

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PENGEMBANGAN SISTEM *TRACKING* MENGGUNAKAN
METODE *DEAD RECKONING* PADA KRL**

Sub Judul:

**Analisis Sistem *Tracking* Menggunakan Metode *Dead Reckoning*
Pada KRL**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Syifa Aurellia Himawan

2103431038

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL
INDUSTRI**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2025

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PENGEMBANGAN SISTEM *TRACKING* MENGGUNAKAN
METODE *DEAD RECKONING* PADA KRL**

Sub Judul:

**Analisis Sistem *Tracking* Menggunakan Metode *Dead Reckoning*
Pada KRL**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan**

Syifa Aurellia Himawan

2103431038

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL
INDUSTRI**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2025



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Syifa Aurellia Himawan

NIM : 2103431038

Tanda Tangan :

Tanggal : 24 Juni 2025

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR SKRIPSI

Tugas Akhir diajukan oleh :
Nama : Syifa Aurellia Himawan
NIM : 2103431038
Program Studi : Instrumentasi dan Kontrol Industri
Judul Tugas Akhir : Analisis Sistem Tracking Menggunakan Metode Dead Reckoning Pada KRL

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 24 Juni 2025 dan dinyatakan LULUS.

Pembimbing 1 : Elitaria Bestri Agustina Siregar, S.S., M.A. (.....) NIP. 198608262022032004

Pembimbing 2 : Hariyanto, S.Pd., M.T. (.....) NIP. 199101282020121008

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Depok, 4 Juli 2025

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwivaniti, S.T., M.T.

NIP. 197803312003122002

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan berkat, rahmat, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **Pengembangan Sistem *Tracking* Menggunakan Metode *Dead Reckoning* Pada KRL.**

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, banyak sekali pihak yang telah membantu dengan tulus dan ikhlas, secara langsung maupun tidak langsung, sehingga tidak ada kata yang lebih mulia diucapkan selain terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah membantu dan membimbing penulis untuk menyelesaikan laporan ini.

Pada kesempatan yang berbahagia ini, penulis ingin menyampaikan beberapa ucapan terima kasih kepada :

1. Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T. selaku ketua jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta;
2. Hariyanto, S.Pd., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan laporan tugas akhir ini;
3. Elitaria Bestri Agustina Siregar, S.S., M.A., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan laporan tugas akhir ini;
4. Bapak Frima Yudha selaku Komisaris dan Bapak Warih Mahamboro selaku Direktur PT RESPATI SOLUSI TEKNOLOGI (RESTEK);
5. Mas Jumi'at selaku mentor dari PT. RESPATI SOLUSI TEKNOLOGI yang sudah banyak banyak membantu dan memberikan arahan serta saran dalam proses pengerjaan tugas akhir;
6. Arifah Taqiyya An-Najichah selaku rekan penulis dalam pelaksanaan penelitian yang telah membantu penulis selama penyusunan laporan akhir ini;



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

7. Ibu Nikmah Rahmawati selaku orang tua dari penulis yang senantiasa memberikan semangat dan doanya kepada penulis;
8. Fisabil Prawira Sukma selaku kakak laki-laki dari penulis yang selalu memberikan dukungan serta saran dalam proses mengerjakan tugas akhir ini;
9. Seluruh teman-teman program studi D4 Instrumentasi dan Kontrol Industri (IKI) yang telah banyak membantu penulis dan bertukar pikiran selama 8 semester ini;

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan bimbingan kepada penulis. Semoga sega bantuan yang telah diberikan mendapatkan limpahan balasan dari Allah SWT.

Depok, 24 Juni 2025

Syifa Aurellia Himawan

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

” Analisis Sistem Tracking Menggunakan Metode Dead Reckoning Pada KRL”

ABSTRAK

Penelitian ini membahas analisis sistem tracking menggunakan metode *Dead Reckoning* pada KRL. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas sinyal GPS pada stasiun rute Manggarai hingga Depok Baru dan bagaimana perbandingan sistem tracking dengan menggunakan metode Dead Reckoning dan tanpa Dead Reckoning. Kualitas sinyal yang paling buruk adalah stasiun Pondok Cina dengan nilai SNR 13dB dan HDOP 29,4 maka nilai akurasi posisi pada stasiun Pondok Cina juga terpengaruh oleh kualitas sinyal yang buruk yaitu 207,5 meter, yang artinya dari titik seharusnya meleset sejauh 207,5 meter. Hasil sistem tracking dengan hanya mengandalkan modul GPS NEO 7M adalah kereta tidak dapat diketahui posisi, kecepatan kereta dan estimasi waktu kedatangan (ETA) di beberapa stasiun yang memiliki sinyal lemah oleh karena itu, Metode *Dead Reckoning* diperlukan dalam situasi ini. Metode *Dead Reckoning* memanfaatkan sensor akselerometer MPU6050 sebagai pendeteksi pergerakan kereta. Kalibrasi sensor MPU6050 sangat mempengaruhi kestabilan pembacaan data akselerasi, terutama pada sumbu x, y, dan z, yang setelah dikalibrasi menunjukkan nilai lebih stabil dan akurat yaitu sumbu x dan y mendekati 0 dan sumbu z mendekati nilai gravitasi 9,8 m/s. Dengan ini, metode *Dead Reckoning* dapat menjadi alternatif untuk memperkirakan posisi dan ETA KRL pada saat hilang sinyal. Hasil dari metode *Dead Reckoning* pada sistem *tracking* KRL adalah posisi kereta, kecepatan kereta, dan ETA dapat diprediksi.

