

**PERANCANGAN SISTEM NAVIGASI MENGGUNAKAN
METODE ODOMETRI PADA *HOLONOMIC THREE
WHEEL OMNI-DIRECTIONAL MOBILE ROBOT***

***DESIGN OF A NAVIGATION SYSTEM USING
ODOMETRY METHOD ON HOLONOMIC THREE
WHEEL OMNI-DIRECTIONAL MOBILE ROBOT***

Oleh :

BAGUS AULIA RAHMAN
NPM.19.01.01.010

DOSEN PEMBIMBING :

GALIH MUSTIKO AJI, S.T., M.T
NIP. 198509172019031005

ARTDHITA FAJAR PRATIWI, S.T., M.Eng
NIP. 198506242019032013

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRONIKA
POLITEKNIK NEGERI CILACAP
2022**



POLITEKNIK NEGERI
CILACAP

TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN SISTEM NAVIGASI MENGGUNAKAN
METODE ODOMETRI PADA *HOLONOMIC THREE
WHEEL OMNI-DIRECTIONAL MOBILE ROBOT***

***DESIGN OF A NAVIGATION SYSTEM USING
ODOMETRY METHOD ON HOLONOMIC THREE
WHEEL OMNI-DIRECTIONAL MOBILE ROBOT***

Oleh :

BAGUS AULIA RAHMAN
NPM.19.01.01.010

DOSEN PEMBIMBING :

GALIH MUSTIKO AJI, S.T., M.T
NIP. 198509172019031005

ARTDHITA FAJAR PRATIWI, S.T., M.Eng
NIP. 198506242019032013

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRONIKA
POLITEKNIK NEGERI CILACAP
2022**

**PERANCANGAN SISTEM NAVIGASI MENGGUNAKAN
METODE ODOMETRI PADA HOLONOMIC THREE WHEEL
OMNI-DIRECTIONAL MOBILE ROBOT**

Oleh :

Bagus Aulia Rahman
NPM.19.01.01.010

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

Disetujui Oleh:

Penguji Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing:

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

1. Galih Mustiko Aji, S.T., M.T.
NIP. 198509172019031005

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

2. Artdhita Fajar Pratiwi, ST., M.Eng.
NIP. 198506242019032013

Mengetahui:
Ketua Jurusan Teknik Elektronika



Galih Mustiko Aji, S.T., M.T.
NIP. 198509172019031005

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

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

Nama : Bagus Aulia Rahman
NIM : 19.01.01.010
Judul Tugas Akhir : PERANCANGAN SISTEM NAVIGASI
MENGUNAKAN METODE ODOMETRI
PADA *HOLONOMIC THREE WHEEL
OMNI-DIRECTIONAL MOBILE ROBOT*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Laporan Tugas Akhir berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari penulis sendiri, baik dari alat (*hardware*), *listing* 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, 15 Agustus 2022
Yang menyatakan,



(Bagus Aulia Rahman)
NIM.19.01.01.010

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

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

Nama : Bagus Aulia Rahman
NIM : 19.01.01.010

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Cilacap Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah yang berjudul : ” **PERANCANGAN SISTEM NAVIGASI MENGGUNAKAN METODE ODOMETRI PADA *HOLONOMIC THREE WHEEL OMNI-DIRECTIONAL MOBILE ROBOT***” beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini, Politeknik Negeri Cilacap berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikan di internet atau media lain untuk kepentingan akademis 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 : 15 Agustus 2022

Yang menyatakan,



(Bagus Aulia Rahman)

ABSTRAK

holonomic adalah robot yang memiliki pergerakan lebih bebas dan *silmutan* dengan baik dengan menggunakan roda dengan tipe *omni-directional* yang memungkinkan terjadinya gerakan *translasi* dan *rotasi*. Apabila robot tidak memiliki pengendali yang baik robot tidak dapat memaksimalkan fungsinya sendiri. Ketika robot tidak mengetahui posisinya di lapangan, maka strategi pergerakan yang diterapkan sangat terbatas. Salah satu cara untuk mengetahui posisi robot adalah dengan membuat sistem navigasi menggunakan metode odometri. Metode odometri ini berfungsi untuk membaca pergerakan atau perpindahan robot dalam vektor posisi dan orientasi (x,y,θ) . Sistem navigasi dirancang menggunakan tiga roda *omni*, dimana pemasangan sensor *rotary encoder* sejajar dengan *shaft* motor dengan beda sudut diantara masing-masing poros roda adalah 120° dan sensor *gyro* MPU6050 berfungsi untuk membaca orientasi robot Metode odometri dikombinasikan dengan kinematika gerak menggunakan *inverse kinematics* untuk mendapatkan data pergerakan robot. Tingkat rata-rata selisih jarak koordinat robot terhadap titik koordinat tujuan sebesar 0,566 cm pada pergerakan maju, mundur, geser kiri, geser kanan, serong kiri dan serong kanan. Tingkat rata-rata robot memertahankan posisi *setpoint* orientasi sebesar 0,2 derajat.

