



POLITEKNIK NEGERI
CILACAP

TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN ROBOT *HEXAPOD* PEMADAM API
MENGUNAKAN SENSOR LIDAR A1M8 DENGAN
ALGORITMA *WALL FOLLOWING***

***DESIGN OF A FIRE EXTINGUISHER HEXAPOD ROBOT
USING A1M8 LIDAR SENSOR WITH WALL FOLLOWING
ALGORITHM***

Oleh

BAGAS APRILIANTO
NIM.20.01.01.029

DOSEN PEMBIMBING :

ARIF SUMARDIONO, S.Pd.,M.T.
NIP.198912122019031014

HENDI PURNATA, S.Pd.,M.T.
NIP.199211132019031009

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN REKAYASA ELEKTRO DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK NEGERI CILACAP
2023**



POLITEKNIK NEGERI
CILACAP

TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN ROBOT *HEXAPOD* PEMADAM API
MENGUNAKAN SENSOR LIDAR A1M8 DENGAN
ALGORITMA *WALL FOLLOWING***

**DESIGN OF A FIRE EXTINGUISHER HEXAPOD ROBOT
USING A1M8 LIDAR SENSOR WITH WALL FOLLOWING
ALGORITHM**

Oleh

BAGAS APRILIANTO
NIM.20.01.01.029

DOSEN PEMBIMBING :

ARIF SUMARDIONO. S.Pd..M.T.
NIP.198912122019031014

HENDI PURNATA. S.Pd..M.T.
NIP.199211132019031009

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN REKAYASA ELEKTRO DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK NEGERI CILACAP
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

PERANCANGAN ROBOT *HEXAPOD* PEMADAM API MENGUNAKAN SENSOR LIDAR AIM8 DENGAN ALGORITMA *WALL FOLLOWING*

Oleh:

BAGAS APRILIANTO

NIM.20.01.01.029

Tugas Akhir Ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya (A.Md)
di
Politeknik Negeri Cilacap

Disetujui oleh

Penguji Tugas Akhir

Pembimbing Tugas Akhir

1. Artdhita Fajar Pratiwi, S.T.,M.Eng.
NIP.198506242019032013

1. Arif Sumardiono,S.Pd.,M.T.
NIP.198912122019031014

2. Zaenurrohman, S.T.,M.T.
NIP.198603212019031007

2. Hendi Purnata.S.Pd.,M.T.
NIP.199211132019031009

Mengetahui,
Ketua Jurusan Rekayasa Elektro dan Mekanika



**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA
ILMIAH UNTUK KEPETINGAN AKADEMIS**

Sebagai mahasiswa Politeknik Negeri Cilacap, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Bagas Aprilianto

NPM : 200101029

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Cilacap Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalti Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“PERANCANGAN ROBOT HEXAPOD PEMADAM API
MENGUNAKAN SENSOR LIDAR A1M8 DENGAN
ALGORITMA WALL FOLLOWING ”**

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini, Politeknik Negeri Cilacap berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikan di Internet atau media lain untuk kepentingan akademik tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Politeknik Negeri Cilacap, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Cilacap

Pada Tanggal :

Yang menyatakan



(Bagas Aprilianto)

NIM.20.01.01.029

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Laporan Tugas Akhir ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran, dan pemaparan asli penulis sendiri baik dari alat (*hardware*), program, dan naskah laporan yang tercantum sebagai bagian dari Laporan Tugas Akhir ini. Jika terdapat karya orang lain, penulis akan mencantumkan sumber secara jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi ini.

Cilacap, 01 Agustus 2023

Yang Menyatakan,



(Bagas Aprilianto)

