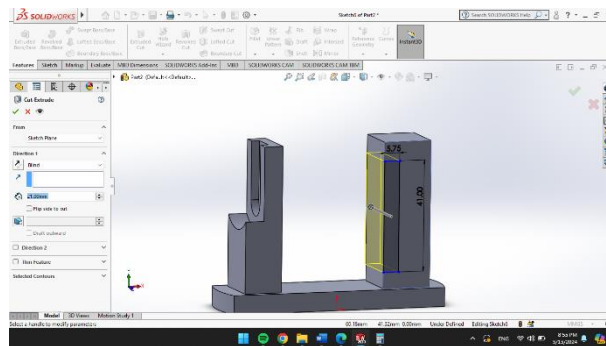


18. Extruded Sketsa Sesuai dengan ukuran dinding kiri yaitu 54 mm



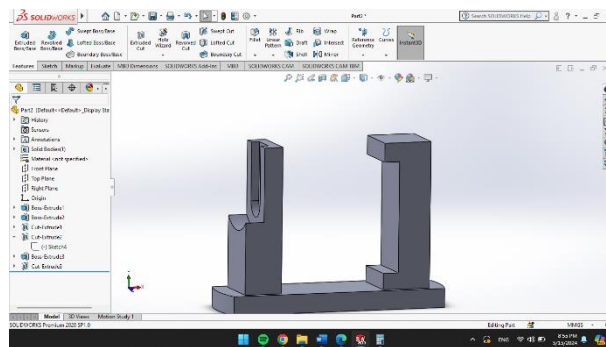
Gambar 3.31 Extruded dinding kanan Servo Horn

19. Menggambar sketsa ruang untuk motor servo pada Dinding kanan Upper Base



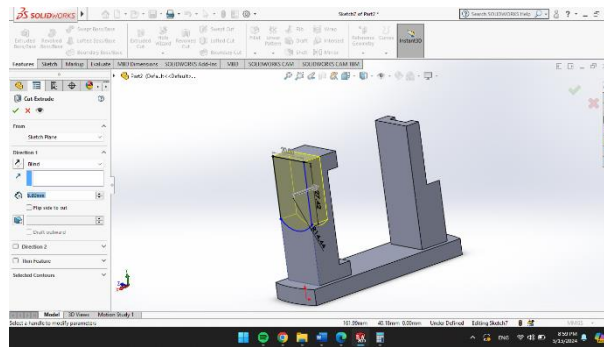
Gambar 3.32 Lubang Servo Horn Pada Upper Base

20. Hasil extruded cut ruang untuk motor servo pada dinding kanan Upper Base Lengan Robot



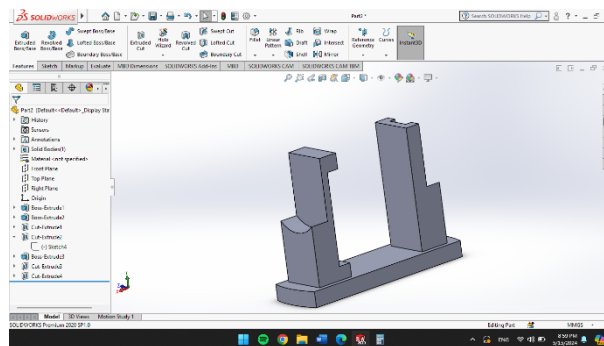
Gambar 3.33 Hasil extruded dinding kanan Upper Base

## 21. Menggambar Sketsa Untuk joint pada dinding kanan upper base



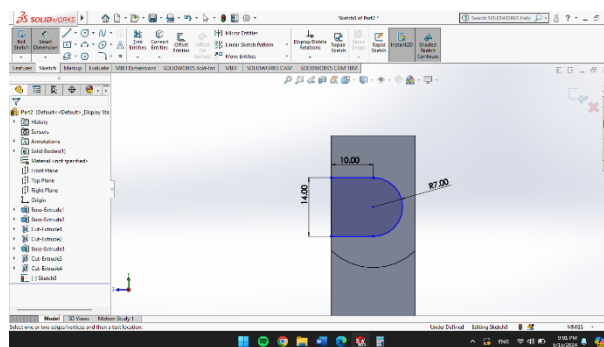
Gambar 3.34 Sketsa joint dinding kanan

## 22. Extruded Sketsa Dengan Ukuran 6 mm



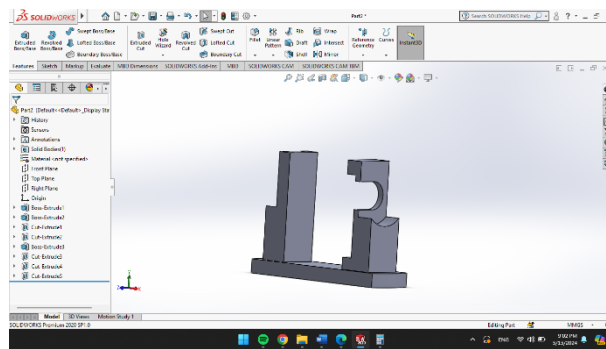
Gambar 3.35 Extruded joint dinding kanan

## 23. Mendesain sketsa untuk lubang servo horn pada upper base



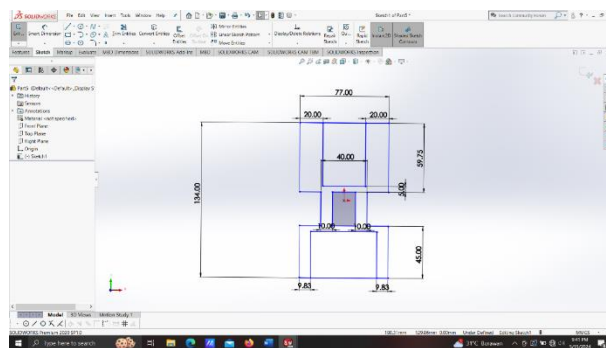
Gambar 3.36 sketsa lubang servo horn pada upper base

## 24. Hasil Akhir desain upper base lengan robot



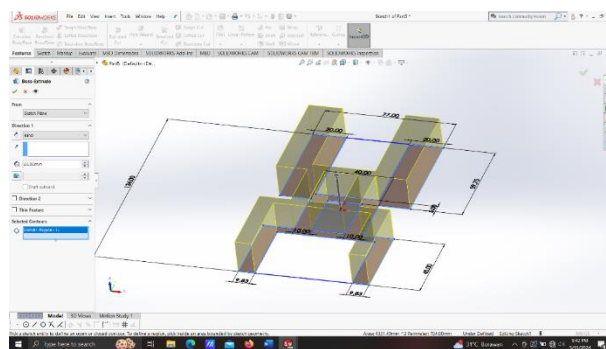
Gambar 3.37 desain akhir upper base

## 25. Menggambar sketsa dasar untuk link



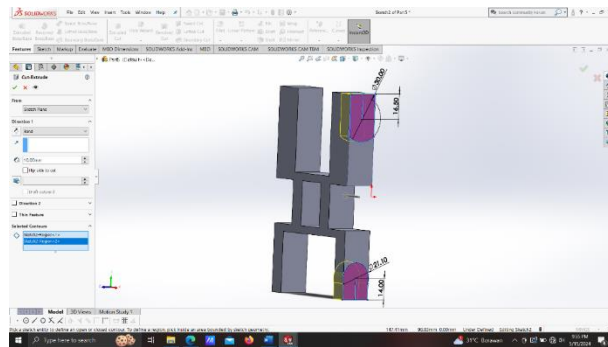
Gambar 3.38 sketsa dasar link

## 26. Extruded Desain Yang Telah Dibuat



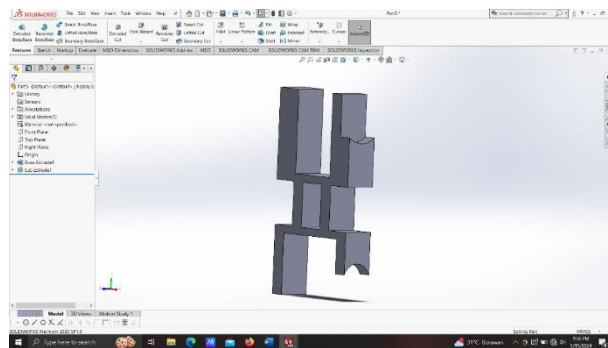
Gambar 3.39 Extruded desain Link

27. Desain potongan joint pada dinding link



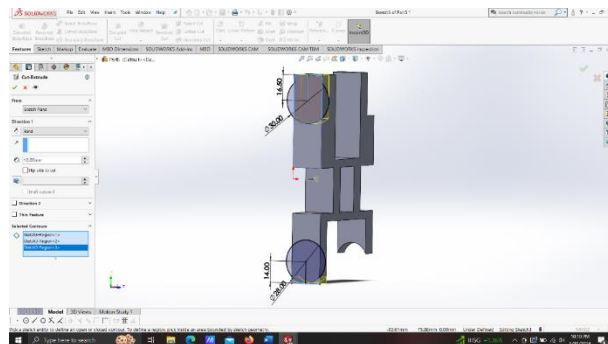
Gambar 3.40 desain potongan joint link

28. Melakukan extruded pada potongan joint link



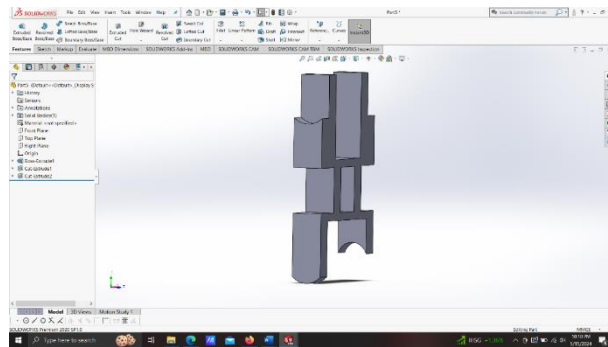
Gambar 3.41 hasil extruded potongan joint link

