



© 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



**RANCANG BANGUN GPS *TRACKER* UNTUK PENINGKATAN
AKURASI *TRAJECTORY* BERBASIS *EVENT BASED*
*LOGGING***

SKRIPSI
POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Poundra Karna Kuncoro
2203421039

PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2026



© 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



**RANCANG BANGUN GPS *TRACKER* UNTUK PENINGKATAN
AKURASI *TRAJECTORY* BERBASIS *EVENT BASED*
*LOGGING***

SKRIPSI

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

**Poundra Karna Kuncoro
2203421039**

**PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2026**



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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan benar



Nama : Poundra Karna Kuncoro

NIM : 2203421039

Tanda Tangan : 

Tanggal : 26 Juni 2026



© 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

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Poundra Karna Kuncoro
NIM : 2203421039
Program Studi : Broadband Multimedia
Judul Skripsi : Rancang Bangun GPS *Tracker* Untuk Peningkatan Akurasi
Trajectory Berbasis *Event Based Logging*

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada 26 Juli 2026 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing : Agus Wag yana, S.T., M.T.
NIP. 196808241999031002

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**
Depok, 17 Juli 2026
Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwi yanti, S.T., M.T.

NIP. 197803312003122002



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Rancang Bangun GPS *Tracker* Untuk Peningkatan Akurasi *Trajectory* Berbasis *Event Based Logging*”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Politeknik.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Agus Wagya, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini dan semoga skripsi ini membawa manfaat;
2. Bimawahyu Aditya Achmadi dan Muhamad Fadli selaku mentor saya di perusahaan, rekan-rekan tim IoT dan seluruh pihak McEasy yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang penulis perlukan;
3. Yang teristimewa kepada Ibu dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
4. Teman-teman Broadband Multimedia yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 26 Juni 2026

Poundra Karna Kuncoro

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Rancang Bangun GPS *Tracker* Untuk Peningkatan Akurasi *Trajectory* Berbasis *Event Based Logging*

Abstrak

Sistem GPS *tracker* konvensional umumnya mencatat posisi kendaraan berdasarkan interval waktu tetap sehingga titik *trajectory* dapat menjadi renggang, terutama ketika kendaraan melewati tikungan atau mengalami perubahan arah. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan GPS *tracker* berbasis *Event-Based Logging* untuk meningkatkan akurasi *trajectory* pada *history trip* kendaraan. Akurasi *trajectory* pada penelitian ini dimaknai sebagai kesesuaian spasial terhadap jalur referensi dan kelengkapan representasi lintasan, bukan sebagai akurasi absolut koordinat GPS. Sistem menggunakan ESP32, u-blox NEO-M8U, MPU6050, SIM800L, *backend*, dan *website monitoring*. Data posisi dicatat secara periodik dan diperkaya melalui *Event-Based Logging* serta *route sample collector* ketika terjadi perubahan dinamika kendaraan. Evaluasi dilakukan menggunakan *cross-track error*, persentase titik dalam ambang jarak tertentu, GPS *fix rate*, dan interval rata-rata pada segmen tikungan. Pengujian *periodic-only* menghasilkan 119 titik dengan rata-rata *cross-track error* 4,27 meter. Pengujian motor Yamaha Aerox menghasilkan 334 titik dengan rata-rata *cross-track error* 4,12 meter, sedangkan mobil Daihatsu Terios menghasilkan 269 titik dengan rata-rata *cross-track error* 5,44 meter. Pada segmen tikungan, interval rata-rata menurun dari 8,71 detik/titik pada *periodic-only* menjadi 5,32 detik/titik pada motor dan 4,87 detik/titik pada mobil, atau turun sebesar 38,9% dan 44,1%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa mekanisme yang diterapkan mampu meningkatkan kepadatan dan kelengkapan representasi *trajectory* pada area perubahan arah. Namun, kedekatan spasial terhadap jalur referensi tetap dipengaruhi oleh kualitas pembacaan GNSS.

