



TUGAS AKHIR – LI1956404

**KONFIGURASI KONTROL MOTOR STEPPER
SECARA SEQUENTIAL PADA ROBOT
CARTESIAN**

Oleh:

Nurul Hikmah Sanima

NRP. 33112301019

Dosen Pembimbing:

M. Sohibul Hajah, S.T., M.T. Pembimbing I

Achmad Afandi, S.Tr.T., M.Tr.T. Pembimbing II

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNOLOGI ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI MADURA SAMPANG
2026**



TUGAS AKHIR – LI1956404

**KONFIGURASI KONTROL MOTOR
STEPPER SECARA SEQUENTIAL PADA
ROBOT CARTESIAN**

Oleh:

Nurul Hikmah Sanima

NRP. 33112301019

Dosen Pembimbing:

M. Sohibul Hajah, S.T., M.T. Pembimbing I

Achmad Afandi, S.Tr.T., M.Tr.T. Pembimbing II

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNOLOGI ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI MADURA SAMPANG
2026**

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mahasiswa Politeknik Negeri Madura, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi:

Nama : Nurul Hikmah Sanima
NRP : 33112301019
Program Studi : D3 Teknik Listrik Industri
Jurusan : Teknologi Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya buat dengan judul “Konfigurasi kontrol motor stepper secara sequential pada robot cartesian”:

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi

pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.

- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada Tugas Akhir ini.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan seperti apa yang di atas, maka Tugas Akhir saya ini dibatalkan.



Sampang, 22 Januari 2026

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Nurul Hikmah Saifina'.

Nurul Hikmah Saifina
NRP. 3311123011019

LEMBAR PENGESAHAN
KONFIGURASI KONTROL MOTOR STEPPER
SECARA SEQUENTIAL PADA ROBOT
CARTESIAN

Diajukan untuk memnuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Ahli Madya Teknik
Pada,
Jurusan teknologi Elektro
Politeknik Negeri Madura

Oleh:
Nurul Hikmah Sanima
NRP. 33112301019

Tugas Akhir ini telah disidangkan pada tanggal 05 Agustus
2026 dan telah sesuai dengan ketentuan.

Disetujui Tim Penguji Tugas Akhir:

1. M. Sohibul Hajah, S.T., M.T.....(Pembimbing I)
2. Achmad Afandi, S.Tr.T., M.Tr.T.....(Pembimbing II)
3. Norma Mahmudah, S. T., M. T.(Penguji I)
4. Helmy Sahirul Alim, S.S., M. T(Penguji II)
5. Ir.Akhmad Arif Kurdianto ,S.ST.,M.T(Penguji III)

Sampang
05 Agustus 2026

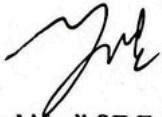
LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR

Judul Tugas Akhir : Konfigurasi Kontrol Motor Stepper Secara Sequential
Pada Robot Cartesian
Penulis : Nurul Hikmah Sanima
NRP : 33112301019
Program Studi : DIII Teknik Listrik Industri
Jurusan : Teknologi Elektro

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disetujui untuk disidangkan.
Ditandatangani di Gedung A, Politeknik Negeri Madura.

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II



Achmad Afandi, S.Tr.T., M.Tr.T.
NIP. 199710252024061001

Dosen Pembimbing I



M. Sohibul Hajaib, S.T., M.T.
NIP. 197505272015041001

Koordinator Program Studi

Teknik Listrik Industri



Bayu Praharsena, S.ST., M.T.
NIP. 199405312019031009

Ketua Jurusan

Teknologi Elektro



Mohammad Nur, S.Si., M.T.
NIP. 198605082019031007



ABSTRAK



KONFIGURASI KONTROL MOTOR STEPPER SECARA SEQUENTIAL PADA ROBOT CARTESIAN

Nama : Nurul Hikmah Sanima
NRP : 33112301019
Dosen Pembimbing I : M. Sohibul Hajah, S.T., M.T.
Dosen Pembimbing II : Achmad Afandi, S.Tr.T., M.Tr.T.

ABSTRAK

Robot cartesian merupakan salah satu penerapan teknologi otomasi yang banyak digunakan dalam bidang industri maupun pendidikan karena memiliki kemampuan bergerak secara linier pada sumbu X, Y, dan Z. Untuk menghasilkan pergerakan yang teratur dan sesuai dengan kebutuhan sistem, diperlukan aktuator dan sistem kontrol yang mampu mengatur pergerakan setiap sumbu. Pada tugas akhir ini telah dirancang dan direalisasikan konfigurasi kontrol motor stepper secara sequential pada robot cartesian tiga sumbu. Sistem menggunakan motor stepper sebagai aktuator untuk menggerakkan sumbu X, Y, dan Z, dengan pengendalian dilakukan secara berurutan sesuai dengan konfigurasi yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan mengamati kondisi kerja setiap sumbu melalui pengukuran

tegangan, arus, serta waktu pergerakan robot. Hasil pengujian menunjukkan bahwa robot dapat bergerak dengan baik pada setiap sumbu. Pada sumbu X, robot mampu bergerak sejauh 60 cm dengan waktu 16,16 detik saat maju dan 17,01 detik saat mundur. Pada sumbu Y, robot mampu bergerak sejauh 50 cm dengan waktu 12,20 detik saat bergerak ke kanan dan 11,82 detik saat bergerak ke kiri. Sedangkan pada sumbu Z, robot mampu bergerak sejauh 40 cm dengan waktu 10,62 detik saat bergerak ke atas dan 10,36 detik saat bergerak ke bawah. Berdasarkan hasil pengujian, sistem robot cartesian tiga sumbu dapat bekerja dengan baik dan mampu menghasilkan pergerakan motor stepper secara sequential sesuai dengan rancangan. Robot yang telah dibuat juga dapat digunakan sebagai media pembelajaran untuk memahami pengendalian motor stepper dan sistem pergerakan robot cartesian.

Kata Kunci: Robot Cartesian, Motor Stepper, Kontrol Sequential, Sistem Kendali, Otomasi.

ABSTRACT

**KONFIGURASI KONTROL MOTOR STEPPER
SECARA SEQUENTIAL PADA ROBOT CARTESIAN**

Nama : Nurul Hikmah Sanima
NRP : 33112301019
Dosen Pembimbing I : M. Sohibul Hajah, S.T., M.T.
Dosen Pembimbing II : Achmad Afandi, S.Tr.T., M.Tr.T.

ABSTRACT

The Cartesian robot is an application of automation technology widely used in both industrial and educational sectors due to its ability to move linearly along the X, Y, and Z axes. Achieving controlled movement that meets system requirements necessitates actuators and a control system capable of regulating the motion of each axis. This final project involved the design and implementation of a sequential stepper motor control configuration for a three-axis Cartesian robot. The system employs stepper motors as actuators to drive the X, Y, and Z axes, with control executed sequentially according to the established configuration. Testing was conducted by monitoring the operational status of each axis through measurements of voltage, current, and movement duration. Test results indicate that the robot

operates effectively across all axes. On the X-axis, the robot travels 60 cm, taking 16.16 seconds to move forward and 17.01 seconds to move backward. On the Y-axis, it travels 50 cm, taking 12.20 seconds to move right and 11.82 seconds to move left. On the Z-axis, it travels 40 cm, taking 10.62 seconds to move upward and 10.36 seconds to move downward. The results demonstrate that the three-axis Cartesian robot system functions correctly and successfully executes sequential stepper motor movements as designed. Furthermore, the constructed robot serves as an effective educational tool for understanding stepper motor control and Cartesian robot motion systems.

Keywords: Cartesian Robot, Stepper Motor, Sequential Control, Control System, Automation.



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA

KATA PENGANTAR

viii



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji syukur kepada Allah Yang Maha Esa yang telah memberi kekuatan, kemampuan, dan ~~keahlian~~ ^{kepercayaan} kepada penulis, sehingga penulis menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Tujuan penulisan tugas akhir adalah memenuhi salah satu persyaratan bagi mahasiswa untuk dapat menyelesaikan pendidikan Diploma-3 Program Studi Teknik Listrik industri jurusan Teknologi Elektro di Politeknik Negeri Madura.

Dalam tugas akhir ini, penulis menyusun laporan TA berjudul **“Konfigurasi Kontrol Motor Stepper Secara Sequential Pada Robot Cartesian”**.

Laporan TA ini tidak akan selesai dengan baik tanpa bantuan, bimbingan, dan dorongan dari orang-orang yang berada di sekitar penulis. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Ibu Laily Ulfyah, S.T., MT., Direktur Politeknik Negeri Madura yang telah memberikan kesempatan, ~~fasilitas, dan dukungan~~ ^{dukungan} selama penulis menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

2. Bapak M. Musta'in, S.T., MT., Wakil Direktur Bidang Akademik. Terimakasih penulis sampaikan atas perhatian, kebijakan, serta dukungan yang turut menunjang kelancaran proses akademik penulis selama masa studi.