29. Lakukan pendesainan potongan joint link pada dinding sebelahnya



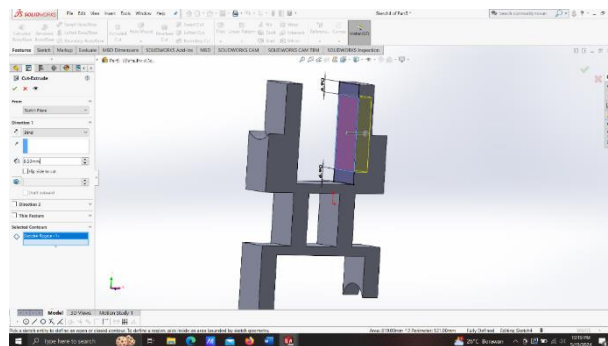
Gambar 3.42 desain sketsa potongan joint

### 30. Hasil Extruded Pada Sisi Sebelah Link



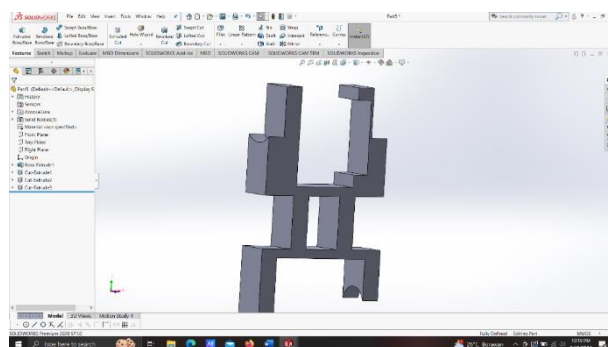
Gambar 3.43 Hasil Extruded Pada Link

### 31. Memotong bagian dalam link agar sesuai dengan motor servo



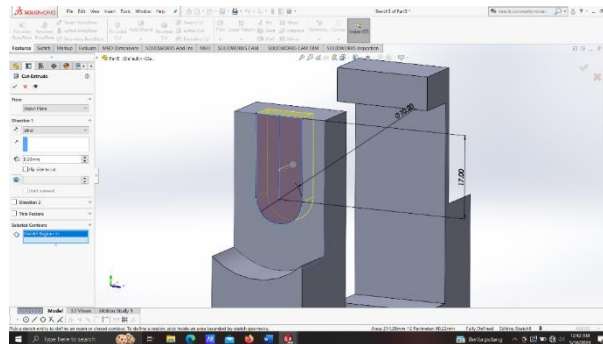
Gambar 3.44 Sketsa potongan motor servo pada Link

### 32. Hasil extruded pada bagian dalam link tempat nantinya diletakkan motor servo



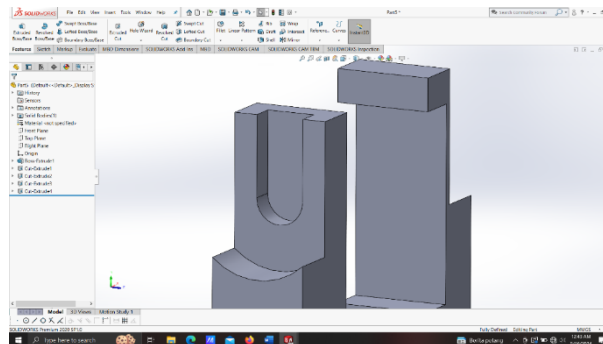
Gambar 3.45 Extruded bagian dalam link

33. Menggambar dan melakukan extruded pada bagian dinding tempat joint dan mekanisme penyambungan lengan robot



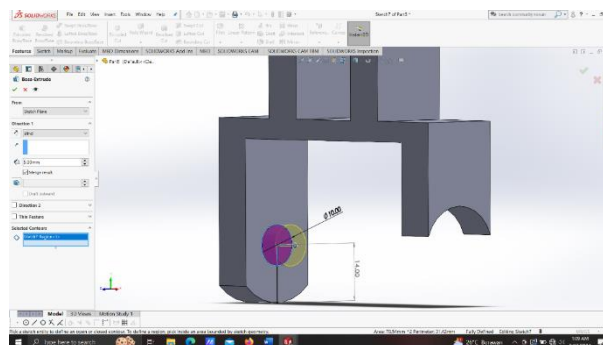
Gambar 3.46 Sketsa lubang Bulatan Lock

34. Extruded lubang Bulatan Lock Sebesar 3 Mm



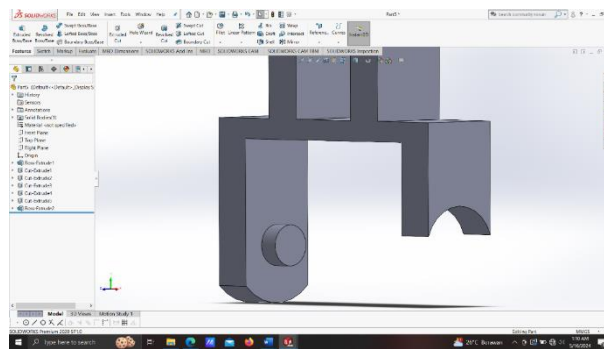
Gamabar 3.47 Extruded cut lubang Bulatan Lock

35. Emnggambar dan mengextruded bulatan lock pada link



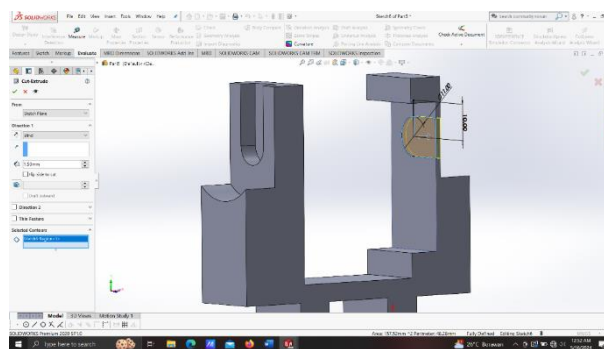
Gambar 3.48 Bulatan Lock Link

### 36. Hasil extruded bulatan lock pada link



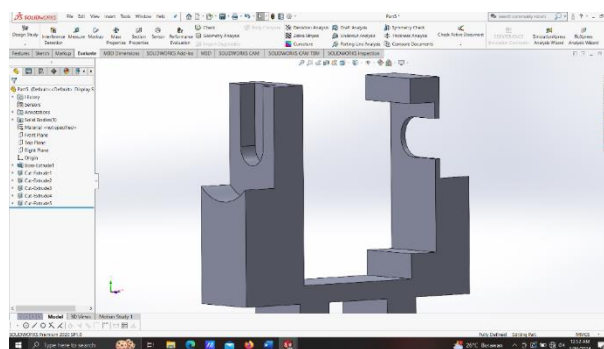
Gambar 3.49 bulatan lock pada link

### 37. Extruded Lubang Bantuan Servo Horn Link



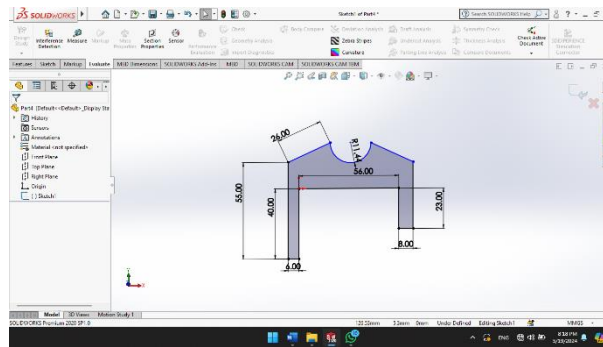
Gambar 3.50 Lubang Bantuan Servo Horn Pada Link