Kata kunci: cross-track error, Event-Based Logging, GPS tracker, history trip, Trajectory



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

GPS Tracker Design and Construction to Improve Trajectory Accuracy Based on Event-Based Logging

Abstrak

Conventional GPS tracker systems generally record vehicle positions at fixed time intervals, which may produce sparse trajectory points, particularly when a vehicle passes through curves or changes direction. This study aims to design and implement an Event-Based Logging GPS tracker to improve trajectory accuracy in vehicle history trips. In this study, trajectory accuracy refers to spatial conformity to a reference route and completeness of trajectory representation, rather than the absolute accuracy of GPS coordinates. The system integrates an ESP32, a u-blox NEO-M8U, an MPU6050, a SIM800L, a backend, and a monitoring website. Position data are recorded periodically and enriched through Event-Based Logging and a route sample collector when changes in vehicle dynamics are detected. The evaluation uses cross-track error, percentages of points within specific distance thresholds, GPS fix rate, and mean recording intervals on curve segments. The periodic-only test produced 119 points with a mean cross-track error of 4.27 meters. The Yamaha Aerox motorcycle test produced 334 points with a mean cross-track error of 4.12 meters, while the Daihatsu Terios car test produced 269 points with a mean cross-track error of 5.44 meters. On curve segments, the mean interval decreased from 8.71 seconds per point in the periodic-only test to 5.32 seconds per point for the motorcycle and 4.87 seconds per point for the car, representing reductions of 38.9% and 44.1%, respectively. These results demonstrate that the proposed mechanisms increase point density and improve the completeness of trajectory representation around directional changes. However, spatial conformity to the reference route remains affected by GNSS measurement quality.

Key words: cross-track error, Event-Based Logging, GPS tracker, history trip, Trajectory



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR PERSAMAAN	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Luaran	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Kualitas <i>Trajectory</i> pada Sistem GPS Tracker	6
2.2. <i>Monitoring</i> Perilaku Berkendara Berbasis <i>Accelerometer</i>	9
2.3. Pengelolaan <i>Buffer</i> dan Keterurutan Data GPS	13
2.4. Relevansi dan Posisi Penelitian	14
2.5. Kecepatan Kendaraan Berbasis GNSS	17
2.6. <i>Internet of Things</i> pada Sistem GPS Tracker	17
2.6.1. ESP32 DOIT DEVKit CH130/CP1202	18
2.6.2. SIM800L	19
2.6.3. GPS Module u-blox NEO-M8U	20
2.6.4. MPU6050	22
2.7. Integrasi Antar Modul pada Sistem GPS Tracker	23
2.8. Visualisasi dan evaluasi <i>Trajectory</i> pada <i>Website</i>	24
2.9. Parameter Evaluasi <i>Trajectory</i> GPS	26
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI	32
3.1. Rancangan Sistem	32
3.1.1. Deskripsi Sistem	32
3.1.2. Cara Kerja Sistem	34
3.1.3. Spesifikasi Sistem	39
3.1.4. Perancangan Sistem dan Visualisasi Alat	44
3.2. Realisasi Sistem	46
3.2.1. Instalasi Perangkat Keras	46
3.2.2. Pengembangan Program Mikrokontroler	48
3.2.3. Pengembangan Fitur <i>Platform/Website</i>	49
3.2.4. Skenario Pengujian Tugas Akhir	53
3.2.5. Pengujian Perangkat Keras	60
3.2.6. Pengujian Perangkat Lunak	61
3.2.7. Pengujian <i>Platform</i>	61
3.2.8. Pengujian Perjalanan <i>Trajectory Visual</i>	61
BAB IV PEMBAHASAN	65

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 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

4.1. Pengujian Perangkat Keras	65
4.1.1. Deskripsi Pengujian	65
4.1.2. Prosedur Pengujian	66
4.1.3. Data Hasil.....	68
4.1.4. Analisa Hasil	78
4.2. Pengujian Perangkat Lunak	80
4.2.1. Deskripsi Pengujian	80
4.2.2. Skenario Pengujian	80
4.2.3. Data Hasil.....	84
4.2.4. Analisa Hasil	88
4.3. Pengujian <i>Platform/Website</i>	90
4.3.1. Deskripsi Pengujian	90
4.3.2. Prosedur Pengujian	91
4.3.3. Data Hasil.....	93
4.3.4. Analisa Hasil	99
4.4. Uji Akurasi <i>Trajectory</i> Berbasis <i>Event-Based Logging</i>	102
4.4.1. Deskripsi Pengujian	102
4.4.2. Skenario Pengujian	103
4.4.2.1. Penerapan Parameter Evaluasi <i>Trajectory</i>	103
4.4.3. Data Hasil.....	103
4.4.3.1. Uji Coba Periodic-only	104
4.4.3.2. Uji Coba Motor dengan MPU6050	110
4.4.3.3. Uji Coba Mobil dengan MPU6050	116
4.4.4. Analisa Hasil	123
BAB V PENUTUP	130
5.1. Kesimpulan	130
5.2. Saran	131
DAFTAR PUSTAKA.....	133
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	136
LAMPIRAN.....	137