Kata kunci : *Holonomic, Navigation, Odometry, Inverse Kinematics, Rotary Encoder, MPU6050*

ABSTRACT

holonomic is a robot that has more freedom of movement and is well coordinated by using wheels with an omni-directional type that allows translational and rotational movements. If the robot does not have a good controller, the robot cannot maximize its own function. When the robot does not know its position in the field, the movement strategy applied is very limited. One way to find out the position of the robot is to create a navigation system using the odometry method. This odometry method serves to read the movement or displacement of the robot in position and orientation vectors (x,y,θ) . The navigation system is designed using three omni wheels, where the installation of the rotary encoder sensor is parallel to the motor shaft with an angle difference between each wheel axle is 120° and the MPU6050 gyro sensor functions to read the orientation of the robot. The odometry method is combined with motion kinematics using inverse kinematics to obtain movement data. robot. The average level of the difference in the distance of the robot coordinates to the coordinates of the destination point is 0.566 cm in the forward, backward, left shift, right shift, left tilt and right shift movements. The average rate at which the robot maintains the orientation setpoint position is 0.2 degrees.

Keywords: *Holonomic, Navigation, Odometry, Inverse Kinematics, Rotary Encoder, MPU6050*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, puji dan syukur senantiasa kita panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala nikmat, kekuatan, taufik serta hidayah-Nya. Shalawat dan salam semoga tercurah kepada Rasulullah SAW, keluarga, sahabat, dan para pengikut setianya. Amin. Atas kehendak Allah sajalah, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul :

**“PERANCANGAN SISTEM NAVIGASI MENGGUNAKAN
METODE ODOMETRI PADA *HOLONOMIC THREE WHEEL
OMNI-DIRECTIONAL MOBILE ROBOT*”**

Pembuatan dan penyusunan Tugas Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Diploma-III (DIII) dan memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md) di Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Cilacap.

Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan, hambatan serta rintangan yang dilalui oleh penulis selama pengerjaan Tugas Akhir. Kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi pengembangan yang lebih optimal dan kemajuan yang lebih baik lagi ke depannya.

Demikian besar harapan penulis agar laporan ini dapat bermanfaat bagi pembacanya.

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Cilacap, 15 Agustus 2022



Bagus Aulia Rahman

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh rasa syukur kehadiran Allah SWT dan tanpa menghilangkan rasa hormat yang mendalam, saya selaku penyusun dan penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan ridhonya sehingga dapat terselesaikannya Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua saya Bapak Yadi Kurniadi dan Ibu Jumiati dan juga saudara kandung saya yang senantiasa memberikan dukungan baik materil, semangat, maupun doa.
3. Bapak Galih Mustiko Aji, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektronika dan dosen pembimbing I Tugas Akhir, terima kasih kepada beliau yang selalu memberi masukan beserta solusi serta arahan pada alat dan laporan Tugas Akhir.
4. Ibu Artdhita Fajar Pratiwi, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir, terima kasih kepada beliau yang selalu membimbing dengan sabar dan memberi arahan laporan tentang Tugas Akhir.
5. Seluruh dosen, teknisi, karyawan dan karyawan Politeknik Negeri Cilacap yang telah membekali ilmu dan membantu dalam segala urusan dalam kegiatan penulis di bangku perkuliahan di Politeknik Negeri Cilacap.
6. Teman teman politeknik negeri cilacap yang selalu memberi semangat untuk mengerjakan tugas akhir ini.