### 38. Hasil Extruded Lubang Bantuan Tempat Servo Horn Motor Servo Diletakkan



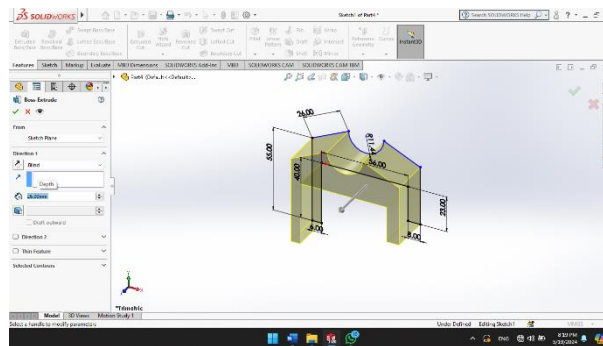
Gambar 3.51 Extruded Lubang Bantuan Servo Horn Pada Link

39. Menggambar Sketsa end-effector untuk besi pemanas



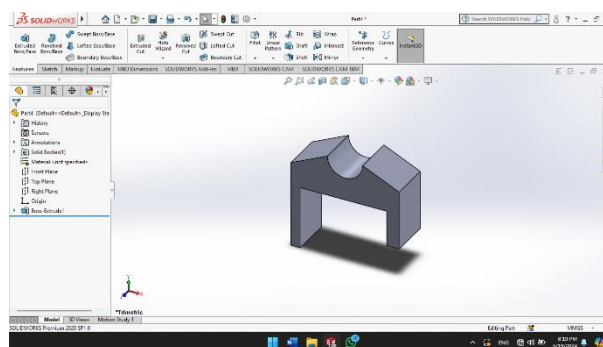
Gambar 3.52 Sketsa end-effector

40. Extruded Bagian Tersebut Sebesar 20 mm



Gambar 3.53 Extruded end-effector

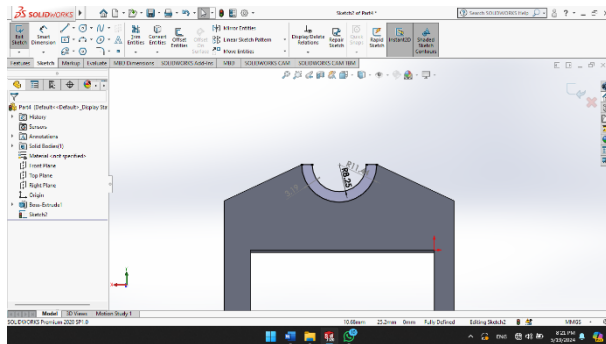
41. Hasil Extruded Pembuatan end-effector



Gambar 3.54 Hasil Extruded pembuatan end-effector

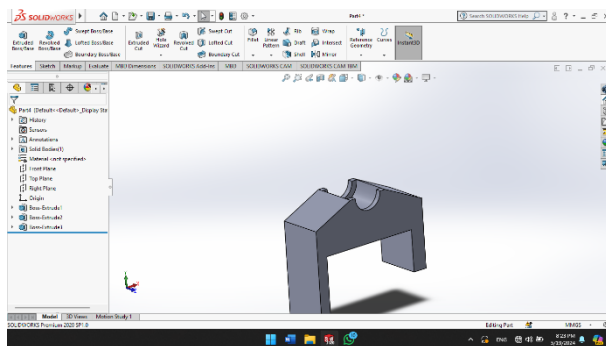


42. Menggambar desain penahan besi pemanas pada bagian atas end-effector



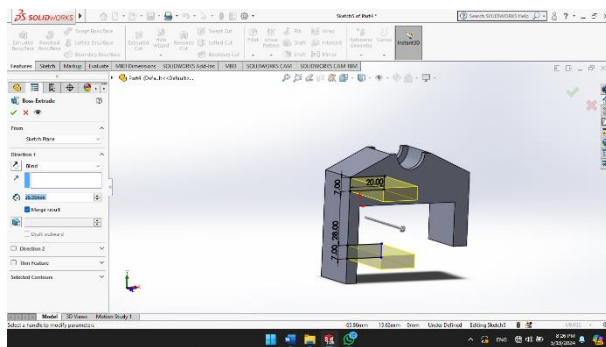
Gambar 3.55 sketsa bagian penahan besi pemanas

43. Hasil extruded Untuk penahan pada End-Effector



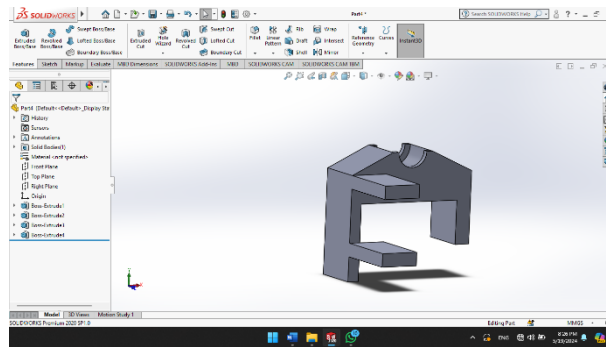
Gambar 3.56 penahan besi pemanas End-Effector

44. Menggambar sketsa dan extruded bagian penahan stepper timah



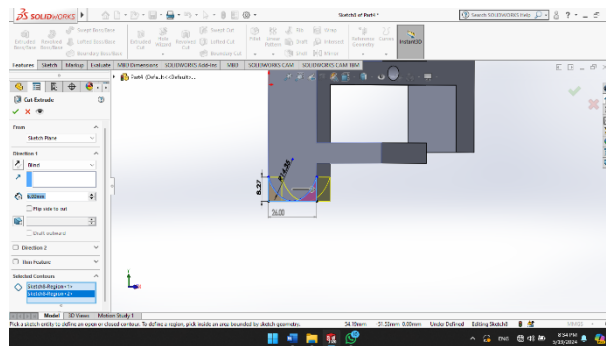
Gambar 3.57 penahan stepper timah

45. Hasil extruded penahan stepper untuk timah



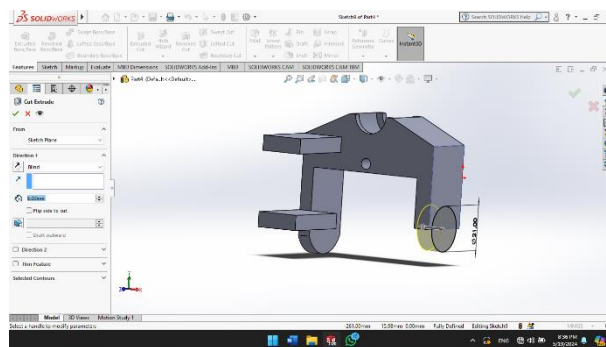
Gambar 3.58 hasil penahan stepper timah

46. Extruded Bagian dasar end-effector



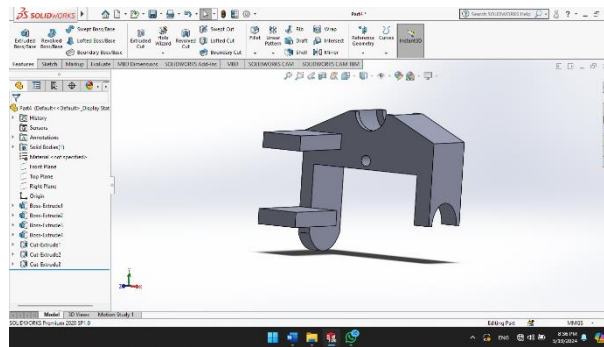
Gambar 3.59 Extruded Bagian Dasar End-Effector

47. Extruded bagian Dasar End-Effector untuk dinding sebelahnya



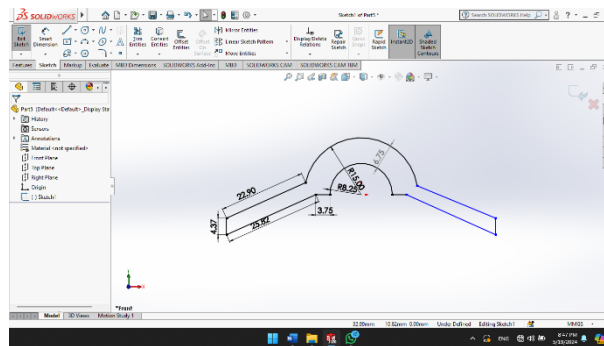
Gambar 3.60 Hasil Extruded Dasar dinding End-Effector

48. Desain akhir untuk end-effector besi pemanas



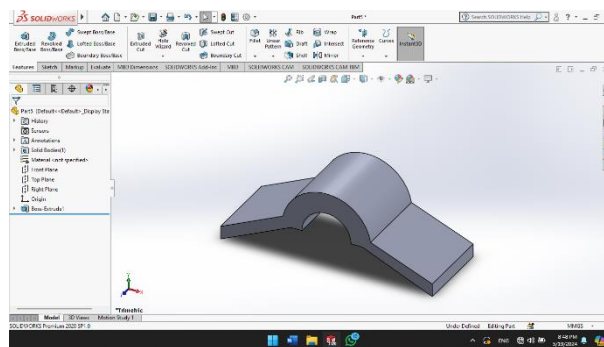
Gambar 3.61 hasil akhir end-effector besi pemanas

