



POLITEKNIK NEGERI
CILACAP

TUGAS AKHIR

**KENDALI KESALAHAN PADA ROBOT KRSBI
BERODA UNTUK DETEKSI POSISI DENGAN
METODE KALMAN FILTER**

***ERROR CONTROL ON WHEELED KRSBI ROBOT
FOR POSITION DETECTION USING KALMAN
FILTER METHOD.***

Oleh :

MUHAMAD ARIF HIDAYAT
NIM. 20.01.01.007

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**

**KENDALI KESALAHAN PADA ROBOT KRSBI BERODA
UNTUK DETEKSI POSISI DENGAN METODE KALMAN
FILTER**

Oleh :

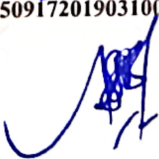
Muhamad Arif Hidayat
20. 01. 01. 007

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

Penguji Tugas Akhir:



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

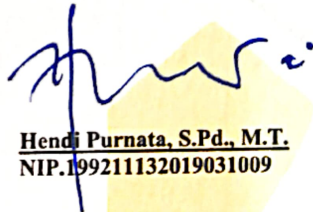


Artdhita Fajar Pratiwi, S.T., M.Eng.
NIP.198506242019032013

Dosen Pembimbing:



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



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

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Rekayasa Elektro dan Mekanika**



Muhamad Yusuf, S.T., M.T.
NIP.198604282019031005

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, 23 Juli 2023
Yang Menyatakan,



(Muhamad Arif Hidayat)
NIM. 20.01.01.007

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Muhamad Arif Hidayat

NIM : 20.01.01.007

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

“KENDALI KESALAHAN PADA ROBOT KRSBI BERODA UNTUK DETEKSI POSISI DENGAN METODE KALMAN FILTER”

Beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini, Politeknik Negeri Cilacap berhak menyimpan, mengalih / format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan / mempublikasikan di Internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin 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 : 23 Juli 2023

Yang Menyatakan,



(Muhamad Arif Hidayat)

NIM. 20.01.01.007

ABSTRAK

Robot adalah perangkat mekanis yang dapat bergerak secara otomatis. Robot memberikan berbagai manfaat penting, termasuk memberikan bantuan kepada manusia. Selain itu, terdapat pula pengembangan robot dalam berbagai bidang, seperti misalnya robot sepak bola beroda. Di Indonesia, ada sebuah kompetisi yang fokus pada robot sepak bola beroda yang dikenal dengan sebutan KRSBI-B, yang diselenggarakan oleh Puspresnas. Dalam kompetisi ini, robot harus bergerak bebas dan lincah untuk menjalankan tugas-tugas di lapangan sepak bola, posisi yang akurat sangat krusial dalam menentukan strategi dan pengambilan keputusan yang tepat. Namun, data sensor yang digunakan untuk mendeteksi posisi sering kali tidak akurat, khususnya dalam menentukan orientasi robot. Untuk mengatasi masalah tersebut, tugas akhir ini mengusulkan solusi dengan menggabungkan data sensor rotary encoder dan IMU GY-87 untuk meningkatkan akurasi deteksi posisi robot, selain itu dibuat juga *basestation* untuk memantau keadaan robot sehingga memungkinkan evaluasi yang lebih mudah dilakukan. IMU GY-87 digunakan untuk mengukur orientasi robot, akan tetapi data dari sensor ini memerlukan pengolahan agar sesuai untuk mengukur orientasi robot yang sebenarnya dalam derajat. Melalui implementasi metode Kalman Filter, kesalahan pada data sensor IMU GY-87 berhasil dikendalikan, dan hasil evaluasi menunjukkan bahwa pergerakan robot, khususnya pada pergerakan 3 titik koordinat yang sebelumnya total *error* diatas 20 cm, menjadi kurang dari 1 cm dan pada pergerakan 4 titik koordinat, yang sebelumnya total *error* lebih dari 40 cm berkurang secara signifikan menjadi kurang dari 1 cm. *Basestation* yang dibuat juga berfungsi dengan baik dimana robot dapat berpindah mengikuti perintah yang dikirimkan, terbukti dimana pengujian pergerakan dikirimkan lewat *basestation*, robot bisa berpindah mengikuti koordinat yang diinputkan tersebut dan data robot bisa dipantau secara langsung dilihat dari tampilan *basestation* yang menampilkan kondisi robot baik data sensor robot dan posisi robot sekarang.

