

**RANCANG BANGUN SISTEM LENGAN ROBOT 4 DOF UNTUK
PROSES PEMASANGAN BAUT BERBASIS MIKROKONTROLER
ARDUINO MEGA 2560**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi



Oleh:

Zefanya Alfa Pramurdianto

40040321650016

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA
OTOMASI**

DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI SEKOLAH VOKASI

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2026

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN SISTEM LENGAN ROBOT 4 DOF UNTUK
PROSES PEMASANGAN BAUT BERBASIS MIKROKONTROLER
ARDUINO MEGA 2560**

Diajukan oleh:

Zefanya Alfa Pramurdianto

40040321650016

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA DENGAN BAIK OLEH

DOSEN PEMBIMBING,



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

19 Agustus 2026

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



Priyo Sasmoko, ST, M.Eng
NIP. 197009161998021001

19 Agustus 2026

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN SISTEM LENGAN ROBOT 4 DOF UNTUK PROSES PEMASANGAN BAUT BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO MEGA 2560

Diajukan oleh:
Zefanya Alfa Pramurdianto
40040321650016

Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji pada
Rabu, 19 Agustus 2026

Tim Penguji
Pembimbing



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

Penguji 1



Ahmad Ridlo Hanifudin Tahier, S.Si, M.Si
NPPU H.7. 199504152022041001

Penguji 2



Priyo Sasmoko, ST, M.Eng
NIP. 197009161998021001

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



Priyo Sasmoko, ST, M.Eng
NIP. 197009161998021001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Zefanya Alfa Pramurdianto
NIM : 40040321650016
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Lengan Robot 4 DOF Untuk
Proses Pemasangan Baut Berbasis Mikrokontroler
Arduino Mega 2560

Dengan ini menyatakan bahwa 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 ini ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu 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 Perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 19 Agustus 2026

Penulis



Zefanya Alfa Pramurdianto

40040321650016

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Lengan Robot 4 DOF Untuk Proses Pemasangan Baut Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560" dengan baik.

Selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis memperoleh banyak bantuan, bimbingan, dukungan, serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan doa, dukungan, serta motivasi kepada penulis.
2. Prof Dr. Ir. Budiyono, M.Si., selaku Dekan Sekolah Vokasi.
3. Bapak Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi.
4. Bapak Ari Bawono Putranto, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan selama proses penyusunan Tugas Akhir.
5. Teman-teman serta semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih memiliki keterbatasan dan belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan karya ini di masa mendatang. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dalam pengembangan teknologi robotika dan otomasi industri.

Semarang, 19 Agustus 2026



Zefanya Alfa Pramurdianto

40040321650016

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
ABSTRAK	x
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Tugas Akhir	5
BAB II	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 <i>Arm robot</i>	7
2.3 Forward Kinematics	9
2.4 Metode <i>Teaching</i>	11
2.5 Python	12
2.6 Komunikasi Serial COM Port	14
2.7 Motor Stepper NEMA 17 17HS4401 dengan Cycloidal Gearbox	15
2.8 Driver Motor TB6600	17
2.9 Magnetic Encoder AS5600	20
2.10 DWIN HMI	21
2.11 Regulator Tegangan.....	24
2.12 Switched-Mode Power Supply 24V 20A.....	25
2.13 BTS7960 Motor Driver	26
2.14 Arduino Mega 2560	28

2.15	Motor DC JGB37-545.....	29
2.16	TCA9548A.....	31
BAB III		33
3.1	Blok Diagram dan <i>Flowchart</i>	33
3.1.1	Blok Diagram.....	33
3.1.2	Flowchart Sistem.....	35
3.1.3	Rangkaian Elektrik.....	42
3.2	Desain 3D.....	45
3.3	Teknik Fabrikasi.....	49
3.3.1	Alat dan Bahan.....	49
3.3.2	Perancangan Perangkat Keras	50
3.3.3	Perancangan Perangkat Lunak	51
3.3.4	Perancangan Posisi Gerak Lengan Robot	52
BAB IV		55
4.1	Pengujian Komponen Perangkat Keras.....	55
4.1.1	Pengujian Sensor Posisi AS5600	55
4.1.2	Pengujian Motor Stepper NEMA 17 dan Driver TB6600.....	56
4.1.3	Pengujian Motor DC JGB37-545 dan Driver BTS7960	58
4.2	Pengujian Komunikasi Data.....	59
4.3	Pengujian Perangkat Lunak.....	60
4.3.1	Pengujian Fitur Teaching Mode	60
4.3.2	Pengujian Antarmuka GUI (Tkinter)	61
4.4	Pengujian <i>Forward Kinematics</i>	62
4.5	Pengujian Sistem Secara Menyeluruh (Integrasi)	70
4.5.1	Pengujian Repeatability (Keberulangan Posisi).....	70
4.5.2	Pengujian Proses Pemasangan Baut.....	74
4.5.3	Pengujian Posisi Home	75
4.5.4	Pengujian Backlash	79
BAB V		84
5.1	Kesimpulan	84
5.2	Saran.....	85
LAMPIRAN		91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arm Robot Screwing [11]	8
Gambar 2.2 Arm Robot 4 Dof	8
Gambar 2.3 Simulasi Forward Kinematics	10
Gambar 2.4 Gui Teaching	11
Gambar 2.5 Gui Tkinter	13
Gambar 2.6 Pyserial	14
Gambar 2.7 Motor Stepper Nema 17	16
Gambar 2.8 Cycloidal Gear [21]	17
Gambar 2.9 Driver Motor Tb6600 [19]	18
Gambar 2.10 Sensor Posisi As5600 [24]	20
Gambar 2.11 Dwin Hmi 4.3 Inch	22
Gambar 2.12 Lm2596 Schematic [29]	24
Gambar 2.13 Regulator Tegangan Lm2596	25
Gambar 2.14 Smmps 24v 20a	26
Gambar 2.15 Dual H Bridge	27
Gambar 2.16 Bts7960	27
Gambar 2.17 Pinout Arduino Mega 2560 [34]	28
Gambar 2.18 Motor Dc Jgb37-545	30
Gambar 2.19 Tca9548a	31
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem	33
Gambar 3.2 Flowchart Input	35
Gambar 3.3 Flowchart Manual	37
Gambar 3.4 Flowchart Homepos	38
Gambar 3.5 Flowchart Auto	40
Gambar 3.6 Rangkaian Elektrik	42
Gambar 3.7 Tampilan 3d Lengan Robot Dan Meja	45
Gambar 3.8 Tampilan 3d Lengan Robot	46
Gambar 3.9 Tampilan Motor Stepper	47
Gambar 3.10 Tampilan Bracket Motor Stepper	47
Gambar 3.11 Tampilan Joint Lengan Robot	48
Gambar 4.1 Hasil Comm Check	60
Gambar 4.2 Sys Check Teaching	61
Gambar 4.3 Gambar Terkoneksi	62
Gambar 4.4 Realtime View Hmi	62
Gambar 4.5 Realtime View Gui	63
Gambar 4.6 Daq Excel	64
Gambar 4.7 Pengujian Forward Kinematics	66
Gambar 4.8 Pengukuran Repeatability	71