3. Bapak Muhammad Nur, S.Si., M.T. Ketua Jurusan teknologi elektro. Terimakasih penulis sampaikan atas arahan, bimbingan, serta dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

4. Bapak Ibrahim Saiful Millah, S.T., M.Sc Sekretaris Jurusan teknologi elektro. Terimakasih penulis sampaikan atas bantuan, keramahan, yang sangat membantu penulis selama proses penyusunan tugas akhir.

5. M. Sohibul Hajah, S.T., M.T. Pembimbing I. Penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya atas kesabaran, ketulusan, dan bimbingan yang diberikan, sehingga penulis dapat memahami, memperbaiki, dan menyelesaikan tugas akhir ini.

6. Bapak Achmad Afandi, M.Tr.T, Pembimbing II. Terimakasih penulis sampaikan atas arahan, masukan, dan motivasi yang diberikan selama proses

bimbingan yang sangat berarti dalam penyempurnaan tugas akhir ini.

7. Bapak Bayu Praharsena, S.ST., M.T., selaku Koordinator Program Studi D3 Teknik Listrik Industri, atas dukungan dan koordinasinya yang memudahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

8. Bapak Moch Nur Adiwana, M.T, selaku koordinator tugas akhir, terimakasih penulis ucapkan atas bimbingan, nasihat, dan kesabaran yang telah menuntun penulis untuk bisa menyelesaikan tugas akhir ini.

9. Bapak Ibrahim Saiful Millah, S.T., M.Sc selaku Dosen Wali, yang senantiasa memberikan dukungan dan selalu memantau anak didiknya agar selalu memberikan yang terbaik pada kesempatan duduk dibangku kuliah kali ini.

10. Para dosen dan tenaga kependidikan Politeknik Negeri Madura yang telah senantiasa memberikan nasihat, bimbingan, dan motivasi, serta selalu mendukung perkembangan akademik penulis sejak awal perkuliahan.

11. Untuk ibunda tercinta, yakni Mahmudah pintu surgaku. Terimakasih yang tak terhingga penulis sampaikan kepada pintu surgaku atas kasih sayang, kesabaran, doa, dan pengorbanan yang tak ternilai. Engkau menjadi kekuatan utama bagi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Terimakasih atas peluh keringat yang sudah dikeluarkan untuk membiayai penulis dari awal sampai sekarang. Apapun akan penulis usahakan untuk melihat ibundaku tersayang bahagia.

12. Untuk ayahanda tercinta, yakni Mardi pahlawan tak bersayapku. Dengan penuh cinta dan hormat, penulis mengucapkan terimakasih kepada sosok ayah yang selalu menjadi sosok kuat, penyemangat, dan sumber doa, serta tidak pernah lelah memberikan dukungan dalam setiap langkah kehidupan penulis. Terimakasih sudah memberikan kepercayaan penuh untuk penulis menempuh pendidikan ini, semoga dengan ini terbit senyuman bangga dari bibir ayah untuk putri kecilnya yang sedang memperjuangkan masa depannya.

13. Untuk keluarga tercinta, terimakasih atas dukungan dan perhatian yang selalu di kerahkan untuk penulis

sehingga penulis bisa sampai di titik ini. Semoga kebaikan keluarga tercinta selalu berbalik dengan baik.

14. Teman-teman seperjuangan “Viking”. Terimakasih karena selalu menemani, membantu, dan memberikan semangat selama perjalanan studi, serta menjadi bagian berharga dalam suka duka penulis, semoga kita semua bisa melewati fase ini dengan hati yang lapang, semoga dimudahkan urusannya seperjuanganku. untuk teman-teman
15. Untuk saudara yang tak pernah melakuannya lebihnya, dan orang yang pernah terima kasih sebanyak-banyak nya karena sudah membantu penulis selama ini, dari awal pengenalan hingga sekarang. Terimakasih atas segala hal baik yang dilakukan sehingga penulis bisa menyantumkan pesan ini di perjalanan terakhir perkuliahan. Semoga kebaikan yang dilakukan menjadi pahala yang mengalir sederas air zam zam dan barokah untuk semua orang.

16. Untuk penulis sendiri, Nurul Hikmah Sanima.

Terimakasih karena sudah bertahan sejauh ini, banyaknya masalah yang penulis lalui di sela menjalani tugas akhir ini, dari keluarga dan apapun itu. Penulis memilih bertahan dan meneruskan semuanya sendirian. semoga perjuangan yang dilakukan berakhir dengan hasil yang dipanjatkan. Teruslah bangkit walaupun sering dipatahkan, karena perempuan juga berhak bertahan dikerasnya hidup ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam tugas akhir ini. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk tugas akhir ini.

Sampang, 22 Januari 2026

Nurul Hikmah Sanima
NRP. 33112301019



DAFTAR ISI

x



DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	5
1.5 Manfaat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Sebelumnya	7
2.2 Landasan Teori	15

PLC 200hron CP1e	16	Aktuator
Motor 2.2 Stepper	17	Driver motor stepper
.....2.2.3.....	18	Power Supply
.....2.2.4.....	18	
Linear Rail Tipe HGR / SBR Dan Bearing Block	19	
Ulir 2.2.6 (lead screw)	20	
Motor 2.2.7 Servo	21	
Grip 2.2.8	21	
kayu 2.2.9 Penopang	22	
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23	

3.1 Tahapan Penelitian	23
3.3.1 Diagram Alir Penelitian	25
3.3.2 Diagram Blok	26
3.3.3 Flowchart sistem kerja alat	27
3.3.4 Wiring diagram system	28
3.3.5 Desain rancang hardware	28
3.2 Spesifikasi Alat Dan Bahan	29
3.3 Proses Dan Prosedur Pengerjaan	34
3.4 Estimasi Harga	35

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN36

Hasil Perancangan Alat	36
4.1 Tampilan Alat Keseluruhan	39
4.1.1 Pengujian Sistem	40
4.2 Pengujian Tegangan dan Arus Motor Stepper	40
4.2.1 Pengujian Waktu Pergerakan	41
4.2.2	

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	47
BIODATA PENULIS	49



DAFTAR TABEL



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Pebelitian Sebelumnya	13
Tabel 3.1 Spesifikasi alat dan bahan	29
Tabel 4.1 Tabel pengujian sumbu x	40
Tabel 4.2 Tabel pengujian sumbu y	40
Tabel 4.3 Tabel pengujian sumbu z	41
Tabel 4.4 Tabel pengujian waktu dan pergerakan	41



DAFTAR GAMBAR



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 PLC Omron CP1e	16
Gambar 2.2 Aktuator motor stepper	17
Gambar 2.3 Driver motor stepper	18
Gambar 2.4 Power supply	19
Gambar 2.5 Linear rail tipe HGR/SBR dan bearing block	20
Gambar 2.6 Ulir screw (lead screw)	20
Gambar 2.7 Motor servo	21
Gambar 2.8 Gripper	22
Gambar 2.9 Kayu Penopang	22
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	25
Gambar 3. 2 Diagram blok	26
Gambar 3.3 Flowchart sistem kerja alat	27
Gambar 3.4 Wiring diagram sistem	28
Gambar 3.5 Desain rancang hardware	28
Gambar 3.6 Proses dan prosedur pengerjaan	34
Gambar 3.7 Estimasi harga	35
Gambar 4.1 Tampilan Alat Dari Samping	37
Gambar 4.2 Tampilan Alat Dari Atas	37



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

PLC	: <i>Programmable Logic Controller</i>
PWM	: <i>Pulse Width Modulation</i>



DAFTAR LAMPIRAN



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 progres pengerjaan	47
-------------------------------------	----



BAB 1

PENDAHULUAN



BAB 1

PENDAHULUAN

Látar Belakang

Perkembangan teknologi otomasi dan robotika mendorong kebutuhan sistem mekanik yang memiliki tingkat ketelitian, kestabilan, dan efisiensi tinggi untuk berbagai aplikasi industri maupun pendidikan. Robot jenis Cartesian merupakan salah satu bentuk robot yang banyak digunakan karena memiliki kemampuan bergerak secara linier pada sumbu X, Y, dan Z dengan struktur gerak yang sederhana. Robot Cartesian dapat digunakan untuk berbagai proses otomasi, salah satunya adalah proses pemindahan material dari satu posisi ke posisi lainnya. Pada tugas akhir ini, robot Cartesian digunakan sebagai simulasi sistem pemindahan material dengan objek berupa mini kontainer. Mini kontainer ditempatkan pada area kerja robot, sedangkan robot Cartesian ditempatkan pada meja atau rangka penopang sebagai tempat kerja alat. Gripper yang berada pada ujung sumbu Z digunakan untuk menjepit mini kontainer. Selanjutnya, motor stepper menggerakkan sumbu X, Y, dan Z sesuai dengan urutan pergerakan yang telah ditentukan. Dengan sistem tersebut, alat dapat mensimulasikan proses pengambilan,

