



**RANCANG BANGUN ARM MANIPULATOR MENGGUNAKAN SENSOR
FLEX DAN SENSOR GYROSCOPE MPU-6050 SERTA SENSOR
KOMPAS HMC-5883L DENGAN KENDALI WIRELESS UNTUK
MEMINDAH BENDA BERBAHAYA**

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

Dimas Lintang Adi Saputra

400403196500084

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

LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN ARM MANIPULATOR MENGGUNAKAN SENSOR FLEX DAN SENSOR GYROSCOPE MPU-6050 SERTA SENSOR KOMPAS HMC-5883L DENGAN KENDALI WIRELESS UNTUK MEMINDAH BENDA BERBAHAYA

Diajukan oleh:

Dimas Lintang Adi Saputra

40040319650084

Telah dilakukan pembimbingan dan dinyatakan layak untuk mengikuti ujian Tugas Akhir di Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Jatmiko Endro Suseno, S.Si..M.Si..Ph.D

22 Juni 2026

NIP. 197211211998021001

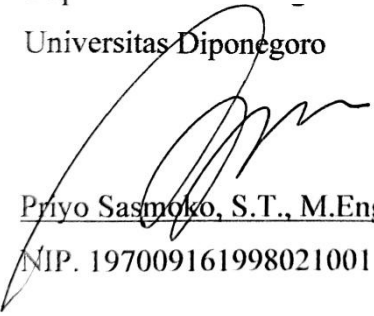
Mengetahui,

Ketua

Program Studi S.Tr Teknologi Rekayasa Otomasi

Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro



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

22 Juni 2026

NIP. 197009161998021001

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN ARM MANIPULATOR MENGGUNAKAN SENSOR FLEX DAN SENSOR GYROSCOPE MPU-6050 SERTA SENSOR KOMPAS HMC-5883L DENGAN KENDALI WIRELESS UNTUK MEMINDAH BENDA BERBAHAYA

Diajukan oleh

Dimas Lintang Adi Saputra

40040319650084

Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji pada Selasa, 22 Oktober 2026

Ketua Tim Penguji/Pembimbing



Jatmiko Endro Suseno, S.Si..M.Si..Ph.D

NIP. 197211211998021001

Penguji I,



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

NIP. 199505292024061001

Penguji II,



Ahmad Rido Hanifudin T.S.Si.,M.Si.

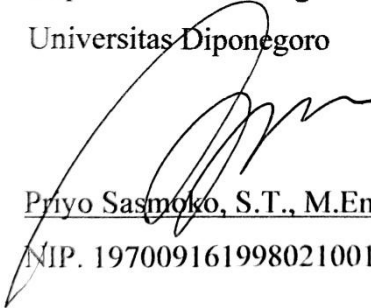
NIPU.H.7.199504152022041001

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 : Dimas Lintang Adi Saputra

NIM : 400403196500

Program Studi : S.Tr Teknologi Rekayasa Otomasi, Sekolah Vokasi,
Universitas Diponegoro

Judul Tugas Akhir : **RANCANG BANGUN ARM MANIPULATOR
MENGUNAKAN SENSOR FLEX DAN SENSOR GYROSCOPE
MPU-6050 SERTA SENSOR KOMPAS HMC-5883L DENGAN
KENDALI WIRELESS UNTUK MEMINDAH BENDA
BERBAHAYA**

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 perundang undangan yang berlaku.

Semarang, 22 Juni 2026

Yang membuat pernyataan,



Dimas Lintang Adi Saputra

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Ibu yang selalu berdoa dan memberikan semangat, motivasi baik dukungan moril dan materil kepada anak-anaknya.

2. Bapak Jatmiko Endro selaku dosen pembimbing.
3. Saudara yang selalu mendukung memberi dukungan moril dan materil kepada penulis.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah memberikan kesehatan baik jasmani maupun rohani serta petunjuk dan kekuatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Arm Manipulator Menggunakan Sensor Flex dan Sensor Gyroscope MPU-6050 Serta Sensor Kompas HMC-5883L Dengan Kendali Wireless Untuk Memindah Benda Berbahaya”.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah mendukung, membantu, membimbing, serta memberikan saran dan motivasi kepada penulis dalam pembuatan Tugas Akhir ini, yaitu kepada:

1. Bapak Prof Dr. Ir. Budiyo, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
2. Bapak Priyo Sasmoko, S.T, M.Eng., selaku Kepala Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi, Fakultas Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.
3. Bapak Jatmiko Endro Suseno, S.Si..M.Si..Ph.D., selaku dosen pembimbing atas waktu yang telah diberikan dalam memberi saran, memeriksa serta memberi petunjuk untuk pembuatan Tugas Akhir ini.
4. Orang tua penulis, yaitu Saptanti Wulandari yang merupakan ibu kandung dari penulis, yang telah bekerja keras, selalu memberikan dukungan baik moril maupun matril serta senantiasa mendoakan penulis. Keduanya merupakan tokoh yang menjadi panutan bagi penulis untuk selalu berjuang dan bekerja keras dalam menjalani kehidupan.
5. Saudara penulis Abdul Majid yang telah menjadi motivator pemberi semangat bagi penulis untuk menjadi sosok yang lebih baik lagi.
6. Sahabat-sahabat Bocah Ngambis yang telah banyak membantu penulis dengan memberikan hiburan, motivasi, kritik dan saran dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman Teknologi Rekayasa Otomasi Angkatan 2019 terkhusus Fajar Maulana Sidiq, Adhimas Iqbal Nugroho yang telah membantu pengerjaan, mendukung, memotivasi, memberi kritik dan saran agar Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
8. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, terimakasih atas segala bantuan, doa dan kerjasamanya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis memohon maaf apabila dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan sangat jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran dari semua pihak untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini sehingga menjadi lebih baik. Terakhir penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi orang lain khususnya bagi penulis pribadi.

Semarang, 22 Juni 2026

Penyusun,



Dimas Lintang Adi Saputra

DAFTAR ISI

<u>TUGAS AKHIR</u>	i
<u>LAPORAN TUGAS AKHIR</u>	2
<u>HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR</u>	2
<u>SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI</u>	4
<u>HALAMAN PERSEMBAHAN</u>	4
<u>KATA PENGANTAR</u>	6
<u>DAFTAR ISI</u>	8
<u>DAFTAR GAMBAR</u>	10
<u>DAFTAR TABEL</u>	11
<u>DAFTAR LAMPIRAN</u>	12
<u>ABSTRAK</u>	13
<u>ABSTRACT</u>	14
<u>BAB I PENDAHULUAN</u>	Error! Bookmark not defined.
1.1 <u>Latar Belakang</u>	Error! Bookmark not defined.
1.2 <u>Perumusan Masalah</u>	Error! Bookmark not defined.
1.3 <u>Tujuan</u>	Error! Bookmark not defined.
1.4 <u>Batasan Masalah</u>	Error! Bookmark not defined.
1.5 <u>Manfaat Tugas Akhir</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>BAB II LANDASAN TEORI</u>	Error! Bookmark not defined.
2.1 <u>Tinjauan Pustaka</u>	Error! Bookmark not defined.
2.3 <u>Motor Servo</u>	Error! Bookmark not defined.
2.4 <u>Sensor Gyroscope MPU-6050</u>	Error! Bookmark not defined.
2.5 <u>Sensor Kompas HMC5883L</u>	Error! Bookmark not defined.
2.6 <u>Mikrokontroler ESP-32</u>	Error! Bookmark not defined.
2.7 <u>Resistor</u>	Error! Bookmark not defined.
2.8 <u>Arduino IDE</u>	Error! Bookmark not defined.
2.9 <u>Modul Step Down LM2596</u>	Error! Bookmark not defined.
2.10 <u>Pembacaan Sensor Flex</u>	Error! Bookmark not defined.
2.11 <u>Orientasi Sudut dengan Sensor Akselerometer</u>	Error! Bookmark not defined.
2.12 <u>Orientasi Sudut dengan Gyroscope Sensor</u> ..	Error! Bookmark not defined.
2.13 <u>Orientasi Sudut dengan Sensor Magnetometer</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>BAB III METODOLOGI</u>	Error! Bookmark not defined.