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

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR ISTILAH	xiv
DAFTAR SINGKATAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat	2
1.2.1 Tujuan.....	2
1.2.2 Manfaat.....	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metodologi.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II DASAR TEORI.....	7
2.2 Tinjauan Pustaka	7
2.3 Sistem Navigasi	9
2.4 Robot <i>Holonomic</i>	10
2.5 Kinematika.....	10
2.6 Odometri	10
2.7 App Invertor.....	11
2.8 Microsoft Visual Studio.....	13
2.9 Pemograman Arduino	13
2.10 Arduino Mega 2560	14
2.11 Rotary Encoder	15
2.12 Sensor <i>Gyro-521</i> MPU6050.....	16
2.13 Motor <i>Driver</i> BTS7960.....	17
2.14 Motor DC PG28.....	18
2.15 Modul Bluetooth HC-05	19

2.16 Modul Step Down LM2596.....	20
2.17 LCD 20 x 4	21
BAB III METODOLOGI ATAU PERANCANGAN SISTEM	23
3.1 Diagram Blok Sistem.....	23
3.2 Analisa Kebutuhan	24
3.3 Flowchart Sistem	26
3.4 Perancangan Sistem Navigasi Robot	27
3.3.1. Diagram Blok Pengolahan data PID.....	27
3.3.2. Diagram Blok Navigasi Koordinat.....	27
3.5 Perancangan Elektrikal Robot	28
3.4.1. Perancangan Motor Driver	29
3.4.2. Perancangan Rotary Encoder	30
3.4.3. Perancangan Modul Bluetooth HC-05	31
3.5.4 Perancangan Sensor <i>Gyro</i> MPU6050.....	31
3.6 Perancangan Aplikasi Visual Studio.....	32
3.7 Perancangan Aplikasi Pada Mit APP Invertor.....	32
3.8 Perancangan Desain Mekanik.....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Pengujian Sensor <i>Rotary Encoder</i>	35
4.1.1 Pengujian Kecepatan Motor	36
4.1.2 Pengujian Konversi <i>Pulse</i> ke <i>Cm Rotary Encoder</i>	39
4.2 Pengujian Sistem Navigasi	42
4.2.1 Pengujian Jarak	42
4.2.2 Pengujian Orientasi Robot.....	51
4.3 Analisa Keseluruhan.....	52
4.4 Kelebihan dan Kekurangan Alat.....	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA.....	57
DAFTAR LAMPIRAN.....	A
BIODATA PENULIS	A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Halaman <i>Designer</i> MIT <i>APP Inventor</i>	12
Gambar 2. 2 Tampilan <i>Designer</i> Visual Studio	13
Gambar 2. 3 Arduino Mega 2560 ^[23]	14
Gambar 2. 4 Rotary Encoder ^[15]	16
Gambar 2. 5 Sensor <i>Gyro-521</i> MPU6050 ^[13]	17
Gambar 2. 6 Motor <i>Driver</i> BTS7960 ^[24]	18
Gambar 2. 7 Motor DC PG28 ^[15]	18
Gambar 2. 8 Modul Bluetooth HC-05 ^[13]	19
Gambar 2. 9 Modul Step Down LM2596 ^[26]	20
Gambar 2. 10 LCD 20 x 4 ^[23]	21
Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem	23
Gambar 3. 2 Gambar Flowchart Sistem	26
Gambar 3. 3 Diagram Blok PID.....	27
Gambar 3. 4 Block Diagram Sistem Kendali Koordinat.....	28
Gambar 3. 5 Rangkaian Keseluruhan Robot.....	29
Gambar 3. 6 Rangkaian Arduino Mega dengan Motor Driver.....	30
Gambar 3. 7 Rangkaian Arduino Mega dengan Rotary Encoder.....	30
Gambar 3. 8 Rangkaian Arduino Mega dengan Modul HC-05.....	31
Gambar 3. 9 Rangkaian Arduino Mega dengan sensor MPU6050	31
Gambar 3. 10 Tampilan <i>design</i> aplikasi pada Visual Studio.....	32
Gambar 3. 11 Tampilan Kendali Koordinat.....	33
Gambar 3. 12 Tampilan Kendali Remote.....	33
Gambar 3. 13 Program Tampilan Kendali Remote	34
Gambar 3. 14 Desain Robot.....	34
Gambar 4. 1 Hasil Dari Pembuatan Tugas Akhir.....	35
Gambar 4. 2 Pembacaan Kecepatan Motor Kanan.....	36
Gambar 4. 3 Pembacaan Kecepatan Motor Kiri.....	37
Gambar 4. 4 Pembacaan Kecepatan Motor Belakang.....	38
Gambar 4. 5 Tampilan Pergerakan Maju	42
Gambar 4. 6 Tampilan Pergerakan Mundur.....	43
Gambar 4. 7 Tampilan Pergerakan Geser Kanan	44
Gambar 4. 8 Tampilan Pergerakan Geser Kiri.....	45
Gambar 4. 9 Tampilan Pergerakan Serong Kanan	46
Gambar 4. 10 Tampilan Pergerakan Serong Kiri.....	47
Gambar 4. 11 Tampilan Pergerakan 3 Titik	48
Gambar 4. 12 Grafik Pengujian Pergerakan 3 Titik Koordinat.....	49
Gambar 4. 13 Tampilan Pergerakan 4 Titik.....	50