pemindahan, dan peletakan mini kontainer pada posisi yang telah ditentukan. Penggunaan mini kontainer pada alat ini bertujuan untuk memberikan gambaran sederhana mengenai penerapan robot Cartesian dalam proses pemindahan material [1]. Untuk Pergerakan pada sumbu X digunakan menggerakkan robot secara maju dan mundur, sumbu Y digunakan untuk pergerakan ke kanan dan kiri, sedangkan sumbu Z digunakan untuk pergerakan ke atas dan ke bawah. Kombinasi pergerakan ketiga sumbu tersebut memungkinkan gripper mencapai posisi mini kontainer dan melakukan proses pemindahan sesuai dengan urutan kerja yang telah ditentukan. Untuk menghasilkan pergerakan yang teratur dan sesuai dengan kebutuhan sistem, diperlukan aktuator yang mampu dikendalikan dengan baik. Motor stepper dipilih sebagai aktuator karena dapat bergerak berdasarkan pulsa yang diberikan sehingga pergerakannya dapat dikontrol secara bertahap. Motor stepper digunakan pada masing-masing sumbu untuk menghasilkan gerakan linier melalui mekanisme penggerak yang digunakan pada robot. Dengan pengaturan pulsa dan arah putaran motor, pergerakan setiap sumbu dapat disesuaikan dengan kebutuhan sistem. Sistem kontrol pada robot dirancang secara sequential, yaitu

pergerakan dilakukan secara berurutan sesuai dengan langkah kerja yang telah ditentukan. Konfigurasi ini digunakan agar pergerakan sumbu X, Y, dan Z dapat dilakukan secara teratur dalam proses pemindahan mini kontainer. Sistem kontrol tersebut memungkinkan setiap tahapan pergerakan robot dilakukan sesuai urutan, mulai dari posisi awal, proses menjangkau mini kontainer, menjepit mini kontainer menggunakan gripper, memindahkan mini kontainer, hingga meletakkannya pada posisi yang telah ditentukan. Selain digunakan sebagai simulasi proses pemindahan material, robot Cartesian yang dibuat dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran bagi mahasiswa Program Studi Teknik Rekayasa Otomasi (TRO). Alat ditempatkan pada meja atau area praktikum sehingga mahasiswa dapat mempelajari secara langsung prinsip kerja robot Cartesian, motor stepper, sistem kontrol sequential, mekanisme gerak linier, dan gripper dalam sebuah sistem otomasi. Dengan adanya alat ini, mahasiswa tidak hanya mempelajari teori, tetapi juga dapat melakukan pengamatan, pengoperasian, dan pengujian secara langsung terhadap sistem robot Cartesian. Berdasarkan uraian tersebut, tugas akhir ini membahas “Konfigurasi Kontrol Motor Stepper

Secara Sequential pada Robot Cartesian” dengan membuat robot Cartesian tiga sumbu yang digunakan untuk simulasi pemindahan mini kontainer. Sistem yang dibuat kemudian dilakukan pengujian untuk memastikan robot dapat bekerja sesuai dengan rancangan yang telah ditentukan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dijelaskan, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang konfigurasi kontrol motor stepper secara sequential yang tepat pada robot cartesian?
2. Bagaimana mengoptimalkan kontrol motor stepper untuk meningkatkan kestabilan dan ketepatan gerak pada robot cartesian?

Batasan Masalah

Batasan masalah ditentukan agar tugas akhir ini dapat lebih terarah sehingga tujuan yang diinginkan dapat tercapai. Berikut merupakan beberapa batasan masalah diantaranya :

1. Penelitian hanya fokus pada kontrol motor stepper berbasis PLC.

2. Pengujian dilakukan pada robot cartesian sederhana yang memiliki 3 sumbu gerak.
3. Konfigurasi kontrol motor stepper dilakukan secara sequential (berurutan menurut langkah).

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah dari tugas akhir ini,

maka dirumuskan tujuan sebagai berikut:

1. Mendesain konfigurasi kontrol motor stepper secara sequential pada robot cartesian.
2. Mengoptimalkan pengendalian motor stepper untuk meningkatkan ketepatan dan kestabilan mekanik sistem.

1.5 Manfaat

Adapun beberapa manfaat yang didapatkan dari pembuatan alat untuk tugas akhir adalah:

A. Manfaat bagi mahasiswa

Membantu mahasiswa memahami robot cartesian secara langsung, mulai dari cara kerja mekaniknya, penggunaan motor stepper, cara konfigurasi kontrol motor stepper, hingga cara mengontrol gerak robot menggunakan PLC.

B. Manfaat bagi politeknik

Penelitian ini dapat menambah fasilitas praktikum di laboratorium berupa robot cartesian yang dapat digunakan sebagai alat pembelajaran dan percobaan. Selain itu, alat ini membantu meningkatkan kualitas kegiatan praktikum serta memudahkan mahasiswa dalam memahami sistem robotika secara langsung.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian Sebelumnya

Penelitian yang dilakukan oleh Kanchan Pandita, Yamini Sharma, dan Vijaykumar Kamble yang berjudul “Stepper Motor Driven Three Axis Robot Using PLC”, penelitian ini membahas perancangan dan implementasi sistem robot tiga sumbu yang dikendalikan menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) sebagai pengendali utama. Pada penelitian ini, masing-masing sumbu robot digerakkan oleh motor stepper yang dikontrol melalui keluaran PLC, sehingga membentuk sistem gerak linier pada sumbu X, Y, dan Z yang dapat dipandang sebagai model dasar robot Cartesian. Sistem yang dirancang bekerja berdasarkan program PLC berbasis ladder diagram. Pulsa tersebut digunakan untuk mengatur arah putaran, jumlah langkah, dan urutan pergerakan masing-masing motor agar dapat bergerak secara sinkron dan terkoordinasi. Dengan pengaturan ini, robot mampu melakukan pergerakan sesuai lintasan yang telah ditentukan pada program PLC [2].

Penelitian yang dilakukan oleh Budi Cahyo Wibowo, Mohammad Dahlan, dan R. Rhoedy Setiawan, berjudul

“Stepper Motor *Control Analysis Using Acceleration–Deceleration Method Based on PLC (Programmable Logic Control)*” membahas analisis kontrol motor stepper yang dikendalikan oleh PLC dengan metode percepatan-perlambatan. Fokus penelitian ini adalah menghasilkan sinyal pulsa dengan frekuensi yang bervariasi secara bertahap dari PLC untuk mengontrol kecepatan dan posisi motor stepper secara presisi [3]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode tersebut mampu mengendalikan kecepatan putar motor secara stabil dalam sistem kendali terbuka. Penelitian ini digunakan sebagai acuan dalam memahami pengaturan sinyal motor stepper berbasis PLC tetapi belum menerapkan pada robot Cartesian.

Penelitian yang dilakukan oleh Purnama Irwan dan Romiyadi, berjudul “Perancangan Lengan Robot Sebagai Media Pembelajaran *Programmable Logic Controller* Di Laboratorium PLC” membahas perancangan dan implementasi lengan robot dengan motor stepper yang dikendalikan oleh PLC sebagai media pembelajaran. Pada penelitian ini, setiap derajat kebebasan lengan robot digerakkan oleh motor stepper yang diperintah melalui program PLC sehingga pergerakan dapat dilakukan secara

terkoordinasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lengan robot yang dirancang dapat berfungsi sebagai media pembelajaran sistem kendali PLC dengan baik [4]. Penelitian ini digunakan sebagai acuan dalam memahami hubungan langsung antara program PLC dan motor stepper pada sistem robotika sederhana namun masih terbatas pada media pembelajaran dan bukan pada robot Cartesian tiga sumbu.

Penelitian yang dilakukan oleh Muhamad Rifa'i, Herwandi Herwandi, Hari Kurnia Safitri, dan Abrar Kadafi dengan judul “*Scaling Data PLC sebagai Pengontrol Motor Stepper Penggerak Ulir Extruder*” membahas perancangan metode scaling sinyal pada PLC untuk mengendalikan motor stepper yang digunakan sebagai penggerak ulir pada sistem extruder. Penelitian ini berfokus pada pemetaan nilai input berupa periode pulsa dari PLC menjadi parameter keluaran motor stepper, khususnya kecepatan putar dan torsi, agar proses kerja extruder dapat berlangsung secara stabil. Pada penelitian tersebut, PLC digunakan untuk mengatur setpoint motor stepper melalui proses scaling data, sehingga motor dapat beroperasi sesuai dengan nilai yang telah ditentukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa PLC mampu melakukan scaling setpoint dengan baik, sehingga motor

stepper dapat berputar sesuai target yang diinginkan dan menghasilkan performa sistem yang stabil [5]. Penelitian ini digunakan sebagai acuan dalam memahami proses mapping dan pengaturan parameter motor stepper berbasis PLC, terutama terkait hubungan antara sinyal keluaran PLC dan respon motor stepper. Namun, penelitian ini masih terfokus pada aplikasi sistem extruder dan belum diterapkan pada sistem robot Cartesian, sehingga tidak membahas koordinasi gerak multi-sumbu seperti yang dibutuhkan pada robot Cartesian.