Kata Kunci: Dead Reckoning, GPS, Kualitas Sinyal, MPU6050, Pelacakan KRL



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

” Analysis of a Tracking System Using the Dead Reckoning Method on Commuter Train”

ABSTRACT

This study discusses the analysis of a tracking system using the Dead Reckoning method on commuter trains (KRL). The main objective of the research is to evaluate the quality of GPS signals at stations along the Manggarai to Depok Baru route and to compare the performance of tracking systems with and without the Dead Reckoning method. The station with the poorest signal quality is Pondok Cina, with an SNR value of 13 dB and an HDOP of 29.4. As a result, the positional accuracy at Pondok Cina is significantly affected, with a positioning error of 207.5 meters, meaning the actual position deviates by that distance. The tracking system that relies solely on the GPS NEO 7M module fails to provide accurate information on the train's position, speed, and estimated time of arrival (ETA) at several stations with weak signals. Therefore, the Dead Reckoning method is essential in such situations. This method utilizes the MPU6050 accelerometer sensor to detect the train's movement. Calibrating the MPU6050 sensor greatly affects the stability of acceleration data readings, especially on the x, y, and z axes. After calibration, the x and y axes approach zero, and the z-axis approaches the gravitational acceleration value of 9.8 m/s^2 , indicating improved accuracy. Thus, Dead Reckoning can serve as an alternative to estimate the train's position and ETA during GPS signal loss. The implementation of Dead Reckoning in the KRL tracking system enables the prediction of train position, speed, and ETA.

Keywords: Dead Reckoning, GPS, Signal Quality, MPU6050, Train Tracking



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Luaran	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>State of the Art</i> Penelitian.....	5
2.2 <i>Tracking Dead Reckoning</i>	6
2.3 GPS (<i>Global Positioning System</i>).....	7
2.4 Rumus <i>Haversine</i>	8
2.5 IMU (<i>Inertial Measurement Unit</i>).....	9
2.6 SNR (<i>Signal to Noise Ratio</i>).....	9
2.7 HDOP (<i>Horizontal Dilution of Precision</i>).....	10
2.8 Bahasa Pemrograman Python	11
2.9 Bahasa Pemrograman C	11
2.10 Visual Code Editor	12
2.11 Komponen.....	12
2.11.1 Modul GPS Neo-7M	12
2.11.2 Sensor MPU6050	13
2.11.3 ESP 32	14
2.11.4 Raspberry Pi 4.....	15
2.11.5 Ethernet W5500	15
2.11.6 MicroSD Card Adapter Module	16



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.11.7	MicroSD Card	17
2.11.8	Modem Internet	17
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....		19
3.1	Rancangan Alat	19
3.1.1	Deskripsi Alat	20
3.1.2	Cara Kerja Alat	22
3.1.3	Spesifikasi Alat	24
3.1.4	Diagram Blok Alat	26
3.1.5	Cara Kerja Alat Sub-Sistem Analisis Sistem Tracking Menggunakan Metode Dead Reckoning pada KRL	28
3.1.6	Diagram Blok Sub-Sistem	29
3.2	Realisasi Alat	30
3.2.1	Realisasi Alat Menggunakan PCB (Printed Circuit Diagram)	30
3.2.2	Realisasi Pengembangan Sistem Tracking Menggunakan Metode Dead Reckoning pada KRL	33
3.3	Realisasi Program Kualitas Sinyal GPS	36
3.4	Perhitungan Akurasi Titik Koordinat GPS	37
3.5	Perhitungan <i>Dead Reckoning</i>	39
BAB IV PEMBAHASAN.....		41
4.1	Pengujian Kualitas Sinyal GPS	41
4.1.1	Deskripsi Pengujian	41
4.1.2	Daftar Peralatan Pengujian	42
4.1.3	Prosedur Pengujian	42
4.1.4	Data Hasil Pengujian	43
4.1.5	Analisis Data dan Hasil Pengujian	45
4.2	Pengujian Sistem Tracking KRL Menggunakan Modul GPS Neo 7M....	48
4.2.1	Deskripsi Pengujian	48
4.2.2	Daftar Peralatan Pengujian	49
4.2.3	Prosedur Pengujian	49
4.2.4	Data Hasil Pengujian	50
4.2.5	Analisis Data Hasil Pengujian	53
4.3	Pengujian Kalibrasi MPU6050 dan Sistem Tracking KRL Menggunakan Metode <i>Dead Reckoning</i>	59
4.3.1	Deskripsi Pengujian	59



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.3.2 Daftar Peralatan Pengujian.....	60
4.3.3 Prosedur Pengujian.....	60
4.3.4 Data Hasil Pengujian.....	61
4.3.4.1 Data Hasil Pembacaan Sensor MPU6050.....	61
4.3.4.2 Data Hasil Tracking Metode Dead Reckoning	62
4.3.5 Analisis Data dan Hasil Pengujian	63
BAB V PENUTUP	68
5.1 Simpulan	68
5.2 Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA.....	70
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	xv
LAMPIRAN.....	xvi