49. Menggambar sketsa untuk bagian penutup end-effector besi pemanas



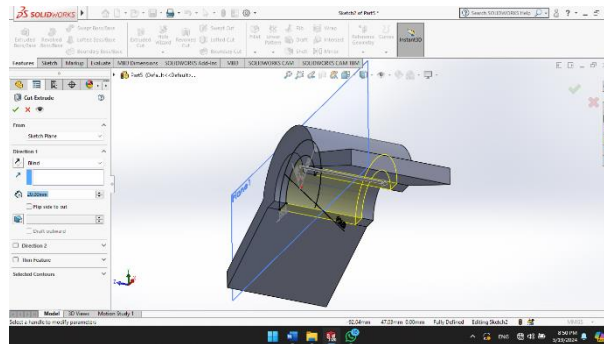
Gambar 3.62 bagian penutup End-Effector

50. Hasil Extruded bagian penutup pada End-Effector



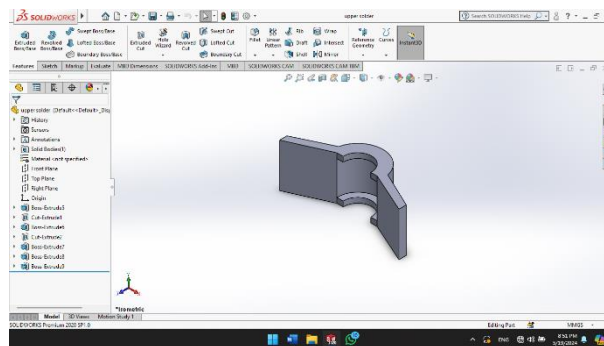
Gambar 3.63 hasil extruded bagian penutup End-Effector

51. Menggambar dan mengextruded bagian penahan atas pada penutup end-effector



Gambar 3.64 extruded penahan atas pada penutup End-Effector

52. Hasil akhir bagian penutup end-effector



Gambar 3.65 desain akhir penutup end-effector

### 3.5.3 Prosedur Pembuatan

1. Mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan dan perakitan lengan robot.
2. Mengeprint 3D file .gcode yang sudah dibuat menggunakan 3D printer.
3. Merapikan secara manual hasil 3D printing menggunakanikir.
4. Merakit seluruh bagian lengan robot menjadi satu kesatuan lengan robot
5. Memasang motor servo pada lengan (link) sesuai dengan arah dan orientasi berputarnya.
6. Memasang besi pemanas pada end-effector dan menyesuaikan pada lengan robot.

7. Mengikat atau menyatukan bagian lengan robot menggunakan baut dan obeng agar lengan robot dapat menyatu dengan kuat.
8. Menyesuaikan sudut 0 (nol) motor servo pada lengan robot.
9. Meletakkan lengan robot yang telah dirakit diatas platform yang telah disiapkan.
10. Melakukan pengetesan lengan robot apakah lengan robot bekerja atau tidak.

#### **3.5.4 Prosedur Pengujian.**

1. Menyiapkan simulasi lengan robot untuk proses solder menggunakan aplikasi Matlab.
2. Menentukan titik solder atau input koordinat akhir *xyz end-effector*.
3. Mencatat tiap input koordinat *xyz*. Dan memasukkan input koordinat *xyz* kedalam simulasi lengan robot matlab.
4. Mencatat sudut-sudut tiap *joint* lengan robot dari simulasi.
5. Memasukkan sudut-sudut tiap *joint* yang telah diketahui dari simulasi.
6. Mengukur bahan timah sebelum melakukan soldering.
7. Menjalankan program Arduino dengan sudut *joint* yang telah dimasukkan.
8. Mencatat waktu lengan robot melakukan soldering pada koordinat akhir *end-effector* lengan robot.
9. Mencatat keberhasilan lengan robot melakukan soldering
10. Mengulangi dan membandingkan hasil soldering

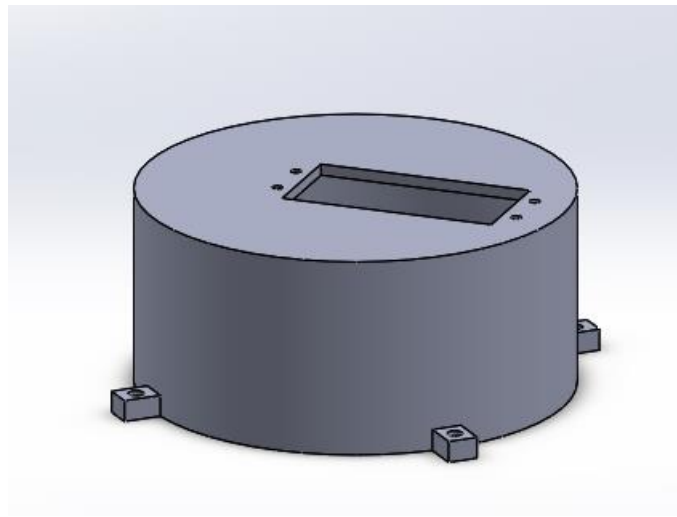
## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Rancangan Lengan Robot

##### 4.1.1. Rancangan Base

Perancangan base lengan robot ini dimulai dengan melakukan pengukuran pada servo yang akan berperan sebagai aktuator pertama yang ditempatkan persis diatas platform yang nantinya akan memutar base atas. Desain basis harus memperhitungkan dimensi dan spesifikasi servo tersebut agar dapat menampungnya dengan tepat. Base dirancang dalam bentuk lingkaran agar kokoh dan dapat menopang beban lengan robot.

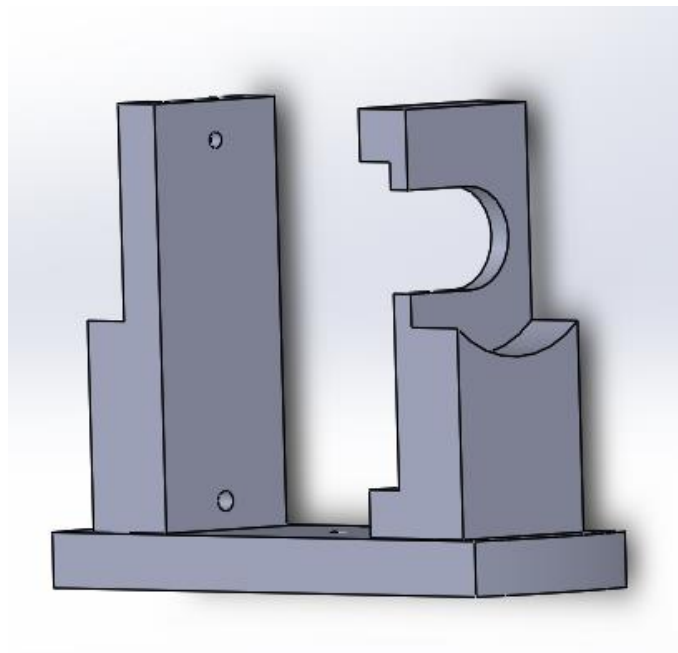


Gambar 4.1 Rancangan Base

Gambar 4.1 diatas merupakan rancangan base lengan robot. base ini berbahan plastik dengan ukuran diameter 85 mm, tinggi 30.85 mm, dan ketebalan dinding 2.5 mm. pada bagian tengahnya terdapat lubang berbentuk persegi Panjang yang dibuat sesuai dengan ukuran servo yaitu Panjang 43 mm dan lebar 21 mm. lubang ini dikhususkan sebagai tempat diletakkannya servo pertama. di bagian lebar lubang tersebut terdapat lubang baut dengan ukuran 2 mm agar memastikan servo dapat terkunci dengan baik. Di bagian bawah base terdapat lubang baut yang nantinya digunakan untuk mengunci base pada platform.

#### 4.1.2. Rancangan Base Atas

Rancangan base atas dibuat setelah rancangan bagian base telah selesai dilakukan untuk memastikan kesesuaian keduanya. Base atas merupakan bagian tempat diletakkannya servo kedua sekaligus base penopang yang dapat berputar sesuai dengan servo pertama karena diletakkan diatas servo horn pertama. Desain bagian atas ini dikonsep agar tetap kokoh sebagai penyangga namun tetap fleksibel karena juga berfungsi sebagai tempat pemasangan link yang merupakan komponen utama dari lengan robot.