Gambar 4. 14 Grafik Pengujian Pergerakan 3 Titik Koordinat.....50

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Tinjauan Pustaka	8
Tabel 2. 2 Data Teknis Board Arduino Mega 2560	15
Tabel 2. 3 Spesifikasi Rotary Encoder	16
Tabel 2. 4 Spesifikasi Sensor Gyro MPU6050.....	17
Tabel 2. 5 Spesifikasi Motor <i>Driver</i> BTS7960	18
Tabel 2. 6 Spesifikasi Motor DC PG28.....	19
Tabel 2. 7 Modul Bluetooth HC-05	20
Tabel 2. 8 Spesifikasi Modul Step Down LM2596.....	21
Tabel 2. 9 Spesifikasi LCD 20 x 4	21
Tabel 3. 1 Daftar Kebutuhan Perangkat Keras.....	25
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian RPM Motor Kanan.....	37
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian RPM Motor Kiri.....	38
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian RPM Motor Belakang.....	39
Tabel 4. 4 Pengujian Pulse ke Cm Maju	40
Tabel 4. 5 Pengujian Pulse ke Cm Mundur.....	40
Tabel 4. 6 Pengujian Pulse ke Cm Geser Kanan.....	41
Tabel 4. 7 Pengujian Pulse ke Cm Geser Kiri.....	41
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Pergerakan Maju.....	43
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Pergerakan Mundur.....	44
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Pergerakan Geser Kanan.....	45
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Pergerakan Geser Kiri.....	46
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Pergerakan Serong Kanan.....	47
Tabel 4. 13 Hasil Pengujian Pergerakan Serong Kiri.....	48
Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Pergerakan 3 Titik Koordinat.....	49
Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Pergerakan 4 Titik Koordinat.....	51
Tabel 4. 16 Hasil Pengujian Pergerakan Orientasi.....	51

DAFTAR ISTILAH

- Monitoring* : Suatu kegiatan pemantauan yang mencakup pengumpulan data, peninjauan ulang, dan pelaporan informasi yang sudah terimplementasi.
- DC : Arus searah.
- Internet* : Jaringan komunikasi yang menghubungkan komputer dengan fasilitas komputer di seluruh dunia.
- PWM : Suatu Teknik modulasi yang mengubah lebar pulsa dengan nilai frekuensi dan amplitudo.
- Open source* : Sistem pengembang yang kode sumbernya terbuka untuk dipelajari, diubah, ditingkatkan, dan disebarluaskan.
- Konfigurasi : Suatu istilah yang merujuk pada penggambaran bentuk dan wujud.
- Software* : Suatu perangkat lunak yang diprogram untuk disimpan secara digital dengan fungsi tertentu.
- I/O : Masukan atau keluaran.
- VCC : Tegangan pada kaki collector.
- GND : Sistem pentanahan yang berfungsi untuk meniadakan beda potensial sehingga jika ada kebocoran tegangan atau arus akan dibuang ke bumi.

DAFTAR SINGKATAN

SDA	:	<i>Serial Data</i>
SCL	:	<i>Serial Clock</i>
AC	:	<i>Alternating Current</i>
DC	:	<i>Direct Current</i>
I/O	:	<i>Input/Output</i>
VCC	:	<i>Voltage Common Collector</i>
GND	:	<i>Ground</i>
A	:	<i>Ampere</i>
V	:	<i>Volt</i>
USB	:	<i>Universal Serial Bus</i>
GPIO	:	<i>General Purpose Input/Output</i>
PWM	:	<i>Pulse With Modulation</i>
UART	:	<i>Universal Asynchronous Receiver Transmitter</i>
mA	:	<i>Milli Ampere</i>
Cm	:	<i>centimeter</i>