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tracking Dead Reckoning.....	7
Gambar 2. 2 GPS (Global Positioning System).....	8
Gambar 2. 3 SNR (Signal to Noise Ratio).....	9
Gambar 2. 4 HDOP (Horizontal Dilution of Precision).....	10
Gambar 2. 5 Python	11
Gambar 2. 6 Visual Code Editor (VSCode).....	12
Gambar 2. 7 Modul GPS Neo-7M	13
Gambar 2. 8 Sensor MPU6050	13
Gambar 2. 9 ESP 32	14
Gambar 2. 10 Raspberry pi 4	15
Gambar 2. 11 Ethernet W5500.....	16
Gambar 2. 12 MicroSD Card Adapter Module	17
Gambar 2. 13 MicroSD Card	17
Gambar 2. 14 Modem Internet GSM	18
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	19
Gambar 3. 2 Diagram alir kerja sistem secara keseluruhan (1)	22
Gambar 3. 3 Diagram alir kerja sistem secara keseluruhan (2)	23
Gambar 3. 4 Diagram Blok Alat	26
Gambar 3. 5 Diagram Alir Cara Kerja Sub-Sistem.....	28
Gambar 3. 6 Diagram Blok Sub-Sistem.....	29
Gambar 3. 7 Schematic Power pada software EasyEDA.....	31
Gambar 3. 8 Schematic ESP32 pada software EasyWDA.....	31
Gambar 3. 9 Schematic Modul GPS Neo 7m dan Sensor MPU6050	32
Gambar 3. 10 Schematic Modul Ethernet W5500	32
Gambar 3. 11 Layout PCB pada software EasyEDA.....	33
Gambar 3. 12 Realisasi Alat Tracking KRL	33
Gambar 3. 13 Realisasi Monitoring Tracking KRL	34
Gambar 3. 14 Tampilan Interface Website	35
Gambar 3. 15 Library Untuk Kualitas Sinyal GPS	36
Gambar 3. 16 Realisasi Klasifikasi SNR pada Program	36
Gambar 4. 1 Grafik SNR per-Stasiun	44



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 2 Grafik Hasil HDOP	45
Gambar 4. 3 Grafik Hasil HDOP dan Error Positioning.....	48
Gambar 4. 4 Grafik Persentase Error dan Nilai Akurasi Modul GPS Neo 7M.....	55
Gambar 4. 5 Grafik Posisi Kereta Saat Bergerak Dari Stasiun Manggarai ke Tebet	57
Gambar 4. 6 Grafik Posisi KRL dengan GPS pada stasiun Cawang ke Duren Kalibata	57
Gambar 4. 7 Grafik posisi KRL dengan GPS pada stasiun Univ. Indonesia ke Pondok Cina.....	58
Gambar 4. 8 Grafik posisi KRL dengan GPS pada stasiun Pondok Cina ke Depok Baru.....	59
Gambar 4. 9 Grafik posisi KRL dengan Dead Reckoning stasiun Manggarai ke Tebet.....	65
Gambar 4. 10 Grafik posisi KRL dengan Dead Reckoning stasiun Cawang ke Duren Kalibata	65
Gambar 4. 11 Grafik posisi KRL dengan Dead Reckoning stasiun Univ. Indonesia ke Pondok Cina	66
Gambar 4. 12 Grafik posisi KRL dengan Dead Reckoning stasiun Pondok Cina ke Depok Baru	67

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Parameter SNR (Signal to Noise Ratio).....	10
Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat.....	24
Tabel 4. 1 Daftar Peralatan Pengujian Kualitas Sinyal GPS.....	42
Tabel 4. 2 Daftar Hasil Pengujian SNR	43
Tabel 4. 3 Data Pengujian HDOP	44
Tabel 4. 4 Hasil Nilai error positioning (σ) HDOP	47
Tabel 4. 5 Daftar Peralatan Pengujian Tracking KRL Menggunakan GPS	49
Tabel 4. 6 Data Hasil Pengujian Akurasi Posisi dengan Modul GPS Neo 7M	50
Tabel 4. 7 data hasil pengujian sistem tracking KRL.....	51
Tabel 4. 8 Visualisasi Akurasi Posisi.....	53
Tabel 4. 9 Nilai Error Latitude dan Longitude	54
Tabel 4. 10 Pembacaan Sistem Tracking dengan GPS Neo 7M	56
Tabel 4. 11 Daftar Peralatan Pengujian Metode Dead Reckoning	60
Tabel 4. 12 Data Akselerometer MPU6050	61
Tabel 4. 13 Data Hasil Tracking Metode Dead Reckoning.....	62
Tabel 4. 14 Hasil Pembacaan Akselerasi sumbu x, y, dan z.....	63
Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Sistem Tracking KRL dengan Dead Reckoning	64

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk di Indonesia terus mengalami peningkatan yang signifikan, khususnya pada wilayah JABODETABEK (Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, dan Bekasi). Dengan DKI Jakarta sebagai ibu kota, tentunya pusat pemerintahan dan kegiatan ekonomi terpusat di DKI Jakarta. Semakin banyaknya jumlah penduduk, maka semakin banyak juga kendaraan pribadi yang dimiliki, hal ini dapat memicu kemacetan lalu lintas dan menurunkan efisiensi mobilitas Masyarakat. Oleh karena itu, Transportasi umum menjadi peranan penting di wilayah padat penduduk, karena sebagai fasilitas penghubung antar wilayah dan dapat menjadi salah satu solusi kemacetan lalu lintas di ibu kota (Sukwadi & Teofilus, 2015).

Transportasi umum Kereta Rel Listrik (KRL) merupakan salah satu transportasi darat yang banyak digunakan oleh masyarakat, khususnya pada wilayah JABODETABEK. Namun seiring dengan meningkatnya jumlah pengguna KRL, seharusnya dapat ditingkatkan juga keandalannya. Permasalahan keandalan yang paling sering terjadi adalah ketidakketepatan waktu perjalanan (Tambunan, 2020). Permasalahan terkait ketidaktepatan waktu kedatangan kereta umumnya disebabkan oleh kesalahan dalam proses prediksi atau estimasi waktu tiba. Salah satu faktor penyebabnya adalah hilangnya sinyal GPS (*Global Positioning System*) pada sistem navigasi KRL.

