

**PROTOTIPE ROBOT LENGAN 3 AXIS PEMINDAH BAHAN KIMIA
TAWAS BERBASIS PLC**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro



Disusun Oleh:
MUHAMMAD NAFI
40040320650019

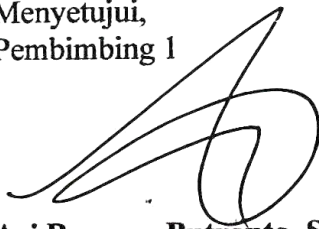
**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2026**

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR
PROTOTYPE ROBOT LENGAN 3 AXIS PEMINDAH BAHAN KIMIA
PENJERNIH AIR BERBASIS PLC

Diajukan oleh:
Muhammad Nafi
40040320650019

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA DENGAN BAIK OLEH

Menyetujui,
Pembimbing 1



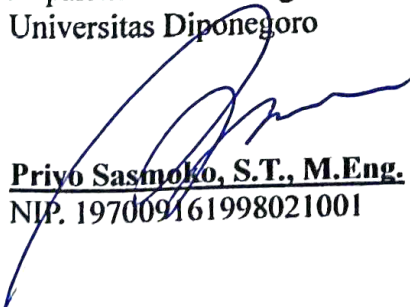
Ari Bawono Putranto, S.Si., M.Si.
NIP. 198501252019031007

Pembimbing 2



Lisa' Yihaa Roodhiyah, S.Si., M.Si.
NPPU. H.7.199210062022042001

Mengetahui,
Ketua
Program Studi S.Tr Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro



Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng.
NIP. 197009161998021001

13 Maret 2026

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR
PROTOTIPE ROBOT LENGAN 3 AXIS PEMINDAH BAHAN KIMIA
PENJERNIH AIR BERBASIS PLC

Disusun oleh:
Muhammad Nafi
40040320650019


Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji Pada
Jumat, 13 Maret 2026

Tim Penguji,

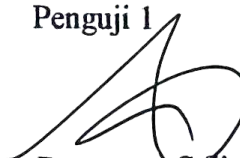
Pembimbing 1


Ari Bawono Putranto, S.Si., M.Si.
NIP. 198501252019031007


Pembimbing 2


Lisa' Yihaa Roodhiyah, S.Si., M.Si.
NPPU. H.7.199210062022042001

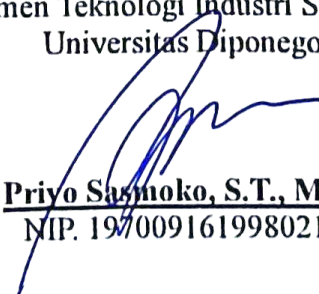
Penguji 1


Ari Bawono Putranto, S.Si., M.Si.
NIP. 198501252019031007

Penguji 2


Ahmad Ridlo Hanifudin Tahier S.Si., M.Si.
NPPU. H.7.199504152022041001

Mengetahui,
Ketua Program Studi S.Tr Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro


Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng.
NIP. 197009161998021001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Nafi
NIM : 40040320650019
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Judul Tugas Akhir : **PROTOTIPE ROBOT LENGAN 3 AXIS
PEMINDAH BAHAN KIMIA TAWAS BERBASIS
PLC**

Dengan ini menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dirujuk dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 tahun 2010 dan peraturan perundangundangan yang berlaku.

Semarang, 13 Maret 2026

Yang membuat pernyataan,


Muhammad Nafi

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan berkah-Nya sehingga laporan tugas akhir ini dapat tersusun hingga selesai. Meski mendapat banyak kendala, akhirnya Penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir berjudul “PROTOTYPE ROBOT LENGAN 3 AXIS PEMINDAH BAHAN KIMIA TAWAS BERBASIS PLC” ini tepat pada waktunya. Laporan tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan Tugas Akhir dari Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi, Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan berkah-Nya sehingga laporan tugas akhir ini dapat tersusun hingga selesai.
2. Bapak Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi.
3. Ibu Lisa' Yihaa Roodhiyah, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing laporan tugas akhir.
4. Bapak Suharyono, Ibu Tri Endang Yani, dan Mas Muhammad Hamdi selaku keluarga Penulis yang telah memberikan dukungan material maupun moral.
5. Sahabat-sahabat yang telah banyak membantu Penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari Pembaca sekalian. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi Pembaca dan pihak-pihak yang berkepentingan.