NIM.20.01.01.029

ABSTRAK

Kebakaran merupakan situasi darurat yang berpotensi mengancam keselamatan manusia, kekayaan materi, asset, dan ekosistem disekitarnya. Adapun institusi yang mempunyai wewenang untuk menangani kebakaran adalah pemadam kebakaran. Dalam melakukan upaya pemadaman yang melibatkan penetrasi ke dalam bangunan yang terbakar, pemadam kebakaran memiliki resiko yang tinggi seperti jatuh dari ketinggian, ledakan, bahaya benda tajam, dan lain-lain. Salah satu alternatif untuk mengurangi resiko tersebut adalah adanya sebuah robot pemadam api yang dapat membantu pemadaman api. Maka dibuatlah sebuah prototipe robot pemadam api berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan Esp32. Robot ini menggunakan algoritma *wall following* dengan sensor Rplidar A1M8 sebagai pendeteksi jarak. Selain itu, sistem kendali *Proportional-Derivative* diterapkan dengan sensor MPU6050 sebagai pembaca sudut robot. Robot ini juga dilengkapi dengan sensor UVtron sebagai pendeteksi api, yang memungkinkan robot untuk mendeteksi keberadaan api. Sensor TPA64 digunakan sebagai penentu titik koordinat api, yang membantu robot untuk mengidentifikasi lokasi tepat dari sumber api. Pada pengujian Rplidar dengan tujuan untuk mengetahui keakuratan pembacaan sensor didapatkan nilai rata-rata *error* pembacaan sebesar 0.72%. Pada pengujian *Proportional-Derivative* yang dilakukan untuk mendapatkan nilai parameter Kp dan Kd didapatkan nilai Kp sebesar 0.24 dan Kd sebesar 1. Sedangkan untuk sistem algoritma *wall following* didapatkan nilai Kp sebesar 0.2 dan Kd sebesar 1. Kemudian dari pengujian pemadaman api dengan tujuan untuk mengetahui waktu robot dalam mencari titik api dan memadamkannya, didapatkan waktu rata-rata pemadaman api selama 8,21 detik. Dan dari hasil pengujian keseluruhan robot *hexapod* pemadaman api mampu memadamkan 2 sumber api yang terletak pada area berlabirin dengan catatan waktu tercepat adalah 1.43 menit terhitung dari saat tombol *start* ditekan.

Kata kunci : kebakaran, mikrokontroler, *wall following*, *Proportional Derivative*, robot *hexapod*

ABSTRACT

Fire is an emergency that has the potential to threaten human safety, material wealth, assets, and the surrounding ecosystem. The agency authorized to deal with fires is the fire department. In extinguishing efforts that involve penetration into a burning building, firefighters have a high risk of fire such as falling from a height, explosion, danger of sharp objects, and others. One alternative to reduce this risk is the existence of a fire extinguisher robot that can help extinguish the fire. Then a prototype fire extinguisher robot based on the Arduino Mega 2560 and Esp32 microcontroller was made. This robot uses a wall-following algorithm with the Rplidar AIM8 sensor as a distance detector. In addition, the Proportional-Derivative control system is implemented with the MPU6050 sensor as a robot angle reader. This robot is also equipped with a UVtron sensor as a fire detector, which allows the robot to detect the presence of fire. TPA64 sensor is used to determine the coordinates of the fire, which helps the robot to identify the exact location of the fire source. In the Rplidar test to obtain the accuracy of sensor readings, the average reading error value was 0.72%. In the Proportional-Derivative test that was carried out to obtain the Kp and Kd parameter values, the Kp value was 0.24 and the Kd was 1. Meanwhile, for the wall following the algorithm system, the Kp value was 0.2 and Kd was 1. Then from the fire extinguishing test to know the time the robot searches for hotspots and extinguishing them, obtains an average time of extinguishing the fire for 8.21 seconds. And from the test results, all fire extinguisher hexapod robot was able to extinguish 2 sources of fire located in the maze area with the fastest record time of 1.43 minutes from when the start button was pressed.

Keyword : fire, microcontroller, wall following, Proportional-Derivative, hexapod robot

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur senantiasa kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala nikmat, kekuatan, taufik serta hidayah-Nya. Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW, keluarga, sahabat, dan para pengikut setianya. Aamiin. Atas kehendak Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul:

"PERANCANGAN ROBOT HEXAPOD PEMADAM API MENGGUNAKAN SENSOR LIDAR A1M8 DENGAN ALGORITMA WALL FOLLOWING"

Pembuatan dan penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md) di Politeknik Negeri Cilacap.

Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan dan hambatan yang dijumpai selama pengerjaannya. Sehingga saran yang bersifat membangun sangatlah diharapkan demi pengembangan yang lebih optimal dan kemajuan yang lebih baik.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Cilacap, 01 Agustus 2023



Bagas Aprilianto
(Penulis)

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadirat Allah SWT dan tanpa mengurangi rasa hormat yang mendalam penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu proses pembelajaran di Politeknik Negeri Cilacap, maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- 1) Allah SWT yang telah memberi ridho dan barokah-Nya sehingga dapat terselesaikannya Tugas Akhir ini.
- 2) Bapak (Alm) dan Ibu saya tercinta yang senantiasa memberikan doa dan semangat dalam mendukung kesuksesan saya.
- 3) Kakak saya, Aji Pangestu, S.Pd yang selalu memberikan semangat dan dukungan disela-sela kesibukannya
- 4) Bapak Muhamad Yusuf, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Rekayasa Elektro dan Mekatronika yang telah mengatur dan mengayomi dengan bijaksana.
- 5) Bapak Arif Sumardiono, S.Pd., M.T., selaku dosen pembimbing I tugas akhir, terima kasih kepada beliau yang telah memberikan dukungan penuh baik materil maupun semangat sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
- 6) Bapak Hendi Purnata, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II tugas akhir, terima kasih kepada beliau yang selalu memberikan masukan beserta solusi pada program, sehingga alat ini dapat berfungsi sedemikian baik.
- 7) Seluruh Dosen Prodi Teknik Elektronika, yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat untuk bekal masa depan.
- 8) Teman-teman yang selalu menemani perjalanan dalam pembelajaran mencari ilmu untuk kebaikan masa depan.
- 9) Semua pihak yang tidak dapat enulis sebutkan satu persatu yang telah memberi kontribusi positif dalam bentuk apapun itu.