Kata kunci : KRSBI-B, deteksi posisi, kalman filter, *basestation*

ABSTRACT

A robot is a mechanical device that can move automatically. Robots provide a variety of important benefits, including providing assistance to humans. In addition, there are also robot developments in various fields, such as wheeled soccer robots. In Indonesia, there is a competition focusing on wheeled soccer robots known as KRSBI-B, organized by Puspresnas. In this competition, the robot must move freely and agilely to carry out tasks on the soccer field, accurate positioning is crucial in determining the right strategy and decision-making. However, the sensor data used to detect position is often inaccurate, especially in determining the robot's orientation. To overcome this problem, this final project proposes a solution by combining rotary encoder and IMU GY-87 sensor data to improve the accuracy of the robot's position detection, while also creating a basestation to monitor the robot's state to enable easier evaluation. The GY-87 IMU is used to measure the orientation of the robot, but the data from this sensor requires processing to be suitable for measuring the actual robot orientation in degrees. Through the implementation of the Kalman Filter method, the error in the IMU GY-87 sensor data is successfully controlled, and the evaluation results show that the movement of the robot, especially in the movement of 3 coordinate points, where previously the total error was above 20 cm, becomes less than 1 cm and in the movement of 4 coordinate points, where previously the total error was more than 40 cm, it is significantly reduced to less than 1 cm. The basestation made also works well where the robot can move following the commands sent, as evidenced where the movement test is sent via the basestation, the robot can move following the inputted coordinates and the robot data can be monitored directly seen from the basestation display which displays the robot's condition both robot sensor data and the robot's current position.

Keywords: *KRSBI-B, position detection, Kalman Filter, basestation*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur senantiasa kami panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala nikmat, kekuatan, taufik serta Hidayah-Nya. Shalawat dan salam semoga tercurah kePada Rasulullah Shallallahu'alaihi Wa Sallam, keluarga, sahabat, dan para pengikut setianya. Aamiin, Atas kehendak Allah Subhanahu Wa Ta'ala, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul :

“KENDALI KESALAHAN PADA ROBOT KRSBI BERODA UNTUK DETEKSI POSISI DENGAN METODE KALMAN FILTER”

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, 23 Juli 2023

(Muhamad Arif Hidayat)
NIM. 20.01.01.007

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadirat **Allah Subhanahu Wa Ta'ala** dan tanpa mengurangi rasa hormat yang mendalam penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan tugas akhir ini, terutama kepada :

1. Allah SWT atas ridhonya tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Ibu Tuminah, Bapak Sambudi dan semua keluarga tercinta yang senantiasa memberikan dukungan kepada saya.
3. Bapak Riyadi Purwanto, S.T., M.Eng. selaku Direktur Politeknik Negeri Cilacap.
4. Bapak Bayu Aji Girawan, S.T., M.T., selaku Wakil Direktur 1 Bidang Akademik Politeknik Negeri Cilacap.
5. Muhamad Yusuf, S. S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
6. Bapak Arif Sumardiono, S.Pd., M.T. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, terima kasih kepada beliau yang selalu memberi masukan serta solusi pada tugas akhir ini serta memperbaiki laporan.
7. Bapak Hendi Purnata, S.Pd., M.T. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, selalu membimbing dan memberi arahan dan masukan pada tugas akhir serta memperbaiki laporan.
8. Seluruh teman Politeknik Negeri Cilacap, sahabat dan pihak lain yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis.