Gambar 4.9 Gambar Statistik Repeatability	73
Gambar 4.10 Proses Pemasangan Baut	74
Gambar 4.11 Pengukuran Sudut Homepos.....	76
Gambar 4.12 Grafik Statistik Homepos	78
Gambar 4.13 Pengukuran Pada Joint 1	80
Gambar 4.14 Grafik Rerata Backlash.....	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
Tabel 2.2 Spesifikasi Motor Stepper Nema 17 17hs4401	16
Tabel 2.3 Konfigurasi Terminal Tb6600 [20].....	18
Tabel 2.4 Spesifikasi Tb6600 [20].....	19
Tabel 2.5 Konfigurasi Pin As5600 [25]	21
Tabel 2.6 Spesifikasi Dwin Hmi [28]	23
Tabel 2.7 Spesifikasi Step-Down Lm2596 [30]	25
Tabel 2.8 Smmps 24v [31].....	26
Tabel 2.9 Spesifikasi Bts7960	27
Tabel 2.10 Spesifikasi Arduino Mega 2560 [35].....	29
Tabel 2.11 Spesifikasi Motor Dc Jga12 N20	30
Tabel 2.12 Spesifikasi Tca9548a	31
Tabel 3.1 Pin Out.....	43
Tabel 3.2 Alat Dan Bahan.....	49
Tabel 3.3 Parameter Geometris	52
Tabel 3.4 Hasil Akhir Perhitungan	54
Tabel 4.1 Pengujian As5600	55
Tabel 4.2 Pengujian Tb6600.....	57
Tabel 4.3 Pengujian Motor Dc.....	58
Tabel 4.4 Tabel Comm Check	59
Tabel 4.5 Pengujian Fitur Teaching.....	61
Tabel 4.6 Parameter Dh Lengan Robot 4 Dof.....	65
Tabel 4.7 Pengujian Dengan Parametesr Lama	67
Tabel 4.8 Parameter Baru	68
Tabel 4.9 Pengukuran Dengan Parameter Baru Dan Kompensasi	69
Tabel 4.10 Pengukuran Aktual Repeatability	71
Tabel 4.11 Pengukuran Encoder Repeatability.....	72
Tabel 4.12 Tabel Statistik Repeatability	72
Tabel 4.13 Pengujian Proses Pembautan	75
Tabel 4.14 Sudut Home	75
Tabel 4.15 Tabel Pengukuran Aktual Homepos	76
Tabel 4.16 Sudut Hasil Pengujian Home.....	77
Tabel 4.17 Statisik Sudut Homepos.....	78
Tabel 4.18 Pengujian Backlash.....	80
Tabel 4.19 Rerata Backlash Berdasar Encoder.....	81

ABSTRAK

RANCANG BANGUN SISTEM LENGAN ROBOT 4 DOF UNTUK PROSES PEMASANGAN BOUT BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO MEGA 2560

Zefanya Alfa Pramurdianto

Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro

Perkembangan teknologi otomasi industri mendorong kebutuhan sistem robotik yang mampu menggantikan pekerjaan repetitif dengan tingkat presisi tinggi. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem lengan robot empat derajat kebebasan (4 DOF) untuk proses pemasangan baut berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560. Sistem ini menggunakan motor stepper NEMA 17 dengan driver TB6600 sebagai aktuator utama dan sensor posisi absolut AS5600 sebagai umpan balik untuk menjaga akurasi sudut setiap sendi. Antarmuka *teaching mode* dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan pustaka Tkinter yang berfungsi untuk merekam, menyimpan, dan mengeksekusi ulang data gerak melalui komunikasi serial. Metode *forward kinematics* diterapkan untuk menentukan posisi *end-effector* berdasarkan sudut rotasi tiap *joint*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan pemasangan baut secara berurutan dengan tingkat kesalahan posisi yang rendah serta respon pergerakan yang stabil. Prototipe ini diharapkan menjadi solusi inovatif dalam mendukung proses perakitan pada skala industri menengah.

Kata kunci: Lengan Robot 4 DOF, Arduino Mega 2560, Pemasangan baut, *Forward Kinematics*, Teaching Mode.