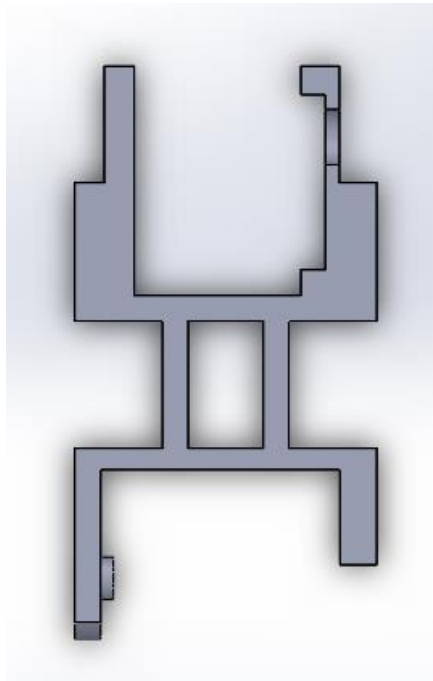


Gambar 4.2 Rancangan Base Atas

Gambar 4.2 merupakan rancangan base atas lengan robot. Bagian ini berbahan plastic dengan ukuran Panjang 85 mm, lebar 25 mm, tinggi 61 mm. bagian bawahnya memiliki ketebalan 7 mm. dinding bagian kanan dan kirinya memiliki ukuran Panjang 20 mm lebar 14 mm dan tinggi 54 mm. bagian ini nantinya tempat diletakkannya servo dan tempat diletakkannya link pertama dari lengan robot.

#### 4.1.3. Rancangan Link

Rancangan link dibuat agar sesuai ditempatkan diatas base atas. bagian ini merupakan bagian utama dari lengan robot. link ini nanti bergerak sesuai dengan servo sebagai aktuatornya. Bagian bawah dan atas link harus selaras agar dapat disambungkan satu sama lain. link dibuat panjang dan kokoh agar dapat menjangkau tempat yang ingin dituju.



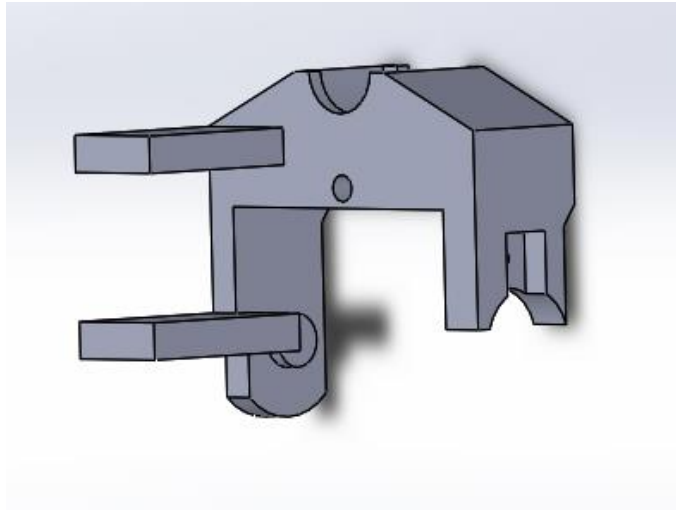
Gambar 4.3 Rancangan Link

. Gambar 4.3 diatas adalah rancangan link dari lengan robot. Bagian ini terbuat dari plastic dengan ukuran Panjang 135 mm, lebar 20 mm dan tinggi 71 mm bagian tengahnya memiliki ukuran Panjang 30 mm.

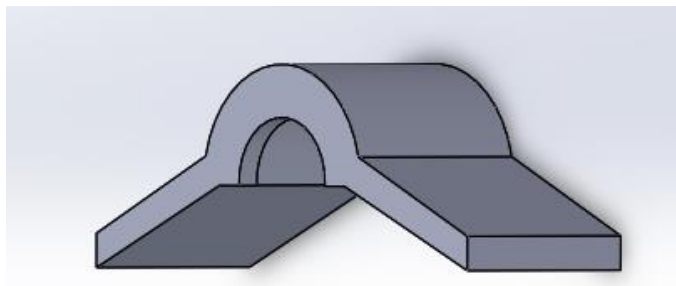
#### 4.1.4. Rancangan End-Effektor

Proses perancangan end effector dimulai dengan mengukur solder, yang merupakan komponen utama dari end effector, serta motor stepper yang akan menggerakkan timah solder. Bagian ini dirancang agar pas dengan dimensi solder dan motor stepper. Selain itu, desainnya juga memastikan bahwa soldering iron tetap stabil dan tidak bergerak saat proses penyolderan berlangsung, untuk menghindari kerusakan pada hasil soldering.





Gambar 4.4 Rancangan End-Effektor



Gambar 4.5 Rancangan Tutup End-Effektor

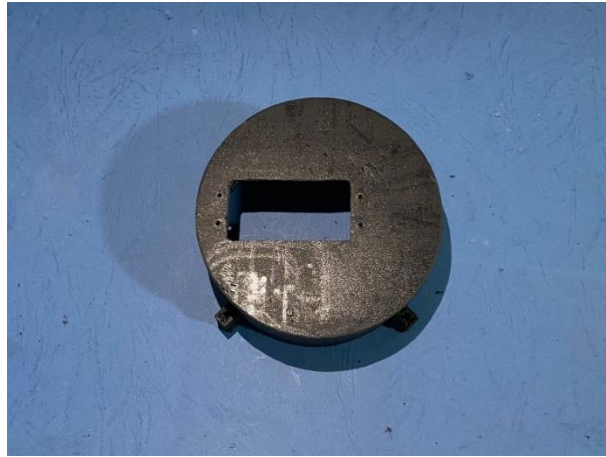
Bagian ini terdiri dari dua bagian yaitu bagian bawah tempat diletakkannya soldering iron dan motor stepper dan bagian atas yang merupakan penutup sekaligus pengunci solder. Bagian bawahnya seperti pada gambar 4.4 memiliki ukuran Panjang 71 mm lebar 61 mm dan tinggi 65. Bagian tengahnya memiliki ukuran diameter 8.25 mm disesuaikan dengan ukuran soldering iron. Bagian motor steppernya memiliki ukuran Panjang 35 mm lebar 20 mm dan tinggi 48 mm sesuai dengan ukuran motor stepper yang nantinya akan ditempatkan.

Bagian atas end-effektor seperti terlihat pada gambar 4.5 memiliki ukuran lebar Panjang 71 mm 26 mm tinggi 26 mm. bagian tengahnya juga sesuai dengan soldering iron sehingga ukuran diameternya 8.25 mm. bagian ini memiliki ketebalan 4 mm.

## 4.2. Hasil Pembuatan Lengan Robot

### 4.2.1. Base

Base dibuat berdasarkan rancangan yang telah disusun sebelumnya. Komponen base dibuat menggunakan teknologi pencetakan 3D menggunakan bahan plastik PLA+ dengan fill 35, base ini dicetak dengan detail yang presisi. Setelah selesai, base akan dipasang di atas platform dan diamankan dengan baut berukuran 3 mm untuk memastikan kestabilannya.



Gambar 4.7 Base

Base yang telah dicetak dapat dilihat pada gambar 4.7 diatas. Setelah dicetak menggunakan 3d printer base mengalami penyusutan dari ukuran desain awal. Adapun ukuran base setelah dicetak yaitu ukuran diameter 84,8 mm, tinggi 37 mm, dan ketebalan dinding 2.35 mm. ukuran bagian tengah lubang berbentuk persegi Panjang memiliki ukuran Panjang 41,7 mm dan lebar 20.87 mm. sedangkan lubang baut memiliki ukuran 1,95 mm.



Gambar 4.8 Perakitan Base

Setelah selesai di cetak, base di kikir sehingga permukaan yang tidak rata akibat dari percetakan 3D dapat dihilangkan. Base dipasang diatas platform yang telah disiapkan menggunakan baut seperti pada gambar 4.8 diatas.

#### **4.2.2. Base Atas**

Base atas dibuat berdasarkan rancangan untuk base atas yang telah disusun sebelumnya. Komponen base dibuat menggunakan teknologi pencetakan 3D menggunakan bahan plastik PLA+ dengan fill 35. Base atas akan dipasang di atas servo horn pertama dan diatasnya akan dipasang servo sebagai aktuator kedua.



Gambar 4.9 Base Atas

base atas seperti pada gambar 4.9 mengalami penyusutan dari ukuran desain awal. Adapun ukuran base atas setelah dicetak yaitu dengan ukuran Panjang 85 mm, lebar 24,8 mm, tinggi 60,5 mm. bagian bawahnya memiliki ketebalan 6,6 mm. dinding bagian kanan dan kirinya memiliki ukuran Panjang 20 mm lebar 14 mm dan tinggi 53,9 mm.

Setelah selesai di cetak, base atas di kikir sehingga permukaan yang tidak rata akibat dari percetakan 3D dapat dihilangkan. Base atas dipasang diatas base dan servo pertama yang telah diletakkan diatas platform sebelumnya seperti pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Perakitan Base Atas

#### **4.2.3. Link**

Link dicetak mengikuti rancangan link yang telah dibuat. Link dibuat menggunakan 3D printer dengan bahan plastic PLA+ dan fill 35. Link akan dipasang diatas base atas dan nantinya akan disambung lagi dengan link lainnya. Didalam link juga terdapat servo.