Dalam sistem navigasi pada KRL, modul GPS digunakan untuk dapat memantau posisi kereta secara *real-time*. Namun sinyal dari modul GPS dipengaruhi oleh cuaca yang buruk, terowongan, dan Gedung bertingkat, sehingga sering terjadi hilang sinyal dan pembacaan posisi menjadi kurang akurat (Karim et al., 2019). Untuk mengatasi hal ini, metode *Dead Reckoning* dapat menjadi solusi untuk membantu modul GPS saat hilang sinyal. *Dead Reckoning* merupakan istilah dalam navigasi pada

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

kondisi sinyal lemah/hilang akan tetap bisa memperkirakan posisi termasuk waktu estimasi kedatangan. Metode *Dead Reckoning* memanfaatkan data dari sensor gerak dan kompas, seperti akselerometer/giroskop, untuk memperkirakan posisi berdasarkan data posisi terakhir dan arah pergerakan. Penggabungan metode ini dengan modul GPS menghasilkan sistem tracking yang lebih akurat (Allan, 2000).

Berdasarkan permasalahan yang telah disinggung di atas, penulis akan melakukan inovasi, yaitu dengan mengembangkan sistem tracking menggunakan metode *Dead Reckoning*, yang memanfaatkan mikrokontroler ESP32 dan beberapa sensor, seperti GPS, dan akselerometer/giroskop. Dengan adanya pengembangan ini diharapkan agar dengan adanya metode *Dead Reckoning* akan meminimalisir kesalahan prediksi estimasi waktu kedatangan kereta pada saat kondisi GPS hilang sinyal.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang tugas akhir ini maka, dapat dirumuskan beberapa masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Bagaimana kualitas sinyal di stasiun KRL rute Manggarai - Depok Baru?
2. Bagaimana akurasi nilai titik koordinat dan persentase error titik koordinat tracking KRL menggunakan modul GPS Neo 7M?
3. Bagaimana pengaruh kalibrasi terhadap pembacaan sensor MPU6050?
4. Bagaimana hasil pembacaan sistem tracking KRL menggunakan modul GPS Neo 7M dibandingkan dengan sistem *tracking* menggunakan metode *Dead Reckoning*?

1.3 Tujuan

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka diperoleh tujuan dari penelitian tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Menganalisis kualitas sinyal GPS pada lintasan perjalanan KRL menggunakan parameter SNR (*Signal to Noise Ratio*) dan HDOP (*Horizontal Dillution of Precicsion*).
2. Menganalisis nilai akurasi titik koordinat dan persentase error titik koordinat tracking KRL menggunakan modul GPS Neo 7M
3. Mengetahui pembacaan sensor MPU6050 sebelum dan sesudah dikalibrasi.
4. Membandingkan hasil pembacaan *tracking* KRL pada saat menggunakan metode *dead reckoning* dan tanpa *Dead Reckoning*.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penyusunan penelitian ini, terdapat batasan masalah agar pembahasan lebih fokus dan terarah. Batasan tersebut yaitu:

1. Pengujian dilakukan pada rute stasiun Manggarai hingga Depok Baru.
2. Parameter kualitas sinyal GPS yang digunakan terbatas pada SNR (*Signal to Noise Ratio*) dan HDOP (*Horizontal Dilution of Precicsion*).
3. Estimasi waktu kedatangan dihitung berdasarkan posisi dan kecepatan terakhir, tanpa memperhitungkan faktor eksternal seperti sinyal lalu lintas atau kondisi operasional kereta.
4. Menggunakan 2 sensor yaitu modul GPS Neo 7M dan akselerometer MPU6050.
5. Menggunakan powerbank sebagai suplai daya alat dan raspberry pi 4
6. Penempatan alat *tracking* KRL berada pada dalam gerbong 1 KRL
7. Komponen dan desain disesuaikan dengan kebutuhan industri.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.5 Luaran

Luaran yang diharapkan dari pembuatan penelitian untuk tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Tugas Akhir Semester
2. Publikasi Makalah Artikel
3. Publikasi Jurnal
4. Alat Pengembangan Pengembangan Sistem Tracking
Menggunakan Metode Dead Reckoning Pada KRL



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan pengujian kualitas sinyal GPS, pengujian sistem tracking KRL menggunakan sensor GPS dan pengujian sistem tracking KRL menggunakan metode dead reckoning dapat disimpulkan bahwa:

- a. Berdasarkan hasil pengujian kualitas sinyal yang buruk berdasarkan parameter pengujian HDOP (Horizontal Dilution of Precision) dan SNR (Signal to Noise Ratio) adalah stasiun Manggarai dengan masing-masing nilai HDOP 1,8 dan SNR 23 dB, Cawang dengan nilai HDOP 3,2 dan SNR 17, Pondok Cina HDOP 29,4 dan SNR 13 dB. Dengan nilai error positioning HDOP stasiun Manggarai 9 meter, stasiun Cawang 16 meter, dan pondok cina 147 meter. Hal ini disebabkan oleh sinyal GPS yang terhalang gedung bertingkat, terowongan, dan pepohonan lebat pada stasiun.
- b. Berdasarkan hasil pengujian sistem tracking menggunakan modul GPS Neo 7M, sebagian besar stasiun memiliki nilai akurasi yang baik. Sebanyak sembilan stasiun dari dua belas stasiun yang memiliki nilai akurasi <20 meter dengan error titik koordinat latitude dan longitude yang kecil yaitu dibawah 0,0001%. Stasiun yang memiliki nilai akurasi posisi >100 meter adalah stasiun Manggarai dengan nilai akurasi 102,5 meter, stasiun Cawang dengan nilai akurasi 115,6 meter, dan stasiun Pondok Cina dengan nilai akurasi yang cukup signifikan yaitu 207,7 meter.
- c. Berdasarkan hasil pengujian kalibrasi sensor akselerometer MPU6050, kalibrasi sangat berpengaruh terhadap pembacaan sensor pada sumbu x, y, dan z. Setelah kalibrasi, nilai akselerasi pada sumbu x dan y menjadi lebih stabil dan mendekati nol, menunjukkan bahwa sensor dalam keadaan diam dan posisi datar telah terkalibrasi dengan baik. Nilai pada sumbu z juga menunjukkan peningkatan akurasi, yaitu mendekati nilai gravitasi bumi 9,8 m/s.
- d. Berdasarkan hasil pengujian pada kedua metode, dapat disimpulkan bahwa metode Dead Reckoning dapat mendeteksi pergerakan KRL dan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

menghitung Estimasi Waktu Kedatangan (KRL). Sedangkan tracking dengan hanya mengandalkan modul GPS Neo 7M tidak efektif karena ada beberapa hasil yang tidak terdeteksi oleh sistem.

5.2 Saran

- a. Sebelum menggunakan sensor akselerometer MPU6050, sebaiknya dikalibrasi terlebih dahulu karena kelemahan dari sensor MPU6050 ini adalah memiliki *drift* jika terus menerus melakukan integrasi.
- b. Pada saat pengujian disarankan untuk memperhatikan cuaca, karena cuaca yang buruk sangat mempengaruhi ketahanan sensor GPS dan mengakibatkan sensor tidak dapat mendeteksi sinyal.





DAFTAR PUSTAKA

- Allan, J. . (2000). *Computers in railways VII*. WIT Press.
- Aulia, F., & Yahfizham. (2024). *python. Vol. 01 No 04*(Menenal Bahasa Pemrograman Pada Algoritma Pemrograman).
- Dhanalakshmi, M., Bhanu Priya, K., Madhuri, K., Amulya, M., Bhavani Durga, J., & Jyothika, M. (2023). Signal-to-Noise Ratio (SNR): A Cornerstone Metric for Quality and Reliability in Diverse Applications. In *International Journal of Research Publication and Reviews* (Vol. 4, Issue 11). www.ijrpr.com
- Farida, A., & Rosalina, F. (2020). *Pelatihan Dasar-Dasar Pengoperasian GPS Garmin Bagi Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sorong*. <https://ejournal.um-sorong.ac.id/index.php/pjcs/issue/view/110>
- Fatkhuroman, N. (2018). *THE DESIGN OF ACCIDENT DETECTION SYSTEM ON RIDER HELMET BASED ON THE MPU6050 SENSOR AND SW 1801 VIBRATION SENSOR*.
- Haq, F. I. (2018). *Implementasi IMU (Inertial Measurement Unit) dan Flex Sensor pada Sistem Pergerakan Arm Manipulator*.
- Hidayah, N. A., & Rofiqoh, N. (2024). *vscode 1. Volume 6 Nomor 3*(EVALUASI SOFTWARE VISUAL STUDIO CODE MENGGUNAKAN METODE QUETIONNAIRES NELSEN'S ATTRIBUTES OF USABILITY (NAU)).
- Karim, S., Hasanuddin, Z., & Baharuddin, M. (2019). PENGARUH SINYAL TERIMA GPS UNTUK APLIKASI LAND MOBILE SATELIT PADA WILAYAH URBAN DAN SUB URBAN. *ILTEK : Jurnal Teknologi*, 11, 1531–1535. <https://doi.org/10.47398/iltek.v11i01.75>
- Kukuh Isnaen, M., & Stefanie, A. (2023). IMPLEMENTASI RASPBERRY PI DALAM ALAT KLASIFIKASI PENYAKIT MATA DENGAN ARSITEKTUR YOLOv8 MENGGUNAKAN OFTALMOSKOP. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 7(3).
- Kurnia Ok, V., & Rossi, F. (2024). RANCANG BANGUN AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS) PADA GARDU HUBUNG 20 KV BERBASIS SISTEM KONTROL SCADA (SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION). *Jurnal ICTEE*, 3(2), 33–42.
- Kurniawan, B., & Romzi, M. (2023). *vscode 2. Perancangan Ulang Antar Muka Website Sebagai Media Informasi Dinas Kesehatan Ogan Komering Ulu*.
- Lasmadi, L., Kurniawan, F., & Pamungkas, M. I. (2021). Estimasi Sudut Rotasi Benda Kaku Berbasis IMU Menggunakan Kalman Filter. *AVITEC*, 3(1). <https://doi.org/10.28989/avitec.v3i1.909>
- Lighari, R. U. R., Berg, M., Salonen, E. T., & Parssinen, A. (2017). *Classification of GNSS SNR Data for Different Environments and Satellite Orbital Information*.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- NEO-7 u-blox 7 GNSS modules Data Sheet. (2014). www.u-blox.com
- Nizam, M., Yuana, H., & Wulansari, Z. (2022). MIKROKONTROLER ESP 32 SEBAGAI ALAT MONITORING PINTU BERBASIS WEB. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 6(2).
- Nur Alifah, T., & Puspasari, I. (2020). Rancang Bangun Alat Deteksi Kecelakaan Sepeda Motor Berbasis Exponential Smoothing. *Journal of Technology and Informatic (JoTI)*, 1(2).
- Pratama, V. A. (2021). *RANCANG BANGUN DATA LOGGER BERBASIS SD CARD PENGUKUR*.
- Putra, D., Ahmad, P., Setiawan, B., & Ramadhani, R. A. (2018). *JARINGAN KOMPUTER DASAR*.
- Raharjo, B. (2022). *Pemrograman Bahasa C#* (J. T. Santoso, Ed.). Yayasan Prima Agus Teknik & Universitas STEKOM.
- Rychlicki, M., Kasprzyk, Z., & Rosiński, A. (2020). Analysis of accuracy and reliability of different types of GPS receivers. In *Sensors (Switzerland)* (Vol. 20, Issue 22, pp. 1–14). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/s20226498>
- Setiawan, I., Setyono, B., & Dwi Kawuri, L. (2012). *Sistem Navigasi untuk Individu Pejalan Kaki Berbasis Prinsip Dead Reckoning*. <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/transmisi>
- Siahaan, B. O. (2018). *PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA**.
- Specht, M. (2022). EXPERIMENTAL STUDIES ON THE RELATIONSHIP BETWEEN HDOP AND POSITION ERROR IN THE GPS SYSTEM. *Metrology and Measurement Systems*, 29(1), 17–36. <https://doi.org/10.24425/mms.2022.138549>
- Steven Jonathan Roy, & Prya Artha Widjaja. (2024). Rancang Bangun Sistem Presensi Website Berbasis GPS Di PT Cempaka Mega Mandiri. *Merkurius : Jurnal Riset Sistem Informasi Dan Teknik Informatika*, 2(2), 01–11. <https://doi.org/10.61132/merkurius.v2i2.72>
- Sukwadi, R., & Teofilus, G. (2015). BEHAVIORAL INTENTION PENUMPANG KRL COMMUTER LINE JABODETABEK. In *Jurnal Teknik Industri: Vol. X* (Issue 2).
- Sulistio, J. (2019). *IMPLEMENTASI METODE HAVERSINE FORMULA DALAM APLIKASI UNTUK MENENTUKAN LOKASI EMERGENCY SERVICE TERDEKAT DI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA*.
- Suriana, W., Gede, I., Setiawan, A., Made, I., & Graha, S. (2021). *Rancang Bangun Sistem Pengaman Kotak Dana Punia berbasis Mikrokontroler NodeMCU ESP32 dan Aplikasi Telegram* (Vol. 4, Issue 2).
- Tambunan, E. (2020). *ANALISIS KUALITAS PELAYANAN KA COMMUTER LINE RUTE PARUNGPAJANG-TANAH ABANG*.