Penelitian yang dilakukan oleh Pairoj Thongprasorn dan Chalampol Vesarachaprasert dengan judul “*Application of Cartesian Robotic Arm for 2D Sketching Controlled by PLC*” membahas rancang bangun sistem robot Cartesian yang dikendalikan menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) untuk aplikasi penggambaran dua dimensi secara otomatis. Penelitian ini menitik beratkan pada pemanfaatan PLC sebagai pengendali utama dalam mengatur pergerakan linier robot Cartesian pada sumbu X dan Y. Pada penelitian tersebut, robot Cartesian digerakkan oleh motor stepper pada masing-masing sumbu, di mana PLC berperan dalam menghasilkan sinyal kendali yang dikirimkan ke driver motor

untuk mengatur arah dan jumlah langkah motor stepper. Dengan demikian, penelitian ini secara tidak langsung menunjukkan mekanisme kerja driver motor stepper berbasis PLC dalam mengendalikan gerakan linier robot Cartesian. Metode pemrograman PLC yang digunakan adalah ladder diagram, yang berfungsi untuk mengatur logika dasar dan urutan pergerakan motor pada setiap sumbu. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengendalikan motor stepper secara stabil dan menghasilkan pergerakan robot Cartesian yang presisi dalam mengikuti lintasan gambar [6]. Penelitian ini digunakan sebagai acuan dalam penerapan PLC untuk mengendalikan motor stepper melalui driver pada robot Cartesian, khususnya dalam memahami bagaimana PLC menghasilkan sinyal kendali untuk pergerakan sumbu linier. Namun, penelitian tersebut masih terbatas pada robot Cartesian dua sumbu dan belum membahas perancangan driver motor stepper secara terintegrasi untuk sistem tiga sumbu (X-Y-Z).

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan PLC sebagai pengendali motor stepper telah banyak diterapkan pada berbagai aplikasi, seperti lengan robot untuk media

pembelajaran, analisis kendali motor stepper, alat peraga kendali posisi linier, serta pengontrol motor stepper pada sistem industri tertentu. Penelitian-penelitian tersebut memberikan kontribusi penting dalam memahami hubungan antara program PLC, sinyal kendali, dan respon motor stepper.

Namun demikian, penelitian-penelitian tersebut masih memiliki keterbatasan. Sebagian besar penelitian hanya berfokus pada satu sumbu atau dua sumbu, atau diterapkan pada sistem non-Cartesian seperti lengan robot dan extruder. Selain itu, beberapa penelitian masih bersifat alat peraga atau media pembelajaran, sehingga belum membahas secara mendalam integrasi antara sistem dengan motor multistep. Belum ditemukan penelitian yang secara khusus mengkaji rancang bangun driver motor stepper berbasis PLC yang diterapkan pada robot Cartesian tiga sumbu (X-Y-Z) sebagai satu sistem yang utuh.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi celah (research gap) dari penelitian-penelitian sebelumnya, yaitu dengan merancang dan mengimplementasikan driver motor stepper berbasis PLC pada robot Cartesian tiga sumbu.

Penelitian ini tidak hanya berfokus pada pengendalian motor stepper, tetapi juga pada integrasi driver, pengaturan urutan gerak tiap sumbu, serta koordinasi gerak antar sumbu dalam satu sistem robot Cartesian. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan sistem otomasi dan robotika berbasis PLC, khususnya pada aplikasi robot Cartesian tiga sumbu yang lebih aplikatif dan mendekati kebutuhan industri.

Tabel 2. 1 Pebelitian Sebelumnya

No	Penelitian	Objek penelitian	PLC	Motor stepper	Driver motor	Robot cartesian	Multi axis
1.	Budi Cahyo Wibowo, Mohammad Dahlan, dan R. Rhoedy Setiawan.	Analisis kontrol motor stepper berbasis PLC	YES	YES	YES	NO	NO
2.	Purnama Irwan dan Romiyadi	Lengan robot sebagai media pembelajaran PLC	YES	YES	YES	NO	NO
3.	Muhamad Pengontro		YES	YES	YES	NO	NO

No	Penelitian	Objek penelitian	PLC	Motor stepper	Driver motor	Robot cartesian	Multi axis
	Rifa'i, Herwandi Herwandi, Hari Kurnia Safitri, dan Abrar Kadafi	1 motor stepper pada sistem extruder					
4.	Pairoj Thongprasorn dan Chalamporn Vesarachaprasert.	Robot Cartesian 2 sumbu untuk 2D sketching	YES	YES	YES	YES	NO
5.	Penelitian Saya	Konfigurasi Kontrol motor stepper secara sequentia 1 pada robot cartesian	YES	YES	YES	YES	YES

Landasan Teori

Konfigurasi kontrol merupakan pengaturan sistem kendali agar setiap bagian robot dapat bekerja sesuai dengan fungsi dan urutan yang telah ditentukan. Pada tugas akhir ini, konfigurasi kontrol digunakan untuk mengatur pergerakan robot Cartesian dalam proses pemindahan mini kontainer.

Motor stepper merupakan pulsatif listrik yang dapat menentukan langkah atau perpindahan motor, sedangkan arah sinyal menentukan arah gerak. Motor stepper digunakan sebagai penggerak pada sumbu X, Y, dan Z. Kontrol sequential merupakan metode pengendalian yang menjalankan proses secara berurutan berdasarkan tahapan kerja yang telah ditentukan. Pada robot ini, pergerakan setiap sumbu dilakukan secara sequential agar proses pemindahan mini kontainer dapat berjalan secara teratur. Robot Cartesian merupakan robot yang memiliki pergerakan linier pada sumbu X, Y, dan Z. Ketiga sumbu

tersebut digunakan untuk mengatur posisi gripper sehingga dapat menjangkau, menjepit, memindahkan, dan meletakkan mini kontainer sesuai dengan posisi yang telah ditentukan.

2.2.1 PLC Omron CP1e

PLC Omron CP1E adalah salah satu jenis *Programmable Logic Controller* yang banyak dipakai di bidang otomasi industri untuk mengendalikan sistem kerja mesin dan proses otomatis. PLC ini berfungsi sebagai otak kendali utama yang membaca input dari tombol, sensor, atau perangkat lain, lalu memproses logika program dan menghasilkan output untuk mengendalikan aktuator seperti motor, pompa, atau solenoid. PLC Omron CP1E diprogram menggunakan Ladder Diagram, yang memudahkan dalam menyusun logika kontrol sesuai kebutuhan sistem. PLC ini cocok digunakan pada aplikasi industri kecil hingga menengah, karena mudah diprogram [6]



Gambar 2.1 PLC Omron CP1e

2.2.2 Aktuator Motor Stepper

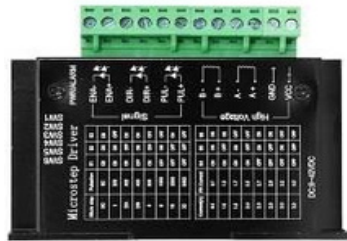
Motor stepper adalah motor listrik yang berfungsi mengubah energi listrik menjadi gerak putar secara bertahap (langkah demi langkah). Motor ini dapat dikontrol dengan sangat akurat karena setiap pulsa listrik yang diberikan akan menghasilkan satu langkah putaran poros. Jumlah putaran dapat diatur hanya dengan mengatur jumlah pulsa, sehingga motor stepper mampu bergerak presisi tanpa memerlukan sensor umpan balik. Motor ini banyak digunakan pada sistem yang membutuhkan pengaturan posisi dan kecepatan yang tepat [7].



Gambar 2.2 Aktuator motor stepper

2.2.3 Driver motor stepper

Driver motor stepper Adalah sebuah *electronic kit* sebagai pengendali dan menyuplai arus Listrik untuk motor stepper. Karena motor stepper menggunakan arus Listrik yang cukup besar sehingga membutuhkan bantuan kontrol dari driver [8].



Gambar 2.3 Driver motor stepper

2.2.4 Power Supply

Power supply adalah perangkat atau system yang berfungsi untuk menyuplai energi listrik untuk semua jenis energi yang sering digunakan untuk mensirkulasikan energi Listrik, power supply juga yang memastikan komponen bekerja stabil, aman, dan efisien [9].



Gambar 2.4 Power supply

2.2.5 Linear Rail Tipe HGR / SBR Dan Bearing Block

Linear Rail tipe HGR dan SBR adalah komponen mekanik yang berfungsi sebagai jalur pemandu (*guide*) agar suatu benda atau bagian mesin dapat bergerak lurus dengan stabil, halus, dan presisi. Komponen ini banyak digunakan pada mesin CNC, printer 3D, mesin otomatis, dan robot Cartesian [10]. Linear rail bekerja bersama bearing block (*carriage*). Saat bearing block bergerak di atas rel, bola-bola baja di dalamnya mengurangi gesekan sehingga pergerakan menjadi lebih ringan, akurat, dan tidak mudah bergoyang.



Gambar 2.5 Linear rail tipe HGR/SBR dan bearing block

2.2.6 Ulir Screw (*lead screw*)

Ulir screw atau lead screw adalah komponen mekanik yang berfungsi untuk mengubah gerak putar dari motor menjadi gerak lurus (linier). Komponen ini bekerja ketika motor memutar batang ulir, sehingga mur yang terpasang pada ulir tersebut akan bergerak maju atau mundur. Karena mekanisme ini, lead screw banyak digunakan pada robot Cartesian untuk menggerakkan sumbu X, Y, dan Z secara stabil, halus, dan presisi [11].