Gambar 4.11 Link

Gambar 4.11 diatas adalah hasil pembuatan link dari lengan robot menggunakan 3D printer. Bagian ini terbuat dari plastic dengan ukuran Panjang 135 mm, lebar 20 mm dan tinggi 70,8 mm. bagian tengahnya memiliki ukuran Panjang 29,8 mm.



Gambar 4.12 Perakitan Link

#### 4.2.4. End-Effektor

Bagian end-effektor terbagi menjadi dua bagian, yaitu bagian rumah soldering iron yang dibuat dan dicetak menggunakan percetakan 3D dan berbahan plastic PLA+ dengan fill 35. Bagian rumah ini juga terbagi menjadi dua yaitu bagian bawah yang tersambung dengan link dan servo serta bagian atas yang digunakan sebagai penutup dan pengunci soldering iron agar tetap diam dan sesuai dengan yang diinginkan.

Bagian lain dari end-effektor pada lengan robot untuk penyolderan adalah komponen eksternal berupa soldering iron, motor stepper dan timah solder. Bagian ini ditempatkan dibagian yang telah dibuat dan dikunci menggunakan baut.



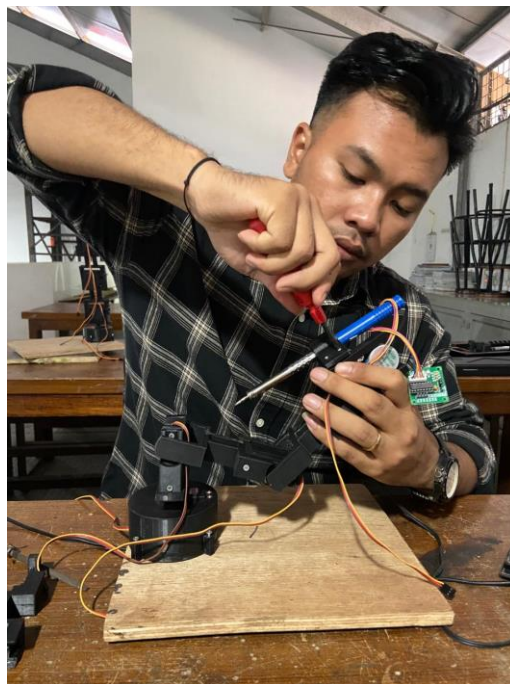
Gambar 4.13 End-Effektor

Setelah di cetak, Bagian bawah end-effektor seperti pada gambar 4.13 diatas memiliki ukuran Panjang 71 mm lebar 61 mm dan tinggi 64.7. Bagian tengahnya memiliki ukuran diameter 8.25 mm disesuaikan dengan ukuran soldering iron. Bagian motor steppernya memiliki ukuran Panjang 34.6 mm lebar 20 mm dan tinggi 47 mm.



Gambar 4.14 Cover End-Effektor

Bagian atas end-effektor seperti terlihat pada gambar 4.14 memiliki ukuran lebar Panjang 71 mm 26 mm tinggi 26 mm. bagian tengahnya juga sesuai dengan soldering iron sehingga ukuran diameternya 8.25 mm. bagian ini memiliki ketebalan 4 mm. bagian ini juga nantinya akan disambungkan pada bagian bawah end-effektor menggunakan baut.



Gambar 4.15 Perakitan End-Effektor

Bagian bawah end-effektor akan dipasang pada atas link. Kemudian dipasang soldering iron, motor stepper dan timah pada tempat yang telah dibuat. Komponen tersebut dikunci menggunakan baut. Kemudian bagian atasnya dipasang untuk menjaga komponen soldering iron agar tetap pada posisinya dan tidak berubah.

#### 4.2.5. Cover

cover servo dibuat untuk menyambungkan servo dengan bagian tempat servo nanti diletakkan. Bagian ini nantinya akan dibaut ke bagian-bagian tempat diletakkannya servo. Bagian ini dibuat karena servo tidak memiliki tempat atau ruang untuk dihubung dengan lengan robot sehingga dibuat bagian ini untuk menyambungkannya.



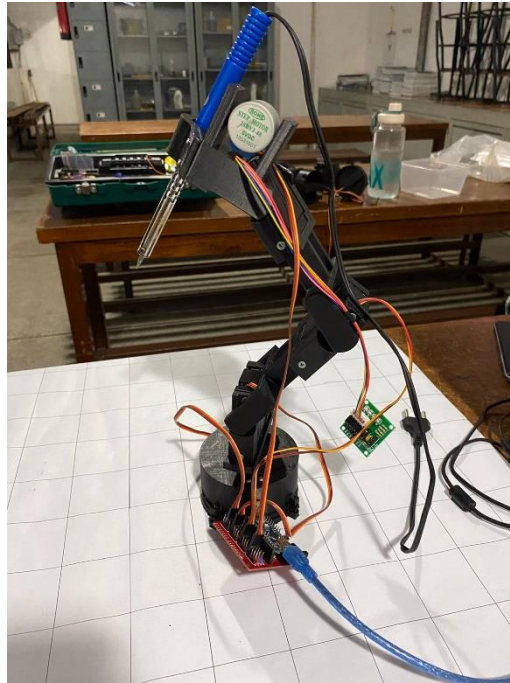
Gambar 4.16 Cover Servo

Gambar 4.16 diatas adalah hasil percetakan dari cover servo yang digunakan untuk membantu penempatan servo pada lengan robot. Ukuran hasil cetakan cover servo adalah ukuran panjang 53,8 mm lebar 20 mm tinggi 33,5 mm. bagian dalamnya tempat diletakkan servo memiliki ukuran yang sesuai dengan servo yaitu Panjang 40,9 mm lebar 20 mm dan tinggi 29 mm. disalah satu sisi dibuat bagian kotak tempat kabel servo dengan ukuran Panjang 13 mm lebar 7 mm dan tinggi 7 mm. di cover servo ini akan dipasang servo.



#### **4.2.6. Lengan robot**

Setelah seluruh komponen lengan robot telah dirakit dan terpasang dengan baik, selanjutnya dilakuka pemeriksaan secara menyeluruh agar lengan robot betul-betul terpasang dengan baik. hal ini juga termasuk memastikan gerak lengan robot lancer tanpa ada hambatan sehingga mampu digunakan pada aplikasi penyolderan. Adapun hasil pembuatan dapat dilihat pada gambar 4.17.



Gambar 4.17 Lengan Robot Solder

#### **4.3. Hasil Pengujian Lengan Robot**

Pengujian dilakukan setelah lengan robot telah terpasang seluruhnya dan dapat bergerak dengan baik. pengujian dimulai dengan menentukan titik koordinat yang nantinya akan dilakukan penyolderan. Lengan robot akan diuji waktu dan keberhasilan dari proses penyolderan. Pengujian menggunakan metode invers kinematik dimana titik koordinat yang telah ditentukan akan diinput kedalam koordinat simulasi pada aplikasi matlab yang nantinya akan mengeluarkan output berupa sudut servo tiap joint. Sudut ini nantinya akan memberikan koordinat aktual pada gerak lengan robot.

Tabel 4.1 Hasil Sudut Joint

No.	Koordinat Simulasi (Input)			Sudut Joint (Output)			
	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	Q1 (°)	Q2 (°)	Q3 (°)	Q4 (°)
1	-6,6	24,7	8	105	20	70	90
2	-4,4	25	8	100	20	70	90
3	-2,2	25,5	8	95	20	70	90
4	0	25,5	8	90	20	70	90
5	2,2	25,5	8	85	20	70	90
6	4,4	25	8	80	20	70	90
7	6,6	24,7	8	75	20	70	90
8	8,8	24	8	70	20	70	90
9	10,8	23	8	65	20	70	90

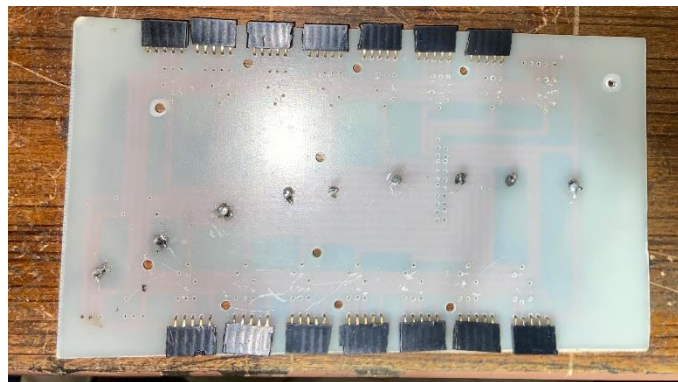
Setelah sudut joint telah didapat, selanjutnya melakukan pemograman lengan robot menggunakan Arduino IDE. Pemograman dilakukan untuk memgerakkan lengan robot. Setelah lengan robot digerakkan sesuai dengan sudut joint yang didapat. Kemudian dilakukan pengujian solder dan dicari keberhasilan penyolderan