Semoga **Allah Subhanahu Wa Ta'ala** selalu perlindungan rahmat, dan nikmat-Nya bagi kita semua. Aamiin.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	viii
UCAPAN TERIMA KASIH	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR ISTILAH	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4.1 Tujuan Tugas Akhir.....	3
1.4.2 Manfaat Tugas Akhir.....	3
1.5 Metodologi.....	3
1.6 Sistem Penulisan.....	4
BAB II DASAR TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.2 Landasan Teori.....	9
2.2.1 Deteksi Posisi.....	9
2.2.2 Robot holonomic.....	10
2.2.3 Kalman filter.....	11
2.2.4 PID.....	12
2.2.5 RMSE (<i>Root Mean Square Error</i>).....	13
2.2.6 PyQt5.....	14
2.2.7 Micropython.....	15
2.2.8 ESP32.....	15
2.2.9 Raspberry Pico.....	16
2.2.10 Rotary Encoder.....	16

2.2.11	IMU (<i>Inertial Measurement Unit</i>) GY-87	18
2.2.12	Motor Driver BTS7960.....	18
2.2.13	LCD I2C 16x2	19
2.2.14	Motor DC	19
Gambar 2. 8 Motor DC gearbox pg		20
BAB III PERANCANGAN SISTEM		21
3.1	Desain alat.....	21
3.2	Analisa kebutuhan.....	21
3.2.1	Kebutuhan perangkat lunak	22
3.2.2	Kebutuhan perangkat keras.....	23
3.3	Perancangan alat	24
3.3.1	Flowchart sistem	24
3.3.2	Diagram Blok Sistem.....	25
3.3.3	Wiring Diagram	25
3.3.4	Rangkaian full sistem.....	27
3.3.5	Perancangan Kalman Filter.....	28
3.2.6	Perancangan <i>Basestation</i> Robot.....	31
3.2.7	Pengujian	32
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		37
4.1	Pengujian <i>Basestation</i> Robot	37
4.1.1	Pengujian Koneksi	37
4.1.2	Pengujian Kirim Data <i>Basestation</i> ke Robot	39
4.2	Pengujian Sensor Rotary Encoder <i>Pulse</i> ke cm	41
4.3	Pengujian Kalman Filter	47
4.4	Pengujian Navigasi Robot.....	50
4.4.1.	Prosedur pengujian navigasi robot.....	50
4.4.2.	Hasil pengujian pergerakan Koordinat X.	52
4.4.3.	Hasil pengujian pergerakan Koordinat Y	55
4.4.4.	Hasil pengujian 3 titik Koordinat.....	57
4.4.5.	Hasil pengujian 4 titik Koordinat.....	60
BAB V PENUTUP		63
5.1.	Kesimpulan	63
5.2.	Saran	63
DAFTAR PUSTAKA		65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 tampilan awal pyqt5.....	15
Gambar 2. 2 ESP32	16
Gambar 2. 3 Raspberry pico	16
Gambar 2. 4 Rotary Encoder	17
Gambar 2. 5 Modul Sensor IMU GY-87	18
Gambar 2. 6 Motor Driver BTS7960.....	19
Gambar 2. 7 LCD 16 x2	19
<i>Gambar 2. 8 Motor DC gearbox pg</i>	20
Gambar 3. 1 Desain alat tugas akhir.....	21
Gambar 3. 2 Flowchart sistem.....	24
Gambar 3. 3 Diagram blok sistem.....	25
Gambar 3. 4 Rangkaian daya.....	26
Gambar 3. 5 Rangkaian Motor	26
Gambar 3. 6 Rangkaian sensor	27
Gambar 3. 7 Rangkaian full sistem	28
Gambar 3. 8 Flowchart program Kalman Filter	30
Gambar 3. 9 Basestation Robot	31
Gambar 3. 10 Kompas Smartphone.....	34
Gambar 3. 11 Arena pengujian.....	34
Gambar 4. 1 Tampilan hasil akhir robot.....	37
Gambar 4. 2 Pengujian pengiriman data dari basestation	41
Gambar 4. 3 Pengujian pulse ke cm Encoder 1	46
Gambar 4. 4 Pengujian pulse ke cm Encoder 2.....	47
Gambar 4. 5 Grafik data sensor sebelum dan sesudah Kalman filter....	49
Gambar 4. 6 Pengujian arah hadap robot	50
Gambar 4. 7 Robot dalam posisi awal ($X = 0$ dan $Y = 0$).	51
Gambar 4. 8 Tampilan basestation robot.....	51
Gambar 4. 9 Posisi Robot sebelum menggunakan metode Kalman Filter dengan input tujuan Koordinat $X = 150$ dan $Y = 0$	54
Gambar 4. 10 Posisi Robot setelah menggunakan metode Kalman Filter dengan input tujuan Koordinat $X = 150$ dan $Y = 0$	54
Gambar 4. 11 Posisi Robot sebelum menggunakan metode Kalman Filter dengan input tujuan Koordinat $X = 0$ dan $Y = 150$	57
Gambar 4. 12 Posisi Robot setelah menggunakan metode Kalman Filter dengan input tujuan Koordinat $X = 0$ dan $Y = 150$	57