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Konfigurasi Sumbu <i>Accelerometer</i> terhadap Arah	10
Gambar 2.2 ESP32 30 PIN CP2102/CH340	18
Gambar 2.3 GSM <i>Module</i> SIM800L V.2 5V	19
Gambar 2.4 GNSS <i>Module</i> U Blox Neo M8U	21
Gambar 2.5 Sensor <i>Accelerometer</i> MPU6050	22
Gambar 2.6 <i>Trajectory Visual</i>	24
Gambar 3.1 Diagram GPS Tracker	34
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Cara <i>Device</i> Bekerja	35
Gambar 3.3 Rangkaian Skematik GPS Tracker	37
Gambar 3.4 <i>Layout</i> PCB	45
Gambar 3.5 Tampilan <i>Front Panel</i> Perangkat POUTrack GPS Tracker	46
Gambar 3.6 Tampilan <i>Back Panel</i> Perangkat POUTrack GPS Tracker	47
Gambar 3.7 <i>Flow Logic Kernel/Backend</i>	50
Gambar 4.1 <i>Serial Monitor</i> Pengujian Sensor <i>Accelerometer</i>	70
Gambar 4.2 <i>Serial Monitor</i> Pengujian Perangkat Dengan Merubah Sudut	71
Gambar 4.3 <i>Serial Monitor</i> ketika SIM800L berhasil terhubung ke server	73
Gambar 4.4 <i>Serial Monitor</i> Pengujian GPS <i>Module</i>	74
Gambar 4.5 <i>Serial Monitor</i> Pengujian Pengiriman Data <i>Realtime</i>	75
Gambar 4.6 <i>Serial Monitor</i> Pengecekan Status Sensor MPU6050	75
Gambar 4.7 <i>Serial Monitor</i> Pengujian <i>Input ACC</i>	76
Gambar 4.8 <i>Flow</i> Pengiriman Data <i>Realtime</i> dan <i>Buffer</i>	82
Gambar 4.9 Proses Simulasi <i>Buffer</i> Dengan Mematikan <i>Gateway Platform</i>	83
Gambar 4.10 <i>Serial Monitor</i> Data Gagal Terkirim Menuju <i>Gateway</i>	86
Gambar 4.11 <i>Log Gateway</i> Pada <i>Virtual Machine</i>	88
Gambar 4.12 <i>Flow logic</i> Pengolahan Data Melalui <i>Kernel/Backend</i>	95
Gambar 4.13 Pengujian Setelah Dilakukan <i>Logic</i> Baru <i>Kernel/Backend</i>	96
Gambar 4.14 Tampilan <i>platform monitoring</i> pada pengujian dua perangkat	98
Gambar 4.15 Tampilan <i>pop-up window alert</i> pada kondisi GPS <i>no fix</i>	99
Gambar 4.16 Contoh bukti data Excel pada mode <i>periodic-only</i>	105
Gambar 4.17 Jalur <i>periodic-only</i> pada segmen titik #105 sampai #109	105
Gambar 4.18 Jalur <i>periodic-only</i> pada segmen titik #73 sampai #81	107
Gambar 4.19 Jalur <i>periodic-only</i> pada segmen titik #53 sampai #65	108
Gambar 4.20 Jalur <i>periodic-only</i> pada titik #97 sampai #105	109
Gambar 4.21 Jalur motor pada segmen titik #266 sampai #270	112
Gambar 4.22 Jalur motor pada segmen titik #216 sampai #225	113
Gambar 4.23 Jalur motor pada segmen titik #199 sampai #207	114
Gambar 4.24 Jalur motor pada segmen titik #245 sampai #261	115
Gambar 4.25 Jalur mobil pada segmen titik #143 sampai #155	118
Gambar 4.26 Jalur mobil pada segmen titik #93 sampai #104	119
Gambar 4.27 Jalur mobil pada segmen titik #27 sampai #69	120
Gambar 4.28 Uji coba mobil pada segmen titik #122 sampai #132	122