Semoga Allah SWT selalu memberikan perlindungan, rahmat, dan nikmat-Nya bagi kita semua. Aamiin.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	Error! Bookmark not defined.
UCAPAN TERIMA KASIH.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR ISTILAH	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Metodologi	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori	8
BAB III PERANCANGAN SISTEM.....	23
3.1 Analisa Kebutuhan	23
3.2 Diagram Blok Sistem	25
3.3 <i>Flowchart</i>	26
3.4 Metode Perancangan Alat	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	51
4.1 Pengujian Sensor Rplidar	51
4.2 Pengujian Sensor UVtron	52
4.3 Pengujian Sensor TPA64.....	53
4.4 Pengujian Sensor MPU6050	55
4.5 Pengujian Sistem kendali <i>Proportional-Derivative</i>	55
4.6 Pengujian Sistem <i>Wall Following</i>	60
4.7 Pengujian Pemadaman Api	64

4.8	Pengujian Keseluruhan.....	66
4.9	Analisa Keseluruhan.....	67
BAB V PENUTUP.....		69
5.1	Kesimpulan.....	69
5.2	Saran.....	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi pergerakan <i>Ripple gaits</i> ^[6]	12
Gambar 2.2 Ilustrasi Pergerakan <i>Wave Gaits</i> ^[6]	12
Gambar 2.3 Ilustrasi Pergerakan <i>Tripod Gaits</i> ^[6]	13
Gambar 2.4 Arduino Mega ^[14]	14
Gambar 2.5 Rplidar A1M8 ^[15]	14
Gambar 2.6 Sensor Uvtron ^[16]	15
Gambar 2.8 Motor Servo MG99R ^[17]	16
Gambar 2.9 LCD 16x2 ^[18]	16
Gambar 2.10 <i>Push Button</i> ^[19]	17
Gambar 2.11 Pompa Motor DC ^[19]	18
Gambar 2.12 Sensor TPA64 ^[21]	18
Gambar 2.13 Sensor MPU6050 ^[22]	19
Gambar 2.14 Motor Driver L298N ^[23]	19
Gambar 2.15 ESP32 DEVKIT V1 ^[24]	20
Gambar 2.16 Baterai Li-Po ^[25]	20
Gambar 2.17 UBEC ^[26]	21
Gambar 3.1 Diagram blok sistem keseluruhan	25
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> sistem keseluruhan	27
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Pemadaman Api	28
Gambar 3.4 Desain Keseluruhan Robot Tampak Isometris	29
Gambar 3.5 Desain Keseluruhan Robot Tampak Samping	30
Gambar 3.6 Desain Keseluruhan Robot Tampak Atas	30
Gambar 3.7 Desain kaki robot	30
Gambar 3.8 Dimensi Ruang simulasi	31
Gambar 3.9 Rangkaian Skematik <i>mainboard</i>	32
Gambar 3.10 <i>Layout mainboard</i>	33
Gambar 3.11 Skematik rangkaian power servo	34
Gambar 3.12 <i>Layout</i> rangkaian power servo	35
Gambar 3.13 Potongan Program Deteksi Koordinat Api	36
Gambar 3.14 Potongan Program Deteksi Api	37
Gambar 3.15 Potongan Program Pembacaan Sudut Yaw	38
Gambar 3. 16 Flowchat Pembacaan Sensor Lidar	39
Gambar 3.17 Potongan Program Pembacaan Jarak & Sudut Lidar	40
Gambar 3.18 Diagram blok sistem kendali	41
Gambar 3.19 Program perhitungan PD	43
Gambar 3. 20 Program Sistem <i>Wall Following</i>	44
Gambar 3.21 Rumus <i>Inverse kinematic</i> ^[28]	46