- Gambar 4. 13 Posisi Robot sebelum menggunakan metode Kalman Filter dengan input tujuan Koordinat $X = 120$ dan $Y = 120$ 59
- Gambar 4. 14 Posisi Robot setelah menggunakan metode Kalman Filter dengan input tujuan Koordinat $X = 120$ dan $Y = 120$ 59
- Gambar 4. 15 Posisi Robot sebelum menggunakan metode Kalman Filter dengan input tujuan Koordinat $X = 150$ dan $Y = 150$ 62
- Gambar 4. 16 Posisi Robot setelah menggunakan metode Kalman Filter dengan input tujuan Koordinat $X = 150$ dan $Y = 150$ 62

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka	7
Tabel 3. 1 Kebutuhan Perangkat Lunak	22
Tabel 3. 2 Kebutuhan Perangkat Keras	23
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Koneksi	38
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Kirim Data Basestation ke Robot	39
Tabel 4. 3 Hasil pengujian pulse ke cm ke arah depan.....	42
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Pulse ke Cm Mundur.....	43
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Pulse ke Cm ke Arah Geser Kanan	44
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Pulse ke Cm ke Arah Geser Kiri.....	45
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Kalman Filter	47
Tabel 4. 8 Hasil pengujian pergerakan pada Koordinat X.	52
Tabel 4. 9 Hasil pengujian pergerakan Koordinat Y	55
Tabel 4. 10 Hasil pengujian 3 titik Koordinat	58
Tabel 4. 11 Hasil pengujian 4 titik Koordinat	60

DAFTAR ISTILAH

- Setpoint* : Target yang dicapai.
- interface* : Tampilan pada perangkat lunak desktop.
- basestation* : Perangkat lunak yang dirancang sedemikian rupa untuk mengontrol dan memonitoring kondisi robot selama robot berjalan.
- connect* : Proses menyambungkan *basestation* ke jaringan WiFi.
- disconnect* : Proses memutuskan *basestation* dari jaringan WiFi.
- prototype* : Rancangan awal dari robot KRSBI-B.
- Koordinat arena : Koordinat yang dipakai untuk mengidentifikasi titik-titik dalam arena, ditandai dengan X dan Y.
- user* : Orang yang mengoperasikan *basestation*.
- manuever* : Gerakan atau tindakan yang dilakukan oleh robot untuk mencapai tujuan tertentu
- Navigasi* : Bergerak dari satu lokasi ke lokasi lain dalam

DAFTAR SINGKATAN

KRSBI-B	: Kontes Robot Sepak Bola Indonesia Beroda
<i>DC</i>	: <i>Direct Current (Arus Searah)</i>
<i>PCB</i>	: Printed Circuit Board.
<i>V</i>	: Volt (satuan tegangan)
<i>EN</i>	: <i>Enable</i>
<i>PWM</i>	: <i>Pulse Width Modulation</i>
<i>PID</i>	: <i>Proportional Integral Derivative</i>
<i>IP</i>	: <i>Internet Protocol</i>
KF	: Kalman Filter
ppr	: <i>Pulse per rotation</i>

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A Program sistem