Tabel 4.2 Hasil Pengujian solder pertama

No.	Koordinat Simulasi			Koordinat Aktual			Keberhasilan
	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	
1	-6,6	24,7	8	-7	24,3	8	Berhasil
2	-4,4	25	8	-5,2	25	8	Berhasil
3	-2,2	25,5	8	-2,4	25	8	Berhasil
4	0	25,5	8	0	25,3	8	Berhasil

5	2,2	25,5	8	1,2	26,5	8	Tdk Berhasil
6	4,4	25	8	4,2	26	8	Berhasil
7	6,6	24,7	8	6,5	25	8	Berhasil
8	8,8	24	8	8,8	24,6	8	Berhasil
9	10,8	23	8	10,6	23,8	8	Berhasil

Pada 9 titik pengujian pertama terdapat satu kesalahan penyolderan pada titik kelima, pada titik kelima lengan robot meleset dari titik yang dituju sehingga penyolderan tidak berhasil. Hal ini disebabkan karena error posisi pergerakan lengan robot. Adapun gambar hasil pengujian dapat dilihat sebagai berikut:



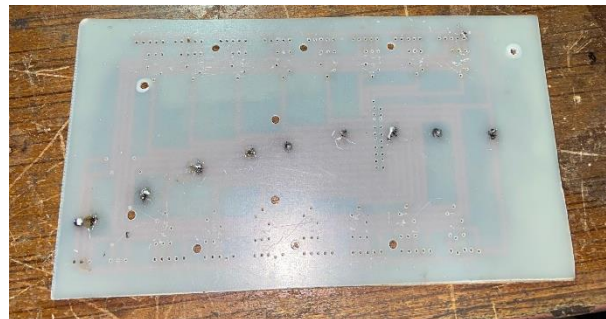
Gambar 4.18 Hasil Pengujian Pertama

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Solder Kedua

No.	Koordinat Simulasi			Koordinat Aktual			Keberhasilan
	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	
1	-6,6	24,7	8	-8	24,5	8	Tdk Berhasil
2	-4,4	25	8	-4,2	25	8	Berhasil
3	-2,2	25,5	8	-2,7	25	8	Berhasil
4	0	25,5	8	0	25,3	8	Berhasil
5	2,2	25,5	8	1,8	26	8	Tdk Berhasil

6	4,4	25	8	4,6	25,3	8	Berhasil
7	6,6	24,7	8	5,8	25	8	Berhasil
8	8,8	24	8	9	24,6	8	Berhasil
9	10,8	23	8	10,4	23,6	8	Berhasil

Pada 9 titik pengujian kedua terdapat dua kesalahan penyolderan pada titik kelima dan pertama, pada titik kelima lengan robot meleset dari titik yang dituju sehingga penyolderan tidak berhasil, hal ini disebabkan karena error posisi pergerakan lengan robot sedangkan pada titik pertama solder tidak dapat menyatu dengan titik uji pertama, ini disebabkan oleh besi pemanas yang kurang optimal. Adapun gambar hasil pengujian dapat dilihat sebagai berikut:



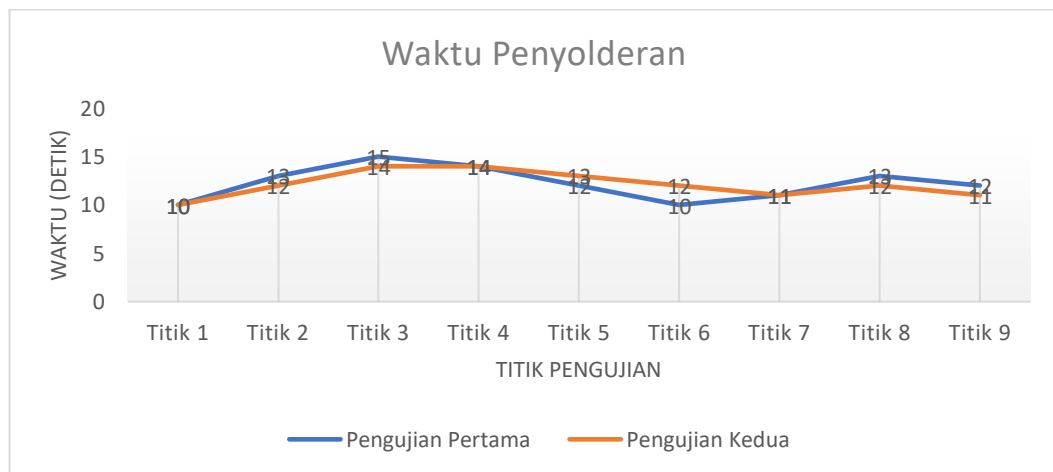
Gambar 4.19 Hasil Pengujian Kedua

Tabel 4.3 Waktu Pengujian

No.	Waktu Pengujian Pertama (Detik)	Waktu Pengujian Kedua (Detik)
1	10	10
2	13	12
3	15	14
4	14	14
5	12	13

6	10	12
7	11	11
8	13	12
9	12	11
Rata-Rata Waktu	12,23	12,12

Adapun rata-rata waktu penyolderan pada pengujian pertama adalah 12,23 detik dan pengujian kedua adalah 12,12 detik. Data waktu penyolderan dapat dilihat pada grafik berikut:



Setelah dilakukan pengujian untuk penyolderan. Maka dapat diketahui keandalan lengan robot dalam melakukan solder, yaitu:

$$\begin{aligned}
 \text{Keandalan} &= \frac{\text{Jumlah kegagalan}}{\text{jumlah operasi sukses}} \times 100 \% = \frac{15}{18} \times 100 \% \\
 &= 83.4 \%
 \end{aligned}$$

Diperoleh keandalan lengan robot dalam melakukan penyolderan adalah sebesar 83,4% dimana dalam 18 kali penyolderan, terdapat 3 kali kegagalan penyolderan.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan proses perancangan, pembuatan hingga pengujian alengan robot 4 dof untuk penyolderan dapat diambil kesimpulan:

1. Perancangan lengan robot 4 DOF untuk penyolderan dibuat menggunakan CAD Solidwork dengan membuat komponen-komponen lengan robot berupa base, base atas (upper base), link (lengan), end-effektor, dan cover servo. Komponen-komponen tersebut dibentuk dan disatukan hingga menjadi lengan robot. Lengan robot memiliki dimensi ukuran keseluruhan Panjang 85 mm, lebar 20 mm dan tinggi 400 mm. Komponen lengan robot dibuat menggunakan 3D printing dan menghasilkan base ukuran diameter 84,8 mm, tinggi 37 mm, dan ketebalan dinding 2.35 mm. Base atas memiliki ukuran panjang 85 mm, lebar 24,8 mm, tinggi 60,5 mm. link memiliki ukuran Panjang 135 mm, lebar 20 mm dan tinggi 70,8 mm. Bagian bawah end-effektor memiliki ukuran Panjang 71 mm lebar 61 mm dan tinggi 64,7 mm. Bagian atas end-effektor seperti terlihat pada gambar 4.14 memiliki ukuran lebar Panjang 71 mm 26 mm tinggi 26 mm. dan bagian cover servo memiliki ukuran panjang 53,8 mm lebar 20 mm tinggi 33,5 mm.
2. Diperoleh keandalan lengan robot dalam melakukan penyolderan adalah sebesar 83,4% dimana dalam 18 kali penyolderan, terdapat 3 kali kegagalan penyolderan. Adapun rata-rata waktu penyolderan pada pengujian pertama adalah 12,23 detik dan pengujian kedua adalah 12,12 detik.