Gambar 2.6 Ulir screw (lead screw)

2.2.7 Motor Servo

Motor servo digunakan sebagai penggerak mekanis pembantu E.I karena memiliki sistem umpan balik loop tertutup dimana posisi motor diumpankan kembali ke rangkaian kontrol di dalam motor servo. Input ke kontrol dapat berupa sinyal analog atau digital [12]. Motor servo biasanya hanya beroperasi pada sudut tertentu dan tidak beroperasi secara terus menerus, namun dapat juga dimodifikasi agar dapat beroperasi secara terus menerus.

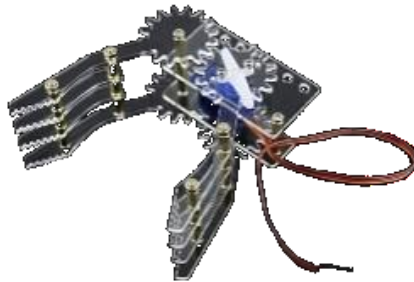


Gambar 2.7 Motor servo

2.2.8 Gripper

Gripper adalah alat penjepit yang dipasang pada ujung robot untuk mengambil atau melepaskan objek. Gripper sering digerakkan oleh servo motor atau aktuator lain karena membutuhkan kontrol sudut yang presisi untuk

membuka dan menutup cengkeraman. Dalam beberapa penelitian, gripper digunakan sebagai contoh aplikasi servo atau motor dalam sistem robot kartesian [13].



Gambar 2.8 Gripper

2.2.9 kayu Penopang

Kayu penopang adalah bagian mekanik yang menopang seluruh komponen robot seperti motor, sumbu, dan aktuator. bahan seperti kayu sering digunakan karena mudah dibentuk dan biaya rendah, namun tetap mampu menjaga stabilitas komponen robotik selama operasi.



Gambar 2.9. Kayu penopang



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

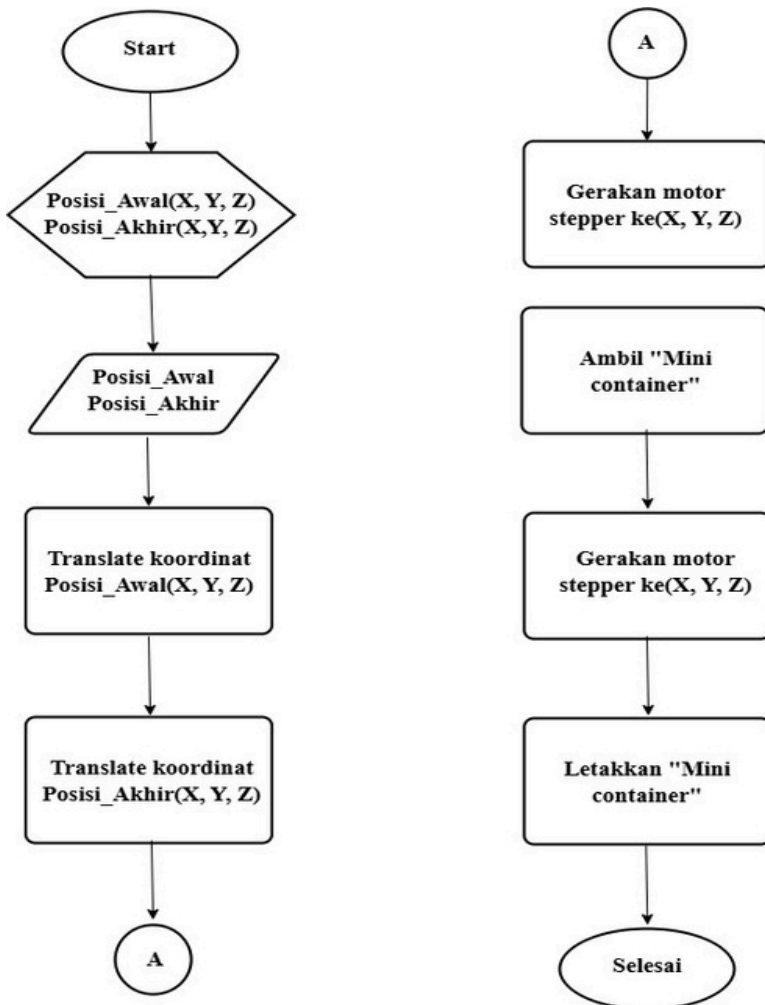
3.1 Tahapan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah metode “Rancang bangun (*Research and Development/R&D*)”, Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Research and Development (R&D). Metode R&D dipilih karena penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan dan mengembangkan sebuah produk berupa robot Cartesian tiga sumbu yang menggunakan motor stepper sebagai aktuator dan PLC sebagai sistem pengendali.

Menurut Husnayayin et al., metode Research and Development merupakan metode penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan suatu produk serta menguji efektivitas produk yang dikembangkan. Tahapan R&D dapat meliputi analisis kebutuhan, perancangan produk, pengembangan, pengujian, evaluasi, dan perbaikan produk [14]. yaitu metode yang berfokus pada proses perancangan, pembuatan, dan pengujian suatu sistem. Pada penelitian ini, sistem yang dirancang adalah konfigurasi kontrol motor stepper secara “*sequential*” berbasis “*Programmable Logic Controller (PLC)*” pada robot Cartesian tiga sumbu. Penelitian ini

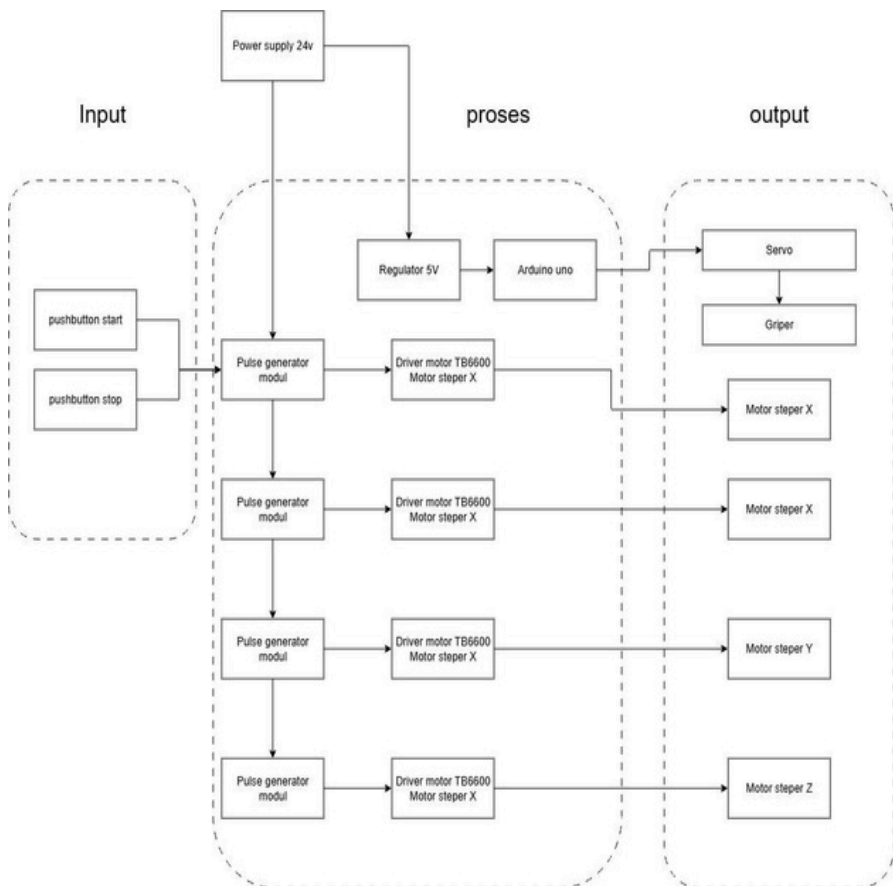
bertujuan untuk menghasilkan sistem kontrol yang mampu menggerakkan motor stepper pada sumbu X, Y, dan Z secara “berurutan (*sequential*)” sesuai dengan urutan gerak yang telah diprogram. Dengan metode kontrol *sequential*, sehingga akan menghasilkan pergerakan robot yang lebih teratur, stabil, dan memiliki tingkat ketelitian yang baik. Konfigurasi ini diharapkan mampu meningkatkan koordinasi antar sumbu serta meminimalkan kesalahan gerak selama proses pengoperasian robot Cartesian.