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



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	15
Tabel 3.1 Spesifikasi Perangkat Keras	39
Tabel 3.2 Spesifikasi Sistem Perangkat Lunak	40
Tabel 3.3 Spesifikasi <i>Kernel/Backend</i>	42
Tabel 3.4 Parameter Perangkat Keras dan Lunak	51
Tabel 3.5 Skenario Pengujian Sistem Secara Umum	53
Tabel 3.6 Skenario Pengujian Sensor MPU6050	56
Tabel 3.7 Skenario Pengamatan Jalur	58
Tabel 3.8 Skenario Pengamatan Data	59
Tabel 3.9 Pengamatan Hasil Rute	63
Tabel 4.1 Tabel Pengujian Perangkat Keras	67
Tabel 4.2 Pengecekan Ukuran Tegangan <i>Output Buck Converter</i>	69
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sensor <i>Accelerometer</i>	72
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Perangkat Keras	76
Tabel 4.5 Tahapan Pengujian <i>Gateway</i>	83
Tabel 4.6 Parameter, Uji coba dan Hasil	85
Tabel 4.7 Hasil Uji Coba <i>Buffer</i>	87
Tabel 4.8 Prosedur Pengujian <i>Platform</i>	92
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Penerimaan Data	94
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Penambahan <i>Logic Kernel/Backend</i>	96
Tabel 4.11 Rekapitulasi Data Uji Coba <i>Periodic-only</i>	104
Tabel 4.12 Ringkasan data segmen segmen titik #105 sampai #109	106
Tabel 4.13 Ringkasan segmen titik #73 sampai #81	108
Tabel 4.14 Ringkasan data segmen titik #53 sampai #65	109
Tabel 4.15 Ringkasan data segmen titik #97 sampai #105	110
Tabel 4.16 Rekapitulasi Data Uji Coba Motor Yamaha Aerox	111
Tabel 4.17 Ringkasan data segmen titik titik #266 sampai #270	113
Tabel 4.18 Ringkasan data segmen titik titik #216 sampai #225	114
Tabel 4.19 Ringkasan data segmen titik titik #199 sampai #207	115
Tabel 4.20 Ringkasan data segmen titik titik #245 sampai #261	116
Tabel 4.21 Rekapitulasi Data Uji Coba Mobil Tanggal Daihatsu Terios	117
Tabel 4.22 Ringkasan data segmen titik titik #143 sampai #155	119
Tabel 4.23 Ringkasan data segmen titik titik #86 sampai #105	120
Tabel 4.24 Ringkasan data segmen titik titik #5 sampai #33	121
Tabel 4.25 Ringkasan data segmen titik titik #122 sampai #132	122
Tabel 4.26 Penurunan Interval Relatif terhadap <i>Baseline</i>	124
Tabel 4.27 Ringkasan Penurunan Interval pada Segmen Tikungan	125
Tabel 4.28 Perbandingan Ringkas Hasil Pengujian	126
Tabel 4.29 Perbandingan Uji Coba Motor dan Mobil dengan MPU6050	127
Tabel 4.30 Ringkasan Temuan Utama Pengujian	128

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PERSAMAAN

(2.1) Persamaan Jarak Antar Titik GPS	9
(2.2) Persamaan Rata-Rata <i>Cross-Track Error</i>	27
(2.3) Persamaan Persentase Titik GPS dalam Ambang Jarak	28
(2.4) Persamaan Tingkat Validitas GPS (<i>GPS Fix Rate</i>)	28
(2.5) Persamaan Interval Rata-Rata Antar Titik <i>Trajectory</i>	29
(2.6) Persamaan Penurunan Interval Relatif terhadap <i>Baseline</i>	30





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 LAMPIRAN

L – 1 Merancang Skematik	137
L – 2 Merancang Jalur dan Cetak PCB	137
L – 3 Membangun <i>Backend Database</i> dan <i>Frontend</i> Menggunakan Firebase...	138
L – 4 Dokumentasi pengujian catu daya dan <i>buck converter</i>	138
L – 5 <i>Set up logic kernel</i> menggunakan Google Cloud	139
L – 6 Pengambilan data tikungan untuk pengembangan <i>firmware</i>	139