Wellish, I. (2024). *Understanding microSD and SD cards: speeds, markings and more Created*. <https://learn.adafruit.com/understanding-microsd-and-sd-cards-speeds-markings-and-more>



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Syifa Aurellia Himawan, anak kedua dari dua bersaudara dan lahir di Jambi, 01 Mei 2003. Latar belakang pendidikan formal penulis adalah lulusan sekolah dasar di MIN 16 Cipayung tahun 2014. Melanjutkan ke sekolah menengah pertama di SMPN 147 Jakarta dan lulus pada tahun 2018. Kemudian melanjutkan pendidikan ke sekolah menengah atas di SMAN 105 Jakarta dan lulus pada tahun 2021. Selanjutnya penulis melanjutkan ke jenjang pendidikan di Politeknik Negeri Jakarta mengambil Jurusan Teknik Elektro Program Studi D4 Instrumentasi dan Kontrol Industri.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1 Alat Pengembangan Sistem Tracking Menggunakan Metode Dead Reckoning pada KRL



Lampiran 2 Datasheet Sensor GPS Neo 7M

1.3.1 GPS performance

Parameter	Specification		
Receiver type	56 Channels GPS L1C/A SBAS L1C/A QZSS L1C/A Galileo E1B/C ¹		
Time-To-First-Fix ²		NEO-7N	NEO-7M
	Cold Start	29 s	30 s
	Warm Start	28 s	28 s
	Hot Start	1 s	1 s
Sensitivity ⁴	Aided Starts ³	5 s	5 s
		NEO-7N	NEO-7M
	Tracking & Navigation	-162 dBm	-161 dBm
	Reacquisition	-160 dBm	-160 dBm
	Cold Start	-148 dBm	-147 dBm
Horizontal position accuracy ⁵	Warm Start	-148 dBm	-148 dBm
	Hot Start	-156 dBm	-155 dBm
Accuracy of time pulse signal	Autonomous	2.5 m	
	SBAS	2.0 m	
Frequency of time pulse signal	RMS	30 ns	
Max navigation update rate	99%	60 ns	
Velocity accuracy ⁶		0.25 Hz ... 10 MHz (configurable)	
Heading accuracy ⁶		10 Hz	
Operational limits ⁷		0.1 m/s	
	Dynamics	0.5 degrees	
	Altitude	≤ 4 g	
	Velocity	50,000 m	
		500 m/s	