#### **5.2 Saran**

Diharapkan dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan motor servo yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, B., Sunaryo, M., & Arif, A. (2008). Simulator Lengan Robot Enam Derajat Kebebasan Menggunakan OpenGL. *Telkomnika*, 6(3), 209–216.
- Agustin, M., Khaerunnisa, P., Mutiara Fitri, H., Cahyono, B. D., Vokasional, P., Elektro, T., Keguruan, F., & Pendidikan, I. (2024). Rancang Bangun Flip-Flop Menggunakan Rangkaian Schematic Pada Proteus. *Jurnal Kendali Teknik Dan Sains*, 2(1), 13–24. <https://doi.org/10.59581/jkts-widyakarya.v1i4>
- Anwar, M. A. S., Mirna, M., Rifaldi, M., & ishah. (2021). Rancang Bangun Robot Arm 4 DOF Berbasis Mikrokontroler ATmega 328. *Jurnal Mekatronika*, 3(2).
- Arifin, M. A. S. (2017). Rancang bangun prototype robot lengan menggunakan flex sensor dan accelerometer sensor pada lab Mikrokontroler STM32 Musirawas. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 9(3), 255–261. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v9i3.152.255-261>
- Craig, J. J. (2005). *Introduction to Robotics Mechanics and Control Third Edition* (M. J. Horton, Ed.; 3rd ed.). Pearson Prentice Hall.
- Djaya Siswaja, H. (2008). Prinsip Kerja Dan Klasifikasi Robot. *Media Informatika*, 7(3), 147–157.
- Firman, F. (2014). Perancangan Lengan Robot 5 Derajat Kebebasan Dengan Pendekatan Kinematika. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 11(2). <https://doi.org/10.17529/jre.v11i2.2309>
- Garnier, S., Subrin, K., & Waiyagan, K. (2017). Modelling of robotic drilling. *Procedia CIRP*, 58, 416–421. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.246>
- Hadi, A., Ghaffara, M. Z., Yandi, N. Y., Budayawan, K., & Fajri, B. R. (2021). Virtual Build Design of Simulator Soldering. *Teknologi Informasi Dan Pendidikan*, 14(3).
- Hammad Zaki, Gokhan alkan, & Mustafa Unel. (2019). Robust trajectory control of an unmanned aerial vehicle using acceleration feedback. *International Journal of Mechatronics and Manufacturing Systems*, 12(3), 298–317.
- Harpad, B., Widya Cipta Dharma, S., Yamin No, J. M., & Sur-el, S. (2020). Prototype Lengan Robot Berbasis Arduino Dengan Menggunakan Algoritma Kinematics. *Jurnal Ilmiah MATRIK*, 22(2).
- Ingole, K. (2021). *Design and Development of Robotic arm for Industrial Applications*.
- Izzati, F. V., & Rizki, A. (2017). Implementasi CAD (Computer Aided Design) dalam Proses Desain Produk. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 1(1). <https://doi.org/10.25077/xxxxx>

- Jatmiko, W., Mursanto, P., Iqbal Tawakal, M., Alvissalim Sakti, M., Hafidh, A., Budianto, E., Nanda Kurniawan, M., Ahfa, K., Danniswara, K., Anwar Ma'sum, M., & Hermawan, I. (2012). *Robotika: Teori dan Aplikasi*. Grafika Jati.
- Ma, Z., Poo, A.-N., Ang Jr, M. H., Hong, G.-S., & See, H.-H. (2018). Design and control of an end-effector for industrial finishing applications. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 53, 240–253.
- Sitompul, E., & Sodri, D. (2020). Prototipe Manipulator Lengan Robot Berbasis Arduino dengan Metoda Kendali Lead-Through. *Jurnal ELEMENTER*, 6(1). <https://jurnal.pcr.ac.id>












## **LAMPIRAN**

## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

### PERANCANGAN DAN PEMBUATAN END EFFECTOR BESI PEMANAS UNTUK PENYOLDERAN TIMAH PADA ROBOT LENGAN 4 DERAJAT KEBEBASAN

Nama : Dimas Setyo Hadi  
NPM : 1907230160  
Dosen Pembimbing : Khairul Umurani, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	3/5 2023	REVISI Latar belakang dan Tujuan	
2.	14/6 2023	Perbaiki bab 2	
3.	26/6 2023	Perbaiki alat / bahan dan prosedur	
4	3/7 2023	ACE, Seminar Proposal	
5.	9/1 2024	Perbaiki BAB 3	
6.	7/2 2024	Perbaiki BAB 4	
7.	22/2 2024	Revisi Kesimpulan	
8.	26/2 2024	ACE, SEMINAR HASIL	
9.	22/5 2024	ACE, Sidang	

---

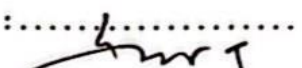

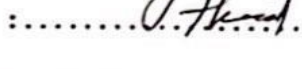
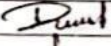
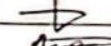




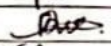
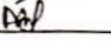
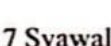
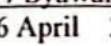
**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2023 – 2024**

Peserta seminar

Nama : Dimas Setyo Hadi

NPM : 1907230160

Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Lengan (ARM) Robot 4 Degrees Of Freedom Untuk Proses Soldering

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I	:	Khairul Umurani, ST, MT	:..... 
Pemanding – I	:	Munawar Alfansury Siregar, ST, MT	:..... 
Pemanding – II	:	Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT	:..... 
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	2007250070	m. Rizal Rivansyah	
2	2007250039	Imam Notawijaya	
3	1907230166	Agung Tau Tazkura	
4	1907230139	RANGGA FIQRI HASIBUAN	
5	190723072	DICKY RAHMAN SYAHRI H	
6	1907230136	Muhammad Daffa	
7	1907230131	Muhammad Hanifan Haon	
8	1907230119	HALFA Andri Pamban	
9	1907230104	RUSTAM EFENDI	
10	1807230077	ARIS SANDI LESMANA	

Medan, 17 Syawal 1445 H  
26 April 2024 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

Nama : Dimas Setyo Hadi  
NPM : 1907230160  
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Lengan (ARM) Robot 4 Degrees Of Freedom Untuk  
Proses Soldering

Dosen Pembanding – I : Munawar Alfansury Siregar, ST, MT  
Dosen Pembanding – II : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT  
Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT

**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

*Perbaikan sesuai pengelasan perbaikan judul  
lasor belahan (pendahuluan dan akhir)*

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

.....  
.....  
.....  
.....

Medan, 17 Syawal 1445 H  
26 April 2024 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- I



Munawar Alfansury Siregar, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

Nama : Dimas Setyo Hadi  
NPM : 1907230160  
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Lengan (ARM) Robot 4 Degrees Of Freedom Untuk  
Proses Soldering

Dosen Pembanding – I : Munawar Alfansury Siregar, ST, MT  
Dosen Pembanding – II : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT  
Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT

**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
- ② Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain : *perbaikan*

*① prosedur sesuaikan dgn tugas*  
*② hasil sesuaikan dengan tugas & prosedur*

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

.....  
.....  
.....  
.....

Medan 17 Syawal 1445 H  
26 April 2024 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar, ST, MT



Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Sila kunjungi kami di setiap dibutuhkan nomor dan langganannya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

UMSU Akreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1913/SK/BAH-PT/AK.KP/PT/XI/2022

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<https://fatek.umsu.ac.id> [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id) [umsumedan](https://www.instagram.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.facebook.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.youtube.com/umsumedan)

Nomor : 637 / II.3-AU/ UMSU-07/ F/2023  
Lamp : -  
Hal : Undangan Seminar Proposal Tugas Akhir  
Jurusan Teknik Mesin

Medan, 06 Muharram 1445 H

24 Juli 2023 M

Kepada : Yth. Sdr.

1. Khairul Umurani, ST., M.Sc. (Dosen Pembimbing)
2. Ahmad Marabdi Siregar, ST., MT. (Dosen Pembanding - I)
3. H. Muharnif, ST., M.Sc. (Dosen Pembanding - II)

di-

Medan.

Bismillahirrahmanirrahim.  
Assalamu'alaikumWr. Wb.

Dengan hormat, sesuai dengan Rekomendasi Ka. Prodi Teknik Mesin Tanggal 18 Juli 2023 tentang dosen Pembimbing Tugas Akhir maka melalui surat ini kami mengundang Saudara untuk menghadiri Seminar Proposal Tugas Akhir, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara atas nama mahasiswa yang tersebut di bawah ini:

Nama : Dimas Setyo Hadi  
NPM : 1907230160  
Jurusan : Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Lengan (Arm) Robot 5 Degrees Of Freedom Untuk Proses Penyolderan

Insya Allah akan dilaksanakan pada :

Hari / tanggal : Jum'at / 28 Juli 2023  
Waktu : 14.00 WIB - Selesai  
Tempat : Fakultas Teknik UMSU  
Jalan Muchtar Basri No. 03 Medan.

Demikian undangan ini kami sampaikan atas perhatian saudara kami ucapkan terimakasih. Akhirnya selamat dan sejahteralah kita semua Amin.



Munawar Alfansury Siregar, ST., MT.  
NIDN: 0101017201

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA PRIBADI

Nama : Dimas Setyo Hadi  
NPM : 1907230160  
Tempat, Tanggal Lahir : Kampung Pasir, 17 November 1999  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Status Perkawinan : Belum Kawin  
Alamat : Link IV Kampung Pasir  
    Kecamatan : Secanggang  
    Kabupaten : Langkat  
    Provinsi : Sumatra Utara  
Nomor Hp : 082273568253  
E-mail : dimassetyohadi17@gmail.com  
Nama Orang Tua  
    Ayah : Wasis  
    Ibu : Syamsiati

### PENDIDIKAN FORMAL

1. SDN 050712 Hinai Kiri : Tahun 2006-2012
2. SMPN 1 Secanggang : Tahun 2012-2015
3. SMKS Putra Jaya Stabat : Tahun 2015-2018
4. Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara : Tahun 2019-2024