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

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Teknologi pelacakan kendaraan berbasis *Global Positioning System* (GPS) telah banyak digunakan dalam pemantauan perjalanan, manajemen armada, serta analisis operasional kendaraan. Salah satu keluaran utama dari sistem GPS *tracker* adalah *history trip*, yaitu rekaman lintasan perjalanan kendaraan yang divisualisasikan sebagai *Trajectory* pada peta digital, yang berperan penting dalam analisis rute dan pola pergerakan kendaraan (Setiawan & Suryawan, 2020; Nurfalakhi et al., 2025).

Pada sistem GPS *tracker* konvensional, pencatatan data posisi umumnya dilakukan secara periodik dengan interval waktu tetap. Pendekatan ini banyak diterapkan karena sederhana dan efisien dari sisi komunikasi data, terutama pada sistem berbasis mikrokontroler dan GSM (Bernando, 2016; Abrar et al., 2023). Namun, pencatatan berbasis interval waktu tetap berpotensi menghasilkan data lintasan yang bersifat *sparse*, terutama ketika kendaraan mengalami perubahan kecepatan atau arah secara cepat.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa interval pencatatan yang jarang dapat menyebabkan lintasan *trajectory* tersusun dari segmen garis lurus yang tidak sepenuhnya merepresentasikan jalur aktual kendaraan, meskipun akurasi posisi GPS berada dalam batas yang dapat diterima (Nurprasetyo et al., 2017; Lee & Kwan, 2019). Kondisi ini menunjukkan bahwa kualitas representasi *Trajectory* tidak hanya dipengaruhi oleh akurasi sensor GPS, tetapi juga oleh kebijakan pencatatan data yang tidak mempertimbangkan dinamika pergerakan kendaraan.

Selain mekanisme pencatatan, sistem GPS *tracker* umumnya menerapkan pengiriman data posisi secara *buffered*, di mana sejumlah data GPS dikumpulkan terlebih dahulu sebelum dikirim ke server. Pengelolaan *buffer* yang tidak memperhatikan urutan kronologis pencatatan dapat menyebabkan data



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

diterima tidak berurutan di sisi server, sehingga berdampak pada konsistensi visualisasi *Trajectory history trip* (Lee & Kwan, 2019).

Sebagian penelitian terdahulu berfokus pada peningkatan kualitas *Trajectory* melalui pemrosesan lanjutan di sisi server, seperti rekonstruksi lintasan berbasis model dinamis, *fuzzy logic*, maupun pendekatan *machine learning* dan *transformer* berbasis *spatio-temporal* (Correa-Caicedo et al., 2021; Chen et al., 2023; Sun et al., 2025; Liu et al., 2025). Pendekatan tersebut terbukti efektif dalam memperbaiki *Trajectory* dari data GPS yang *sparse* dan *bernoise*, namun memerlukan sumber daya komputasi yang relatif tinggi serta ketergantungan pada pemrosesan terpusat.

Berbeda dari pendekatan yang melakukan rekonstruksi lintasan pada sisi server, penelitian ini mengusulkan peningkatan akurasi *trajectory* pada sisi perangkat (*device-side*) melalui pengaturan kebijakan pencatatan data. Sensor *accelerometer* MPU6050 digunakan sebagai indikator perubahan dinamika kendaraan yang tidak selalu tergambarkan oleh pencatatan GPS periodik. Sensor tersebut tidak digunakan untuk menghitung atau mengoreksi koordinat kendaraan karena sumber posisi tetap berasal dari modul GNSS u-blox NEO-M8U. Pemanfaatan *accelerometer* sebagai pendeteksi perubahan percepatan, pengereman, dan manuver kendaraan mengacu pada penelitian Sasue et al. (2024) dan Khosyi'in et al. (2022).

Mekanisme *Event-Based Logging* memungkinkan perangkat menambahkan titik GPS ketika terjadi perubahan dinamika kendaraan, sedangkan *route sample collector* mengumpulkan sampel GNSS di antara interval pengiriman utama. Titik tambahan tersebut melengkapi pencatatan periodik agar perubahan arah kendaraan dapat direpresentasikan secara lebih rinci. Setiap data juga membawa *device_time* agar data *realtime* dan *buffer* dapat disusun berdasarkan waktu pencatatan pada perangkat, bukan hanya berdasarkan waktu penerimaan oleh server.