3.1	<u>Diagram Blok</u>	Error! Bookmark not defined.
3.2	<u>Perancangan Elektronik</u>	Error! Bookmark not defined.
3.3	<u>Prinsip Kerja Alat</u>	Error! Bookmark not defined.
3.3.1	<u>Rancang Sistem Kendali Pergerakan <i>Arm Manipulator</i></u> Error! Bookmark not defined.	
3.4	<u>Skematis Sistem</u>	Error! Bookmark not defined.
3.4.1	<u>Wiring Diagram</u>	Error! Bookmark not defined.
3.4.2	<u>Skematik</u>	Error! Bookmark not defined.
3.4.3	<u>PCB</u>	Error! Bookmark not defined.
3.5	<u>Pembagian Catu Daya</u>	Error! Bookmark not defined.
3.6	<u>Spesifikasi dan fitur alat</u>	Error! Bookmark not defined.
3.7	<u>Teknik Fabrikasi Alat</u>	Error! Bookmark not defined.
3.7.1	<u>Perancangan Mekanik</u>	Error! Bookmark not defined.
3.7.2	<u>Percancangan Logika Pemrograman</u>	Error! Bookmark not defined.
BAB IV PENGUJIAN DAN HASIL ANALISA		Error! Bookmark not defined.
4.1.	<u>Pengujian Komponen</u>	Error! Bookmark not defined.
4.1.1.	<u>Pengujian Rangkaian Catu Daya</u>	Error! Bookmark not defined.
4.1.2.	<u>Pengukuran Konsumsi Daya Alat</u>	Error! Bookmark not defined.
4.1.3.	<u>Pengecekan Data Masukkan Sensor Pada Rangkaian Sarung Tangan</u> Error! Bookmark not defined.	
4.2.	<u>Pengujian Alat</u>	Error! Bookmark not defined.
4.3.	<u>Pengujian Memindahkan benda berbahaya</u> ..	Error! Bookmark not defined.
BAB V PENUTUP		Error! Bookmark not defined.
5.1	<u>Kesimpulan</u>	Error! Bookmark not defined.
5.2	<u>Saran</u>	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

<u>Gambar 2. 1 Flex Sensor</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Gambar 2. 2 Motor Servo</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Gambar 2. 3 Sensor Gyroscope MPU-6050</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Gambar 2. 4 Sensor Kompas HMC5883L</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Gambar 2. 5 ESP-32</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Gambar 2. 6 Resistor</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Gambar 2. 7 Arduino IDE</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Gambar 2. 8 Modul Step Down LM2596</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Gambar 3. 1 Pembentukan sudut akselerometer</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Gambar 3. 2 Koordinat sumbu pitch, roll, dan yaw</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Gambar 3. 3 Bentuk sudut magnetometer</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Gambar 3. 4 Diagram Blok Sistem</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Gambar 3. 5 Perancangan Elektronik</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Gambar 3. 6 Posisi servo tiap sudut</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Gambar 3. 7 Wiring sistem sarung tangan</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Gambar 3. 8 Wiring sistem robot arm</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Gambar 3. 9 Skematik sarung tangan</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Gambar 3. 10 Skematik arm robot</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Gambar 3. 11 PCB skematik sarung tangan</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Gambar 3. 12 PCB skematik arm robot</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Gambar 3. 13 Rangka Robot Arm</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Gambar 3. 14 Sarung tangan</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Gambar 3. 15 Wiring skema sarung tangan dan robot arm</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Gambar 3. 16 Skema PCB sarung tangan</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Gambar 3. 17 Skema PCB robot arm</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Gambar 3. 18 Komponen tersusun sarung tangan</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Gambar 3. 19 Komponen tersusun arm robot</u>	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

<u>Tabel 4. 1 Pengujian power supply</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Tabel 4. 2 Komponen utama</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Tabel 4. 3 Spesifikasi kebutuhan daya masing-masing komponen</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Tabel 4. 4 Pengukuran konsumsi daya aktual</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Tabel 4. 5 Komponen utama</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Tabel 4. 6 Kebutuhan daya masing-masing komponen</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Tabel 4. 7 Pengukuran konsumsi daya aktual</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Tabel 4. 8 Data sensor dalam keadaan standby</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Tabel 4. 9 Hasil data dari sensor</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Tabel 4. 10 Tabel Pengujian Sensor Flex 1</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Tabel 4. 11 Tabel Pengujian Sensor Flex 2</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Tabel 4. 12 Tabel Pengujian Sensor Flex 3</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Tabel 4. 13 Tabel Pengujian Sensor Flex 4</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Tabel 4. 14 Tabel Pengujian Sensor MPU 6050</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Tabel 4. 15 Tabel Pengujian Sensor HMC5883L</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Tabel 4. 16 Tabel uji memindahkan barang</u>	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR LAMPIRAN