3.3.1 Diagram Alir Penelitian



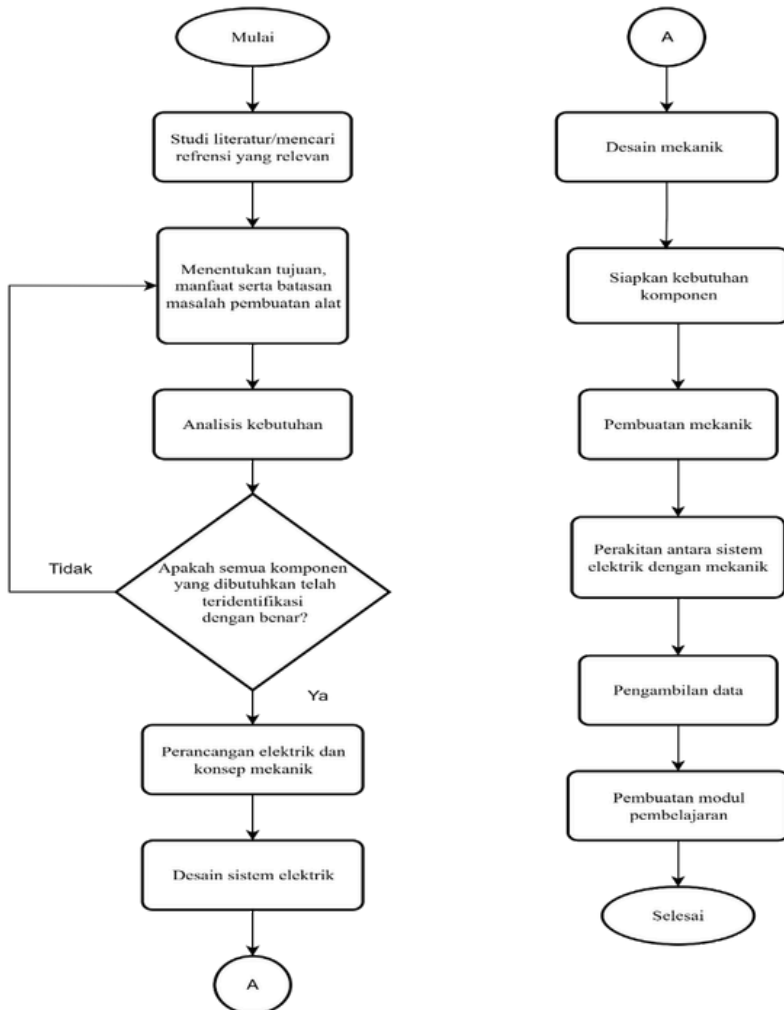
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.3.2 Diagram Blok



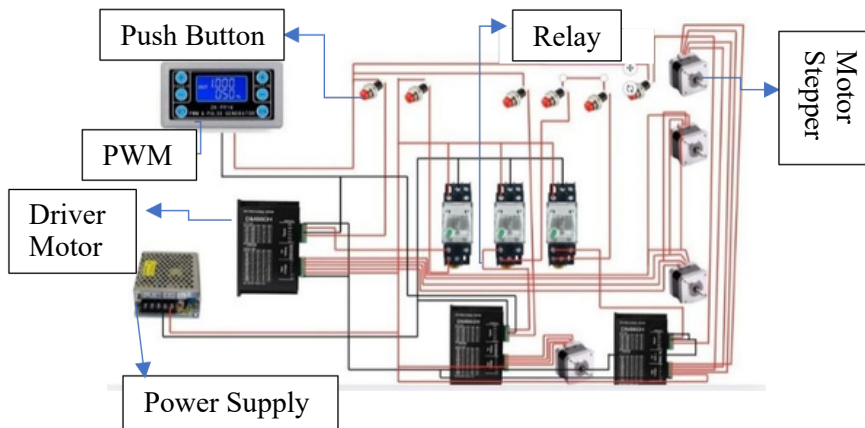
Gambar 3.2 Diagram blok

3.3.3 Flowchart sistem kerja alat



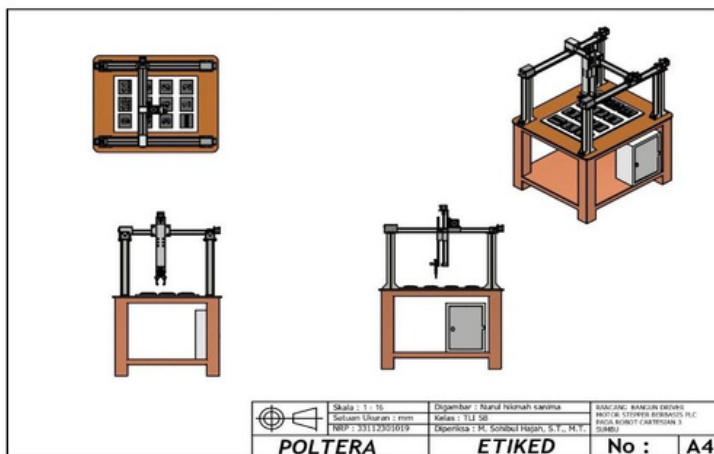
Gambar 3.3 Flowchart sistem kerja alat

3.3.4 Wiring diagram system



Gambar 3.4 Wiring diagram sistem

3.3.5 Desain rancang hardware



Gambar 3.5 Desain rancang hardware

3.2 Spesifikasi Alat Dan Bahan

Tabel 3.1 Spesifikasi alat dan bahan

No.	Alat dan bahan	Spesifikasi
1.	PLC Omron CP1E	(Tipe E, N, NA) catu daya AC/DC, memori program 2K/8K langkah, kecepatan ~0.4 ms, dan port USB/Serial, dengan fitur unggulan seperti pulsa output (Tipe N/NA) dan analog (Tipe NA).
2.	Motor Stepper	Tipe Motor Nema 17 42BYG48, Motor Stepper Nema 17 48mm 1.5A 0.55NM 42BYG48 1.8° 4 - Lead Shaft Diameter: 5mm.
3.	Driver Motor Stepper	Tipe Driver TB6600, Driver Motor Stepper Nema 17 In: 9–42VDC Out: 0.5–4.0A Bipolar Stepper Micro-step: Full, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32 Sinyal: PUL, DIR, ENA

No.	Alat dan bahan	Spesifikasi
		Frek: ≤ 200 kHz.
4.	PWM dan Pulse Generator ZK-PP1K	Tegangan kerja (Input): DC 3,3–30 V Rentang frekuensi: 1 Hz – 150 kHz Akurasi frekuensi: $\pm 2\%$ Duty Cycle (PWM): 0,00% – 100% (dapat diatur) Mode operasi: PWM Mode dan Pulse Mode.
5.	Power Supply	Tipe Power Supply 24V DC Input: 100/220V AC, 50Hz Output: 24VDC, 5A.
6.	Servo + Gripper	Tipe Servo SG90 + Gripper Akrilik, Servo SG90 / MG995 180° putaran Torsi 2–10 kg·cm Material Gripper Akrilik.
7.	Mikrokontroler	Tipe Arduino Uno R3, ATmega328P (16 MHz) Port USB Type-B 68.6 × 53.4 mm 14 Digital I/O 32 KB Flash,

No.	Alat dan bahan	Spesifikasi
		2 KB SRAM, 1 KB EEPROM In Volt: 7–12VDC Operating: 5 VDC.
8.	Lead Scew Ulir + Nut Kuningan	Diameter ulir:8mm Pitch:8mm/rev Panjang:40–60cm <i>Stainless Steel</i> Trapezoidal (T8) Nut Kuningan 8mm.
9.	Push Button	Tipe Push Button 24VDC 22mm, Push Button 24VDC Tipe Momentary Diameter 22mm NC (STOP) & NO (START).
10.	Kabel Wiring	Tipe Kabel NYAF + Sekun Y 1.5/2.5mm, YAF Uk. 1,5mm dan 2,5mm kabel serabut halus tegangan 450/750V Suhu -20°C hingga +70°C. Sekun Y 1.5–2.5 mm ² Baut: 3mm.

No.	Alat dan bahan	Spesifikasi
11.	Kabel Carriage	Tipe Kabel Carriage 15x50mm, Bahan nylon Inner Size 15×50mm outer 19,5x60mm Radius 75mm Suhu: -40°C hingga +125°C.
12.	Flexible Coupling	Aluminium Alloy Uk.5x8 mm D.Luar 19mm Panjang 25 mm Torsi Maks: ±1.5 Nm Suhu -30°C hingga +80°C .
13.	Linear Bearing Box	Tipe Linear Bearing Box 8mm, Model SCS8UU <i>Stainless Steel</i> Inner Diameter 8mm Baut 4mm.
14.	Bracket Rail SK8	Tipe Bracket Rail SK8 8mm, Aluminium Alloy Diameter Lubang: 8 mm Lebar Bracket 20mm Tinggi 30 mm Baut 4mm.
15.	Terminal Block	Tipe Terminal Block 4/6 Pole, Terminal Block Screw

No.	Alat dan bahan	Spesifikasi
		TB-1504 /1506 Uk.Baut 3mm 15A 600V Uk.72x22x17,5mm.
16.	Material Module	Tipe Akrilik 5mm, Akrilik Transparan 5mm 50x60cm.