Pada penelitian ini, peningkatan akurasi *trajectory* tidak dimaknai sebagai peningkatan akurasi absolut koordinat GNSS. Akurasi *trajectory*



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

dimaknai sebagai peningkatan kesesuaian dan kelengkapan representasi lintasan terhadap jalur referensi. Evaluasi dilakukan melalui dua aspek, yaitu kedekatan spasial berdasarkan *cross-track error* dan persentase titik dalam ambang jarak tertentu, serta kelengkapan representasi berdasarkan kepadatan atau interval antar titik pada area perubahan arah. Dengan demikian, penelitian ini berfokus pada kemampuan sistem dalam menghasilkan *trajectory history trip* yang lebih lengkap dan tetap berada dalam tingkat penyimpangan yang dapat dianalisis terhadap jalur referensi.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana merancang dan membangun sistem *GPS tracker* berbasis ESP32 yang mampu membaca data posisi dari modul GNSS, membaca dinamika kendaraan dari sensor MPU6050, dan mengirimkan data *telemetry* melalui SIM800L ke *backend* serta *platform monitoring*?
- b. Bagaimana merancang mekanisme pencatatan data GPS berbasis kejadian (*Event-Based Logging*) menggunakan sensor *accelerometer* pada perangkat ESP32 agar pencatatan data tidak hanya bergantung pada interval waktu tetap?
- c. Bagaimana mekanisme *Event-Based Logging* dan *route sample collector* dapat meningkatkan kepadatan titik *Trajectory* pada kondisi perubahan arah atau tikungan dibandingkan pencatatan berbasis interval waktu tetap?
- d. Bagaimana mekanisme *buffer* berbasis *device_time* dapat menjaga keterurutan data GPS ketika data *realtime* dan data *buffer* diterima server pada waktu yang berbeda?
- e. Bagaimana tingkat akurasi *Trajectory* yang dihasilkan sistem berbasis *Event-Based Logging* ditinjau dari kesesuaian spasial terhadap jalur referensi menggunakan *cross-track error* dan persentase titik dalam ambang jarak tertentu, serta kelengkapan representasi lintasan berdasarkan kepadatan titik pada area perubahan arah?



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

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Merancang dan membangun sistem *GPS tracker* berbasis ESP32 yang terintegrasi dengan modul GNSS NEO-M8U, sensor MPU6050, modul komunikasi SIM800L, *backend*, dan *platform monitoring* berbasis *web*.
- b. Mengimplementasikan mekanisme pencatatan data GPS berbasis kejadian (*Event-Based Logging*) dengan memanfaatkan sensor *accelerometer* sebagai indikator perubahan dinamika kendaraan.
- c. Menganalisis pengaruh penerapan *Event-Based Logging* dan *route sample collector* terhadap kepadatan titik *Trajectory* pada kondisi perubahan arah atau tikungan dibandingkan pencatatan berbasis interval waktu tetap.
- d. Mengimplementasikan mekanisme *buffer* berbasis *device_time* agar data GPS yang terlambat diterima server tetap dapat disusun berdasarkan waktu kejadian pada perangkat.
- e. Mengevaluasi tingkat akurasi *Trajectory* yang dihasilkan sistem berbasis *Event-Based Logging* berdasarkan kesesuaian spasial terhadap jalur referensi menggunakan *cross-track error* dan distribusi titik dalam ambang jarak tertentu, serta kelengkapan representasi lintasan berdasarkan interval dan kepadatan titik pada area perubahan arah.

1.4. Luaran

Luaran yang diharapkan dari penelitian ini meliputi:

- a. Perangkat *GPS tracker* berbasis ESP32 yang terintegrasi dengan modul GNSS NEO-M8U, sensor MPU6050, SIM800L, mekanisme *Event-Based Logging*, dan pengelolaan *buffer* berbasis *device_time* untuk mendukung pembentukan *history trip* kendaraan.
- b. Laporan skripsi yang memuat perancangan, implementasi, pengujian, analisis, dan evaluasi sistem *GPS tracker* berbasis *Event-Based Logging*.