<u>Lampiran 1 Coding Pemrograman Sarung Tangan</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Lampiran 2 Coding Pemrograman Arm Robot</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Lampiran 3 Data Sheet ESP32 Dev Kit V1</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Lampiran 4 Data Sheet Flex Sensor</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Lampiran 5 Data Sheet Sensor Gyroscope MPU-6050</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Lampiran 6 Data Sheet IC HMC5883L</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Lampiran 7 Data Sheet Motor Servo MG996R</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Lampiran 8 Foto Rangkaian Alat</u>	Error! Bookmark not defined.

ABSTRAK

RANCANG BANGUN ARM MANIPULATOR MENGGUNAKAN SENSOR FLEX DAN SENSOR GYROSCOPE MPU-6050 SERTA SENSOR KOMPAS HMC-5883L DENGAN KENDALI WIRELESS UNTUK MEMINDAH BENDA BERBAHAYA

Dimas Lintang Adi Saputra

S.Tr Teknologi Rekayasa Otomasi, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro

Perkembangan teknologi robotik sudah memberikan berbagai solusi dalam membantu manusia melakukan pekerjaan yang memiliki tingkat risiko tinggi. Salah satunya adalah pekerjaan pemindahan benda atau bahan berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan manusia apabila terjadi kontak langsung. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu menggantikan peran manusia dalam melakukan pekerjaan tersebut secara aman dan efektif. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun arm manipulator yang dapat dikendalikan secara wireless menggunakan sensor flex, sensor gyroscope MPU-6050, dan sensor kompas HMC-5883L sebagai media kendali gerakan. Sistem yang dirancang terdiri dari sarung tangan kendali (glove controller) dan arm manipulator. Sensor flex digunakan untuk mendeteksi gerakan jari, sedangkan sensor MPU-6050 dan HMC-5883L digunakan untuk mendeteksi orientasi dan arah gerakan tangan pengguna. Data dari sensor diolah oleh mikrokontroler dan dikirim secara nirkabel ke arm manipulator untuk mengendalikan pergerakan motor servo sesuai dengan gerakan tangan pengguna.

Hasil perancangan menunjukkan bahwa sistem arm manipulator dapat dikendalikan secara wireless dan mampu mengikuti gerakan tangan yang terdeteksi oleh sensor. Sistem ini dapat digunakan sebagai alternatif alat bantu untuk memindahkan benda berbahaya tanpa kontak langsung dengan manusia sehingga dapat meningkatkan aspek keselamatan kerja.

Kata Kunci: Arm Manipulator, Wireless Control, Sensor Flex, MPU-6050, HMC-5883L, Robotika.

ABSTRACT

RANCANG BANGUN ARM MANIPULATOR MENGGUNAKAN SENSOR FLEX DAN SENSOR GYROSCOPE MPU-6050 SERTA SENSOR KOMPAS HMC-5883L DENGAN KENDALI WIRELESS UNTUK MEMINDAH BENDA BERBAHAYA

Dimas Lintang Adi Saputra

S.Tr Teknologi Rekayasa Otomasi, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro

The development of robotic technology has provided various solutions to assist humans in performing tasks with high levels of risk. One such task is the handling and transportation of hazardous objects or materials that may endanger human safety through direct contact. Therefore, a system capable of replacing human involvement in such tasks in a safe and effective manner is required. This research aims to design and develop a wireless-controlled arm manipulator using flex sensors, an MPU-6050 gyroscope sensor, and an HMC-5883L compass sensor as motion control devices.

The proposed system consists of a glove controller and an arm manipulator. Flex sensors are used to detect finger movements, while the MPU-6050 and HMC-5883L sensors are utilized to determine the orientation and direction of the user's hand movements. Sensor data are processed by a microcontroller and transmitted wirelessly to the arm manipulator to control the movement of servo motors according to the user's hand motions.

The results of the design and implementation show that the arm manipulator system can be controlled wirelessly and is capable of following hand movements detected by the sensors. This system can serve as an alternative tool for handling hazardous objects without direct human contact, thereby improving occupational safety and reducing the risk of workplace accidents.

Keywords: *Arm Manipulator, Wireless Control, Flex Sensor, MPU-6050, HMC-5883L, Robotics.*