3.3 Proses Dan Prosedur Pengerjaan



3.4 Estimasi Harga

No.	Komponen	Jumlah	Harga Unit (Rp)	Total	Link
1	PLC Omron CP1E-E20SDR-A	1	1.070.000,00	1.070.000,00	https://s.shopee.co.id/BN1ETOPJD
2	Motor Stepper Nema 17 Model 42BYG48 1,5 A Torsi 0,55 N.m	4	290.000,00	1.172.000,00	https://id.shp.ee/v2eEE2
3	Driver Motor Stepper	4	137.764,00	551.056,00	https://id.shp.ee/cPcHGM
4	Lead Screw 8mm 40 cm (Rel)	1	30.362,00	30.362,00	https://id.shp.ee/cQULz1
5	Lead Screw 8mm 60 cm	3	47.451,00	142.353,00	https://id.shp.ee/cQULz1
6	Nut Kuningan 8mm	4	6.920,00	27.680,00	https://id.shp.ee/dTCToY
7	Linear Bearing Box 8mm	4	14.500,00	58.000,00	https://s.shopee.co.id/4t7XJvXk?share_channel_code=1
8	Akrikil 5mm 50cmx50cm	1	126.720,00	126.720,00	https://s.shopee.co.id/1pAeZ8GTXE?share_channel_code=1
9	Bracket Rel 8mm	8	7.480,00	59.840,00	https://s.shopee.co.id/1d7a6FCr?share_channel_code=1
10	Kopling Motor Stepper	4	15.000,00	60.000,00	https://id.shp.ee/Gq14m6Z
11	Gripper + Servo	1	81.048,00	81.048,00	https://s.shopee.co.id/5QqQmVKbGD?share_channel_code=1
12	Power Supply 24V	1	92.700,00	92.700,00	https://s.shopee.co.id/6zFg4CkE?share_channel_code=1
13	Step Down 5V DC-DC	1	13.500,00	13.500,00	https://s.shopee.co.id/12QocQ9l?share_channel_code=1
14	Kabel Carriage 15x50cm	1	147.000,00	147.000,00	https://s.shopee.co.id/4bGzCqBtH8?share_channel_code=1
15	Terminal Blok 8 Pole	4	3.000,00	12.000,00	https://s.shopee.co.id/BuJfEBQCS?share_channel_code=1
16	Kabel NYAF 1,5mm / m	2	5.937,00	11.874,00	https://s.shopee.co.id/3U3X3vXk?share_channel_code=1
17	Kabel NYAF 2,5mm / m	2	9.405,00	18.810,00	https://s.shopee.co.id/2B6w6w1K?share_channel_code=1
18	Kabel Jumper Motor Stepper	4	9.800,00	39.200,00	https://s.shopee.co.id/3AzTLnDzA?share_channel_code=1
19	Sekun Kabel Y 1,5-2,5mm/ Baut 3mm	3	5.900,00	17.700,00	https://id.shp.ee/8kxVNW
20	Arduino UNO R3 ATMEGA328P	1	105.742,00	105.742,00	https://s.shopee.co.id/2OnZh49M?share_channel_code=1
21	Push Button 12-24VDC	2	20.900,00	41.800,00	https://s.shopee.co.id/5AkeSaVvU7?share_channel_code=1
Total Keseluruhan				3.879.385,00	
Fasilitas dari Dosen				2.440.442,00	
Biaya Yang Dikeluarkan/Mahasiswa				719.471,50	

Gambar 3.7 Estimasi harga



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

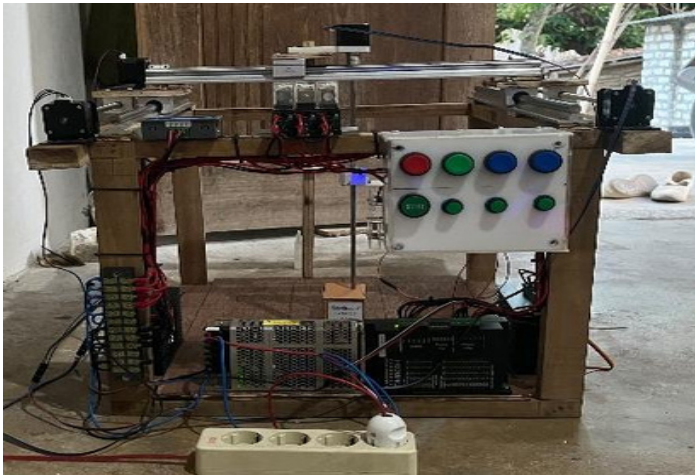
Hasil Perancangan Alat

Pada penelitian ini telah berhasil dirancang dan dibuat sebuah robot Cartesian tiga sumbu yang digunakan sebagai simulasi sistem pemindahan material dengan mini kontainer sebagai objek yang dipindahkan. Robot memiliki tiga sumbu pergerakan, yaitu sumbu X, Y, dan Z. Setiap sumbu digerakkan menggunakan motor stepper sehingga robot dapat melakukan pergerakan linier sesuai dengan perintah yang diberikan melalui push button. Secara mekanik, robot terdiri dari rangka penopang, linear rail, bearing block, lead screw, motor stepper, dan gripper. Linear rail dan bearing block berfungsi sebagai pemandu agar pergerakan setiap sumbu tetap lurus dan stabil, sedangkan lead screw digunakan untuk mengubah putaran motor stepper menjadi gerakan linier. Sumbu X digunakan untuk pergerakan maju dan mundur, sumbu Y untuk pergerakan ke kanan dan kiri, sedangkan sumbu Z untuk pergerakan naik dan turun. Pada bagian ujung sumbu Z terdapat gripper yang berfungsi untuk menjepit dan melepaskan mini kontainer. Mini kontainer ditempatkan pada area kerja robot sehingga dapat dijangkau oleh gripper.

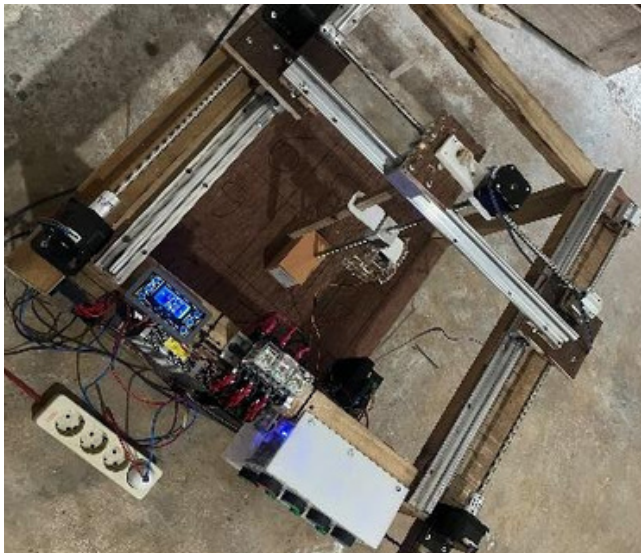
Ketika robot berada pada posisi yang sesuai, gripper digunakan untuk menjepit mini kontainer, kemudian robot melakukan pergerakan pada sumbu X, Y, dan Z untuk memindahkan mini kontainer menuju posisi yang telah ditentukan. Sistem pengoperasian robot menggunakan push button sebagai input perintah gerakan. Push button digunakan untuk memberikan perintah kepada masing-masing arah pergerakan robot. Ketika push button ditekan, sistem akan memberikan sinyal kepada driver motor sehingga motor stepper bergerak sesuai arah yang telah ditentukan. Dengan menggunakan beberapa push button, operator dapat mengatur pergerakan sumbu X, Y, dan Z sesuai kebutuhan. Pergerakan robot dilakukan secara sequential, yaitu setiap gerakan dilakukan berdasarkan urutan kerja yang telah ditentukan. Urutan tersebut dimulai dari posisi awal, kemudian robot bergerak menuju posisi mini kontainer, gripper melakukan penjepitan, selanjutnya robot bergerak menuju posisi tujuan, dan terakhir gripper melepaskan mini kontainer. Dengan cara tersebut, proses pemindahan mini kontainer dapat dilakukan secara teratur. Hasil perancangan menunjukkan bahwa robot Cartesian tiga sumbu telah berhasil dibuat dan dapat dioperasikan menggunakan push button. Setiap sumbu dapat

melakukan pergerakan sesuai arah yang diberikan, sedangkan gripper dapat digunakan untuk menjepit dan melepaskan mini kontainer. Robot memiliki area pergerakan yang berbeda pada setiap sumbu, yaitu 60 cm pada sumbu X, 50 cm pada sumbu Y, dan 40 cm pada sumbu Z. Hasil pengujian selanjutnya dilakukan untuk mengetahui tegangan, arus, suhu, jarak, waktu, kecepatan, dan kondisi motor pada setiap sumbu.

4.1.1 Tampilan Alat Keseluruhan



Gambar 4.2 Tampilan Alat Dari Samping



Gambar 4.2 Tampilan Alat Dari Atas

Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui apakah robot cartesian yang telah dirancang dapat bekerja sesuai dengan tujuan penelitian. Pengujian meliputi pengukuran tegangan dan arus pada motor stepper serta pengujian waktu pergerakan setiap sumbu robot. Hasil pengujian digunakan untuk mengetahui performa sistem dan memastikan bahwa seluruh komponen dapat bekerja dengan baik selama proses pengoperasian.