Table 1: GPS performance

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.3.2 GLONASS performance

Parameter	Specification		
Receiver type	56 Channels GLONASS L1OF		
Time-To-First-Fix ⁸		NEO-7N	NEO-7M
	Cold Start	30 s	32 s
	Warm Start	25 s	25 s
	Hot Start	1 s	1 s
Sensitivity ⁹		NEO-7N	NEO-7M
	Tracking & Navigation	-158 dBm	-158 dBm
	Reacquisition	-156 dBm	-156 dBm
	Cold Start	-140 dBm	-139 dBm
	Warm Start	-145 dBm	-145 dBm
	Hot Start	-156 dBm	-155 dBm
Horizontal position accuracy ¹⁰		4.0 m	
Accuracy of time pulse signal	RMS	50 ns	
	99%	100 ns	
Frequency of time pulse signal		0.25 Hz ... 10 MHz (configurable)	
Max navigation update rate		1 Hz	
Velocity accuracy ¹¹		0.1 m/s	
Heading accuracy ¹¹		0.5 degrees	
Operational limits ¹²	Dynamics	≤ 4 g	
	Altitude	50,000 m	
	Velocity	500 m/s	

Table 2: GLONASS performance

4.2 Operating conditions



All specifications are at an ambient temperature of 25°C. Extreme operating temperatures can significantly impact specification values. Applications operating near the temperature limits should be tested to ensure the specification.

Parameter	Symbol	Module	Min	Typical	Max	Units	Condition
Power supply voltage	VCC	NEO-7M	1.65		3.6	V	
		NEO-7N	2.7	3.0	3.6	V	
Supply voltage USB	VDDUSB	All	3.0	3.3	3.6	V	
Backup battery voltage	V_BCKP	All	1.4		3.6	V	
Backup battery current	I_BCKP	All		15		μA	V_BCKP = 1.8 V, VCC = 0 V
SW backup current	I_SWBCKP	NEO-7M		20		μA	VCC = 3 V
		NEO-7N		35		μA	VCC = 3 V
Input pin voltage range	Vin	All	0		VCC	V	
Digital IO Pin Low level input voltage	Vil	All	0		0.2*VCC	V	
Digital IO Pin High level input voltage	Vih	All	0.7*VCC		VCC	V	
Digital IO Pin Low level output voltage	Vol	All			0.4	V	Iol = 4 mA
Digital IO Pin High level output voltage	Voh	All	VCC -0.4			V	Ioh = 4 mA
USB_DM, USB_DP	VinU	All	Compatible with USB with 22 Ω series resistance				
VCC_RF voltage	VCC_RF	All		VCC-0.1		V	
VCC_RF output current	ICC_RF	All			50	mA	
Receiver Chain Noise Figure	NFtot	NEO-7M		3.5		dB	
		NEO-7N		2.0		dB	
Operating temperature	Topr	All	-40		85	°C	