Semarang, 13 Maret 2026


Muhammad Nafi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
INTISARI	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	14
1.1 Latar Belakang	14
1.2 Perumusan Masalah	16
1.3 Tujuan Tugas Akhir.....	16
1.4 Manfaat Tugas Akhir.....	16
1.5 Pembatasan Masalah	16
1.6 Sistematika Tugas Akhir	16
BAB DASAR TEORI.....	18
2.1 Tinjauan Pustaka	18
2.1.1 Pengelolaan Air	18
2.1.2 Penggunaan Robot Lengan Pada Industri	19
2.2 Pengertian Robot Lengan.....	20
2.2.1 Kelebihan dan Kekurangan Robot Lengan	20
2.2.2 Kinematika Robot Lengan	20
2.2.3 <i>Forward Kinematics</i>	20
2.2.4 Hubungan Motor DC dan <i>Rotary Encoder</i>	22
2.3 Komponen Penyusun Robot Lengan.....	23
2.3.1 PLC Omron CP2E-N30DR-A.....	23

2.3.2	<i>Rotary Encoder</i> LPD3806-600BM-G5-24C	24
2.3.3	Motor DC 12V JGB37-520.....	26
2.3.4	<i>Module Driver Motor</i> L9110s.....	27
2.3.5	MCB.....	27
2.3.6	Power Supply DC 24V S-120-24.....	28
2.3.7	Modul <i>Stepdown voltage regulator</i> LM2596.....	29
2.3.8	Limit Switch V-151-1C25	30
2.3.9	Gear	31
BAB METODE PENELITIAN.....		33
3.1	Alat dan Bahan.....	33
3.2	Deskripsi Sistem dan Cara Kerja	34
3.3	Diagram Blok Perancangan Alat.....	35
3.4	Diagram Alir Sistem.....	35
3.5.1	Homing.....	36
3.5.2	Motor DC 1 untuk Gerak Axis 1	37
3.5.3	Motor DC 2 untuk Gerak Axis 2	38
3.5.4	Motor DC 3 untuk Gerak Axis 3	38
3.5	Perancangan Rangkaian Elektrikal Alat.....	39
3.6	Perancangan Arsitektur Program.....	41
3.7.1	Perangkat Kontrol	41
3.7.2	Perangkat Sensor.....	43
3.7.3	Perangkat Aktuator.....	46
3.7	Perancangan Design Alat	46
3.8	Teknik Fabrikasi.....	47
3.8.1	Perancangan Badan Robot	48
3.8.2	Perancangan Elektrikal.....	48
BAB PENGUJIAN DAN ANALISA.....		49

4.1	Pengujian Alat	49
4.3.1	Komunikasi antara PLC dengan laptop	49
4.3.2	Rotary Encoder.....	50
4.3.3	Motor DC	51
4.3.4	Limit Switch.....	51
4.4	Pengujian Data Gerak Robot.....	52
4.4.1	Pengambilan data sudut putar	52
4.4.2	Pengujian data sudut putar	54
4.5	Pengujian Pengambilan Tawas.....	59
4.6	Pengujian <i>Point to Point</i> Gerak Robot.....	63
4.7	Perbandingan Data Koordinat	64
	BAB KESIMPULAN DAN SARAN	66
5.1	Kesimpulan	66
5.2	Saran.....	66
	DAFTAR PUSTAKA.....	67
	LAMPIRAN.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Spesifikasi PLC Omron CP2E-N30DR-A.....	23
Tabel 2.2. Spesifikasi rotary encoder.....	25
Tabel 2.3. Spesifikasi motor DC.....	26
Tabel 2.4. Spesifikasi module driver motor DC L9110.....	27
Tabel 2.5. Spesifikasi MCB 6A	28
Tabel 2.6. Spesifikasi power supply DC 24V	29
Tabel 2.7. Spesifikasi Stepdown voltage regulator LM2596.....	30
Tabel 2.8. Spesifikasi limit switch V-151-1C25	31
Tabel 2.9. Spesifikasi gear 16 gigi dan 24 gigi.....	32
Tabel 3.1. Pengalamatan dan pembagian port I/O.....	40
Tabel 3.2. Spesifikasi output PLC untuk tipe output relay [21]	41
Tabel 3.3. Alokasi terminal input untuk fungsi High-speed Counter [22]	45
Tabel 4.1. Pengujian komunikasi antara PLC dengan Laptop.....	50
Tabel 4.2. Pengujian rotary encoder	50
Tabel 4.3. Pengujian Motor DC.....	51
Tabel 4.4. Pengujian limit switch	52
Tabel 4.5. Sudut referensi gerak robot lengan.....	59
Tabel 4.6. Sudut variasi gerak axis 1	60
Tabel 4.7. Hasil variasi gerak axis 1	60
Tabel 4.8. Sudut variasi gerak axis 2	61
Tabel 4.9. Hasil variasi gerak axis 2.....	61
Tabel 4.10. Sudut gabungan 6 variasi pengambilan terbanyak	62
Tabel 4.11. Hasil gabungan 6 variasi pengambilan terbanyak	62
Tabel 4.12. Perbandingan data koordinat variasi 1	64
Tabel 4.13. Perbandingan data koordinat variasi 2.....	65
Tabel 4.14. Perbandingan data koordinat variasi 3.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Gerak robot lengan dilihat dari samping	21
Gambar 2.2. Gerak robot lengan dilihat dari atas	21
Gambar 2.3. Ilustrasi hubungan motor DC dengan rotary encoder	22
Gambar 2.4. Ilustrasi grafik hubungan nilai integer dan sudut joint [35]	22
Gambar 2.5. PLC Omron CP2E-N30DR-A	23
Gambar 2.6. Rotary encoder	24
Gambar 2.7. Bentuk gelombang pulsa single phase	25
Gambar 2.8. Bentuk gelombang pulsa 2-phase	25
Gambar 2.9. Motor DC 12V	26
Gambar 2.10. (a) dan (b) module Driver Motor DC L9110s dan skematiknya... ..	27
Gambar 2.11. MCB 6A	28
Gambar 2.12. Power supply DC 24V	29
Gambar 2.13. Stepdown voltage regulator LM2596	30
Gambar 2.14. Limit switch V-151-1C25	30
Gambar 2.15. Gear 16 gigi dan 24 gigi	32
Gambar 3.1. Diagram cara kerja prototipe	34
Gambar 3.2. Diagram blok prototipe	35
Gambar 3.3. Diagram alir sistem kerja	36
Gambar 3.4. Diagram alir untuk program kendali Homing	36
Gambar 3.5. Diagram alir untuk program kendali motor DC 1	37
Gambar 3.6. Diagram alir untuk program kendali motor DC 2	38
Gambar 3.7. Diagram alir untuk program kendali motor DC 3	39
Gambar 3.8. Rangkaian Elektrikal	40
Gambar 3.9. Tampilan software CX-Programmer	42
Gambar 3.10. Tampilan software Easy Builder Pro	43
Gambar 3.11. Bentuk gelombang sinyal differential phase [22]	44
Gambar 3.12. Bentuk gelombang sinyal incremental pulse [22]	45
Gambar 3.13. Desain 3D robot lengan tampilan terbuka (a) dan homing (b)	46
Gambar 3.14. Drawing prototipe robot lengan	47