4.2.1 Pengujian Tegangan dan Arus Motor Stepper

Tabel 4.1 Tabel pengujian sumbu x

No	Tegangan (V)	Arus (A)	Suhu	Kecepatan(rpm)	Jarak(Mm)
1.	20	0,84	32	17,80	60
2.	21	0,88	33	17,30	60
3.	22	0.92	34	16,90	60
4.	23	0,96	35	16,50	60
5.	24	1,00	36	16,10	60

Tabel 4.2 Tabel pengujian sumbu y

No	Tegangan (V)	Arus (A)	Suhu	Kecepatan(rpm)	Jarak(mm)
1.	20	0,82	32	13,60	50

No	Tegangan (V)	Arus (A)	Suhu	Kecepatan(rpm)	Jarak(mm)
2.	21	0,86	33	13,20	50
3.	22	0.90	34	12,80	50
4.	23	0,94	35	12,50	50
5.	24	0,98	36	12,20	50

Tabel 4.3 Tabel pengujian sumbu z

No	Tegangan (V)	Arus (A)	Suhu	Kecepatan(rpm)	Jarak(Mm)
1.	20	0,79	32	11,80	40
2.	21	0,83	33	11,40	40
3.	22	0,87	34	11,10	40
4.	23	0,91	35	10,70	40
5.	24	0,95	36	10,40	40

4.2.2 Pengujian Waktu Pergerakan

Tabel 4.4 Tabel pengujian waktu dan pergerakan

Pergerakan	Jarak(Cm)	Waktu(Detik)
Sumbu X Maju	60	16,16
Sumbu X Mundur	60	17,01
Sumbu Y Kanan	50	12,20
Sumbu Y Kiri	50	11,82

Pergerakan	Jarak(Cm)	Waktu(Detik)
Sumbu Z Atas	40	10,62
Sumbu Z Bawah	40	10,36



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa robot cartesian tiga sumbu berhasil dirancang dan direalisasikan sesuai dengan tujuan penelitian. Robot mampu melakukan pergerakan linier pada sumbu X, Y, dan Z menggunakan motor stepper sebagai aktuator, sedangkan sistem kontrol manual menggunakan push button dapat mengendalikan setiap pergerakan secara sequential sesuai dengan urutan yang telah dirancang. Hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap sumbu robot dapat beroperasi dengan baik berdasarkan pengukuran tegangan, arus, dan waktu pergerakan. Selama proses pengujian, sistem mampu bekerja secara stabil tanpa mengalami gangguan yang berarti, sehingga robot yang telah dibuat dapat digunakan sebagai media pembelajaran untuk memahami prinsip kerja motor stepper serta sistem pergerakan pada robot cartesian.

5.2 Saran

Penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan sehingga dapat dikembangkan lebih lanjut pada penelitian

berikutnya. Pengembangan dapat dilakukan dengan menambahkan sistem kontrol otomatis menggunakan PLC atau mikrokontroler agar robot dapat menjalankan urutan pergerakan tanpa pengoperasian secara manual. Selain itu, penambahan sensor seperti limit switch atau sensor posisi juga disarankan untuk meningkatkan keamanan dan ketepatan posisi setiap sumbu. Penggunaan material rangka yang lebih kokoh serta mekanisme penggerak yang lebih presisi diharapkan dapat meningkatkan kestabilan pergerakan robot. Di samping itu, robot cartesian ini juga dapat dikembangkan untuk berbagai aplikasi yang lebih kompleks, seperti sistem pick and place, penyortiran barang, maupun media praktikum otomasi, sehingga memiliki fungsi yang lebih luas baik dalam bidang pendidikan maupun industri.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. C. Wibowo and F. Nugraha, "Stepper Motor Speed Control Using Start-Stop Method Based On PLC," *Teknik Elektro dan Komputar*, pp. 213-220, 2021.
- [2] K. Pandita, Y. Sharma and V. Kamble, "STEPPER MOTOR DRIVEN THREE AXIS ROBOT USING PLC," *of Engineering Research and General Science*, vol. 4, no. 2, pp. 807-811, 2016.
- [3] B. C. Wibowo , M. Dahlan and R. R. Setiawan, "STEPPER MOTOR CONTROL ANALYSIS USING ACCELERATION – DECELERATION METHOD BASED ON PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL)," *Media Elektrik Journal*, vol. 21, pp. 1-9, 2023.
- [4] P. Irwan and R. Romiyadi, "Perancangan Lengan Robot Sebagai Media Pembelajaran Programmable Logic Controller Di Laboratorium PLC Politeknik Kampar," *Jurnal Rekayasa Proses dan Industri Terapan*, vol. 2, pp. 21-31, 2024.
- [5] M. Rifa'i, H. and H. K. Safitri, "Scaling data PLC sebagai pengontrol motor stepper penggerak ulir extruder," *JURNAL ELTEK*, vol. 19, no. 2, pp. 80-87, 2021.
- [6] P. Thongprasorn and . C. Vesarachaprasert, "Aplikasi lengan robot Cartesian untuk rendering gambar 2D yang dikendalikan oleh PLS.," *Departemen Teknik Elektro, Universitas Negeri Semarang, Kampus Sriracha*, pp. 13-23, 2022.
- [7] N. "Analisis Pengendalian Motor Stepper

- Menggunakan Driver TB6600., " 2021.
- [8] Wahyudi, "Implementasi Driver TB6600 pada Sistem Kendali Motor Stepper Berbasis PLC., " 2020.
- [9] B. F. Setiawan , "Design and Implementation of Smart Forklift for Automatic Guided Vehicle Using Raspberry Pi 4," *Journal of Robotics and Control (JRC)*, vol. 2, no. 6, pp. 508-513, 2021.
- [10] D. C. Florian, "Principles of computer-controlled linear motion applied to an open-source affordable liquid handler for automated micropipetting," *Scientific Reports*, 2020.
- [11] P. J. P. et al., "Design and implementation of a low cost, modular, adaptable and open-source XYZ positioning system for neurophysiology," *Scientific Reports*, 2022.
- [12] K. Moolpho, "Designing an Automatic Tool Changer for KUKA Robot Arm Using Servo Motor," *Engineering Transactions*, 2024.
- [13] T. Ko et al, "A Tendon-driven Robot Gripper with Passively Switchable Underactuated Surface and its Physics Simulation Based Parameter Optimization," *Mechatronics*, vol. 1, no. 3, pp. 311-319, 2020.
- [14] Rahayu, "Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D)," *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, vol. 4, no. 3, 2025.
- [15] F. Suherman, G. Suprijono and M. A. Sabara, "RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI APLIKASI TRAFFIC LIGHT BERBASIS PLC OMRON CP1E 20 I/O," *Jurnal POLEKTRO: Jurnal Power Elektronik*, vol. 7, no. 1, pp. 12-13, 2018.

LAMPIRAN

Lampiran 1 progres pengerjaan



Program Arduino Uno

```
#include <Servo.h>
```

```
Servo myServo;
```

```
const int buttonRight = 2; // push button kanan
```

```
const int buttonLeft = 3; // push button kiri
```

```
int pos = 0; // posisi awal servo di tengah
```

```
void setup() {
```

```
    myServo.attach(9); // pin sinyal servo ke D9
```

```
    pinMode(buttonRight, INPUT_PULLUP); // aktifkan
```

```
    internal pull-up
```

```
    pinMode(buttonLeft, INPUT_PULLUP);
```

```
    myServo.write(pos);
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
    if (digitalRead(buttonRight) == LOW) { // tombol ditekan
```

```
        pos += 10; // gerak kanan
```

```
        if (pos > 180) pos = 180;
```

```
        myServo.write(pos);
```

```
        delay(300); // debounce
```

```
    }
```

```
    if (digitalRead(buttonLeft) == LOW) { // tombol ditekan
```

```
        pos -= 10; // gerak kiri
```

```
        if (pos < 0) pos = 0;
```

```
        myServo.write(pos);
```

```
        delay(300);
```

```
    }
```

```
}
```

BIODATA PENULIS



Nurul Hikmah Sanima Lahir di Sampang, 13 Juni 2005. Penulis merupakan anak pertama dari 2 bersaudara dari orang tua yang bernama Mardi dan Mahmudah. Riwayat Pendidikan penulis adalah lulusan SDN Dharma camplong 2 pada tahun 2016, lulusan SMPN Dharma camplong 1 tahun 2019, dan lulusan SMK

Nazhatut Thullab pada tahun 2023. Penulis memutuskan untuk melanjutkan Pendidikan perguruan tinggi di Politeknik Negeri Madura tepatnya di jurusan Teknologi Elektro Prodi Teknik Listrik Industri pada tahun 2023. Selama menempuh Pendidikan penulis mengikuti beberapa kegiatan yaitu di Himpunan. Penulis pernah menjabat sebagai anggota departemen Ristek pada Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Elektro pada periode 2024/2025. Dalam menempuh Pendidikan ini penulis dapat menyelesaikan

KONFIGURASI KONTROL MOTOR STEPPER SECARA SEQUENTIAL PADA ROBOT CARTESIAN.