Gambar 3.22 Potongan Program <i>Inverse kinematic</i>	47
Gambar 3.23 Ilustrasi Pola Langkah <i>Tripod</i> gait	48
Gambar 3.24 Program Algoritma <i>Tripod Gaits</i>	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Referensi Jurnal.....	5
Tabel 2.2 Hubungan Kp,Ki,Kd	9
Tabel 3.1 Kebutuhan Perangkat Lunak	23
Tabel 3.2 Kebutuhan Perangkat Keras	24
Tabel 3.3 Konfigurasi pin Arduino mega <i>mainboard</i>	33
Tabel 3.4 Konfigurasi pin ESP32 <i>mainboard</i>	34
Tabel 3.5 konfigurasi Pin Servo Arduino Mega.....	35
Tabel 3.6 Pola pergerakan Langkah Tripod gait	48
Tabel 4.1 Pengujian Sensor Rplidar terhadap dinding	51
Tabel 4.2 Pengujian Jarak pembacaan Sensor Uvtron	52
Tabel 4.3 Pengujian Sudut pembacaan Sensor Uvtron	53
Tabel 4.4 Pengujian Pembacaan Koordinat Titik X Api	54
Tabel 4.5 Pengujian Pengaruh Sudut Terhadap Pembacaan Suhu	54
Tabel 4.6 Pengujian Pembacaan Sudut Yaw Sensor MPU6050	55
Tabel 4.7 Pengujian sistem kendali <i>Proportional – Derivative</i>	58
Tabel 4.8 Hasil pengujian Sistem <i>Wall Following</i>	62
Tabel 4.9 Pengujian Pemadaman Api	65
Tabel 4.10 Percobaan Keseluruhan Sistem	66

DAFTAR ISTILAH

Prototipe	: Metode dalam pengembangan produk yang melibatkan pembuatan desain, sampel, untuk menguji konsep atau proses kerja dari produk
Robot <i>Hexapod</i>	: Robot berkaki enam yang dirancang menyerupai struktur tubuh laba-laba
Mikrokontroler	: Komputer kecil yang diintegrasikan dalam bentuk <i>chip</i> IC (<i>Integrated Circuit</i>)
<i>Chasis</i>	: Komponen yang menjadi kerangka dasar suatu produk
Algoritma	: Rangkaian instruksi yang digunakan untuk memecahkan masalah
Navigasi	: Penentuan posisi (kedudukan) dan arah perjalanan
<i>Setpoint</i>	: Nilai yang diinginkan
Radiasi	: Perambatan energi melalui ruang dalam bentuk gelombang elektromagnetik
<i>Input</i>	: Masukkan
<i>Output</i>	: Keluaran
Tegangan	: Beda potensial antara dua titik
Arus	: Jumlah muatan listrik yang mengalir per satuan waktu
<i>Master</i>	: Penerima Data
<i>Slave</i>	: Pengirim Data
<i>Actuator</i>	: Komponen pengubah sinyal listrik menjadi Gerakan fisik atau mekanik
Labirin	: Jalan yang bercabang atau berliku untuk pengujian mencari jalan keluar
Fleksibilitas	: Kemampuan objek untuk menyesuaikan diri dengan berbagai kondisi yang berbeda
<i>Mainboard</i>	: Papan komponen utama

- Variabel : Nama yang digunakan dalam pemrograman untuk mewakili suatu nilai yang dapat berubah
- Error* : Keadaan yang terjadi ketika program komputer tidak dapat menjalankan instruksi atau tugas yang diminta dengan benar
- Orientasi : Posisi atau arah suatu objek dalam hubungannya dengan titik acuan

DAFTAR SINGKATAN

DC	: <i>Direct Current</i>
PCB	: <i>Printed Circuit Board</i>
LAN	: <i>Local Area Network</i>
WAN	: <i>Wide Area Network</i>
cm	: <i>Centimeter</i>
mm	: <i>Milimeter</i>
Kg	: <i>Kilogram</i>
PID	: <i>Proprtrional Integral Derivative</i>
I/O	: <i>Input / Output</i>
PWM	: <i>Pulse Width Modulation</i>
USB	: <i>Universal Serial Bus</i>
ICSP	: <i>In Circuit Serial Programming</i>
IC	: <i>Integrated Circuit</i>
CPU	: <i>Central Processing Unit</i>
GPU	: <i>Graphic Processing Unit</i>
I/O	: <i>Input/Output</i>
V	: <i>Volt</i>
I	: <i>Arus</i>
W	: <i>Daya</i>
Kb	: <i>Kilobites</i>
Hz	: <i>Hertz</i>
VCC	: <i>Voltage Common Collector</i>
GND	: <i>Ground</i>
SDA	: <i>Serial Data</i>
SDL	: <i>Serial Clock</i>
GPIO	: <i>General Pin Input Output</i>
UART	: <i>Universal Asynchronous Receiver Transmitter</i>
SPI	: <i>Serial Peripheral Interface</i>
I2C	: <i>Inter Integrated Circuit</i>
RAM	: <i>Random Access Memory</i>

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN A *LISTING* PROGRAM ARDUINO
- LAMPIRAN B *LISTING* PROGRAM ESP32
- LAMPIRAN C HASIL ALAT