Gambar 3.15. Tampak alat secara keseluruhan	48
Gambar 4.1. Grafik hubungan sudut putar dengan encoder axis 1.....	53
Gambar 4.2. Grafik hubungan sudut putar dengan encoder axis 2.....	53
Gambar 4.3. Grafik hubungan sudut putar dengan encoder axis 3.....	54
Gambar 4.4. Grafik pengujian axis 1	55
Gambar 4.5. Grafik eror axis 1	55
Gambar 4.6. Grafik pengujian axis 2.....	56
Gambar 4.7. Grafik eror axis 2	57
Gambar 4.8. Grafik pengujian axis 3.....	58
Gambar 4.9. Grafik eror axis 3	58
Gambar 4.10. Langkah (Travel Move) robot lengan.....	59
Gambar 4.11. Hasil uji 3 titik (A) dan hasil uji 2 titik (B).....	63
Gambar 4.12. Ilustrasi titik koordinat untuk Axis 1 dan Axis 2	64

INTISARI

PROTOTYPE ROBOT LENGAN 3 AXIS PEMINDAH BAHAN KIMIA TAWAS BERBASIS PLC

Muhammad Nafi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi, Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro

Proses penambahan bahan kimia untuk mengendapkan kotoran dan menghilangkan bau merupakan salah satu langkah penjernihan air. Proses ini juga diterapkan pada proses penjernihan air di bak YAP PPSDM MIGAS Cepu. Penambahan bahan kimia dapat dilakukan secara berulang oleh operator apabila tingkat jernih air dirasa kurang. Pada perkembangan zaman sekarang, kegiatan yang berulang seperti ini dapat digantikan dengan peralatan otomatis seperti robot lengan. Robot lengan yang dirancang mampu melakukan aktifitas pemberian bahan kimia Tawas dalam jumlah tertentu. Robot lengan ini memiliki 3 axis dengan 2 lengan dan 1 *tool*. Digerakkan oleh motor DC dan dikendalikan oleh PLC dengan rotary encoder sebagai sensor gerakan.

Kata Kunci : Robot Lengan, 3 Axis, PLC

ABSTRACT

PROTOTYPE OF 3 AXIS ROBOTIC ARM USING PLC FOR AUTOMATING WATER TREATMENT PROCESS

Muhammad Nafi

*Bachelor of Applied Automation Engineering Technology, Vocational School
Diponegoro University*

The process of adding chemicals to precipitate impurities and remove odors is one of the steps of water purification. This process is also applied to the water purification process in the tank of YAP PPSDM MIGAS Cepu. The operator can add chemicals repeatedly if the water level is deemed insufficient. In today's development, repetitive activities like this can be replaced with automated equipment such as robotic arm. The robotic arm is designed to be able to carry out activities to provide a certain amount of water purification chemicals. This robotic arm has 3 axes with 2 arms and 1 tool. Driven by a DC motor and controlled by a PLC with a rotary encoder as a motion sensor.

Keywords : Robotic Arm, 3 Axes, PLC