Table 8: Operating conditions



Operation beyond the specified operating conditions can affect device reliability.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3 Program ESP32 Pada Arduino IDE

```
1  #include <TinyGPS++.h>
2  #include <Wire.h>
3  #include <Adafruit_MPU6050.h>
4  #include <Adafruit_Sensor.h>
5  #include <Adafruit_HMC5883_U.h>
6  #include <Ethernet.h>
7  #include <EthernetUdp.h>
8
9  TinyGPSPlus gps;
10 Adafruit_MPU6050 mpu;
11 Adafruit_HMC5883_Unified mag = Adafruit_HMC5883_Unified(12345);
12
13
14 uint32_t chipId = 0;
15
16
17 String getChipId() {
18     for(int i=0; i<17; i=i+8) {
19         chipId |= ((ESP.getEfuseMac() >> (40 - i)) & 0xff) << i;
20     }
21     return String(chipId);
22 }
23
24
25 // Ethernet settings
26 byte mac[] = {
27     0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED
28 };
29 IPAddress ip(192, 168, 1, 177);
30 unsigned int localPort = 8888;
31
32 IPAddress serverIP(192, 168, 1, 100);
33 unsigned int serverPort = 1338;
34 EthernetUDP Udp;
35
36 n
37 unsigned long lastTime = 0;
38 float speedFromAccel = 0;
39 const float ACCEL_THRESHOLD = 0.3;
40
41
42 float getSpeedFromAccel(float ax, float ay, float az) {
43     unsigned long currentTime = millis();
44     float deltaTime = (currentTime - lastTime) / 1000.0;
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
46 if(lastTime != 0 && deltaTime > 0) {
47
48     float accelMagnitude = sqrt(ax*ax + ay*ay + az*az);
49
50
51     if(accelMagnitude > ACCEL_THRESHOLD) {
52         speedFromAccel = accelMagnitude * deltaTime * 3.6;
53     } else {
54         speedFromAccel *= 0.95;
55         if(speedFromAccel < 0.1) speedFromAccel = 0;
56     }
57 }
58
59 lastTime = currentTime;
60 return speedFromAccel;
61 }
62
63 void setup() {
64
65     Serial.begin(115200);
66     Serial2.begin(9600);
67
68
69     Serial.printf("ESP32 Chip model = %s Rev %d\n", ESP.getChipModel(), ESP.getChipRevision());
70     Serial.printf("This chip has %d cores\n", ESP.getChipCores());
71     Serial.print("Chip ID: ");
72     Serial.println(getChipId());
73
74
75     Ethernet.init(5);
76     Ethernet.begin(mac, ip);
77
78     if (Ethernet.hardwareStatus() == EthernetNoHardware) {
79         Serial.println("Ethernet shield was not found. Can't run without hardware.");
80         while (true);
81     }
82     if (Ethernet.linkStatus() == LinkOFF) {
83         Serial.println("Ethernet cable is not connected.");
84     }
85
86     Udp.begin(localPort);
87     Serial.println("UDP connection started...");
88
89     if (!mpu.begin()) {
90         Serial.println("Failed to find MPU6050 chip");
91         while (1);
92     }
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
92     }
93     Serial.println("MPU6050 Found!");
94
95     if (!mag.begin()) {
96         Serial.println("Failed to find HMC5883L chip");
97         while (1);
98     }
99     Serial.println("HMC5883L Found!");
100
101     mpu.setAccelerometerRange(MPU6050_RANGE_8_G);
102     mpu.setGyroRange(MPU6050_RANGE_500_DEG);
103     mpu.setFilterBandwidth(MPU6050_BAND_21_HZ);
104 }
105
106 void loop() {
107
108     String sensorData = "";
109     float speed = 0;
110
111
112     sensorData += "id:" + getChipId() + ",|";
113
114
115     while (Serial2.available() > 0) {
116         gps.encode(Serial2.read());
117     }
118
119
120     sensors_event_t accel, gyro, temp;
121     mpu.getEvent(&accel, &gyro, &temp);
122
123
124     if (gps.location.isValid()) {
125
126         sensorData += "gps:" + String(gps.location.lat(), 5) + "," +
127         String(gps.location.lng(), 5) + "," +
128         String(gps.altitude.meters()) + ",|";
129
130
131         if (gps.speed.isValid()) {
132             speed = gps.speed.kmph();
133             sensorData += "gps_speed:" + String(speed) + ",|";
134
135         }
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

130
131 ✓ if (gps.speed.isValid()) {
132     speed = gps.speed.kmph();
133     sensorData += "gps_speed:" + String(speed) + ",";
134
135
136 ✓     float accelSpeed = getSpeedFromAccel(accel.acceleration.x,
137                                         accel.acceleration.y,
138                                         accel.acceleration.z);
139     sensorData += "accel_speed:" + String(accelSpeed) + ",";
140 ✓ } else {
141
142 ✓     speed = getSpeedFromAccel(accel.acceleration.x,
143                               accel.acceleration.y,
144                               accel.acceleration.z);
145     sensorData += "accel_speed:" + String(speed) + ",";
146     sensorData += "gps_speed:0.0,";
147 ✓ } else {
148
149     sensorData += "gps:0.0,0.0,0.0,";
150 ✓     speed = getSpeedFromAccel(accel.acceleration.x,
151                               accel.acceleration.y,
152                               accel.acceleration.z);
153     sensorData += "accel_speed:" + String(speed) + ",";
154     sensorData += "gps_speed:0.0,"; // A
155 }
156
157
158 ✓ sensorData += "accelero:" + String(accel.acceleration.x) + "," +
159                               String(accel.acceleration.y) + "," +
160                               String(accel.acceleration.z) + "," +
161                               String(gyro.gyro.x) + "," +
162                               String(gyro.gyro.y) + "," +
163                               String(gyro.gyro.z) + ",";
164
165
166     Udp.beginPacket(serverIP, serverPort);
167     Udp.write(sensorData.c_str());
168     Udp.endPacket();
169
170
171     Serial.println(sensorData);
172
173
174     delay(1000);
175

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 4 Surat Kerja Sama Industri

Kepada Yth.

Koordinator Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri
Politeknik Negeri Jakarta

Perihal: Penawaran Kerjasama Tugas Akhir Mahasiswa

Dengan hormat,

Kami, PT. Respati Solusi Teknologi, yang beralamat di Graha DapenBI Lantai 1, Jl. Ko, Jl. Transkop No.1, RT.2/RW.1, Menteng Dalam, Tebet, *South Jakarta City*, Jakarta 12870, bermaksud untuk mengajukan penawaran kerjasama dengan Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri (IKI) terkait pelaksanaan Tugas Akhir oleh mahasiswa atas nama:

1. Arifah Taqiyya An-Najichah
2. Syifa Aurellia Himawan

Tugas Akhir tersebut direncanakan dengan judul **"Pengembangan Sistem Tracking Menggunakan Metode *Dead Reckoning* pada KRL"** dan akan berfokus pada pengembangan teknologi inovatif untuk melacak posisi Kereta Rel Listrik (KRL) secara *real-time* menggunakan metode *Dead Reckoning*, yang terintegrasi dengan sistem *monitoring* dan *tracking* berbasis *website*. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi pelacakan, meminimalkan ketergantungan pada GPS, serta menyediakan *platform* visualisasi data yang mudah diakses untuk memantau posisi KRL.

Adapun dalam kerjasama ini, PT. Respati Solusi Teknologi akan:

1. **Membiayai 100% pelaksanaan Project**, mencakup biaya penelitian, pengembangan, dan kebutuhan lainnya yang mendukung kelancaran project.
2. Memastikan bahwa pelaksanaan Tugas Akhir dapat diselesaikan dalam waktu maksimal hingga awal Juni 2025, dengan laporan dan hasil akhir sesuai dengan standar akademik Program Studi IKI.

Kami percaya bahwa kerjasama ini akan memberikan manfaat yang saling menguntungkan, baik bagi Program Studi IKI dalam mendukung kegiatan akademik mahasiswa, maupun bagi PT. Respati Solusi Teknologi dalam memperoleh hasil yang dapat diimplementasikan di lingkungan industri.

Hormat kami,

Warih Mahamboro, S.T.

Direktur

PT. Respati Solusi Teknologi

warih.m@risteknologi.com