© 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

- c. Artikel Seminar Nasional yang membahas mekanisme *buffer timestamp* pada *GPS tracker* untuk menjaga konsistensi *history trip* saat terjadi gangguan komunikasi.
- d. Artikel Jurnal Nasional yang membahas perancangan dan evaluasi sistem *GPS tracker* berbasis *Event-Based Logging* untuk meningkatkan akurasi *Trajectory history trip* yang ditinjau berdasarkan kesesuaian spasial terhadap jalur referensi, kepadatan titik, dan keterurutan data perjalanan.



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

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem *GPS tracker* untuk peningkatan akurasi *Trajectory* berbasis *Event-Based Logging*, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Sistem *GPS tracker* berbasis ESP32 berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan mengintegrasikan modul GNSS u-blox NEO-M8U, sensor MPU6050, modul komunikasi SIM800L, *backend*, dan platform pemantauan berbasis *website*. Sistem mampu membaca data posisi dan dinamika kendaraan, mengirimkan data *telemetry*, menyimpan data *buffer*, serta menampilkan perjalanan dalam bentuk *history trip*.
- b. Mekanisme *Event-Based Logging* berhasil diterapkan dengan menggunakan MPU6050 sebagai indikator perubahan dinamika kendaraan. MPU6050 tidak digunakan untuk menghitung atau mengoreksi koordinat, tetapi digunakan untuk menentukan kondisi ketika titik GPS perlu dicatat lebih rapat. Koordinat seluruh titik tetap diperoleh dari NEO-M8U. Mekanisme tersebut bekerja bersama *route sample collector* untuk melengkapi pencatatan periodik.
- c. Mode *periodic-only* menghasilkan interval rata-rata sebesar 8,71 detik/titik pada segmen tikungan. Interval tersebut menurun menjadi 5,32 detik/titik pada motor dan 4,87 detik/titik pada mobil, atau turun sebesar 38,9% dan 44,1% terhadap *baseline*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *Event-Based Logging* dan *route sample collector* mampu meningkatkan kepadatan dan kelengkapan representasi *Trajectory* pada area perubahan arah.
- d. Mekanisme *buffer* berbasis *device_time* berhasil digunakan untuk menjaga keterurutan data perjalanan. Data *realtime* dan data *buffer* dapat disusun berdasarkan waktu pencatatan pada perangkat meskipun diterima oleh server pada waktu yang berbeda. Dengan demikian, keterlambatan penerimaan tidak mengubah posisi kronologis data pada *history trip*.



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 kritis 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

- e. Pengujian *periodic-only* menghasilkan 119 titik dengan rata-rata CTE 4,27 meter. Pengujian motor Yamaha Aerox menghasilkan 334 titik dengan rata-rata CTE 4,12 meter, median 3,31 meter, 94,23% titik dalam ambang 10 meter, dan 97,76% dalam ambang 15 meter. Pengujian mobil Daihatsu Terios menghasilkan 269 titik dengan rata-rata CTE 5,44 meter, median 4,13 meter, 85,45% titik dalam ambang 10 meter, dan 98,51% dalam ambang 15 meter. Hasil motor menunjukkan kesesuaian spasial terbaik pada data yang diuji, sedangkan nilai CTE mobil yang lebih besar menunjukkan bahwa kedekatan spasial tetap dipengaruhi oleh kualitas penerimaan GNSS. Secara keseluruhan, peningkatan akurasi *Trajectory* yang diperoleh terutama ditunjukkan oleh peningkatan kelengkapan representasi lintasan melalui penurunan interval dan penambahan kepadatan titik pada area perubahan arah. Penelitian ini tidak membuktikan peningkatan akurasi absolut koordinat GPS dan tidak menunjukkan penurunan CTE secara konsisten pada seluruh kendaraan. Oleh karena itu, akurasi *Trajectory* dalam penelitian ini harus dipahami sebagai gabungan antara kesesuaian spasial terhadap jalur referensi, kelengkapan representasi lintasan, dan keterurutan data perjalanan.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk pengembangan dan pengujian lanjutan sebagai berikut:

- a. Pengujian berikutnya dapat dilakukan pada rute yang lebih bervariasi, seperti jalan perkotaan, jalan dengan banyak tikungan, jalan sempit, jalan terbuka, dan area dengan potensi gangguan sinyal GNSS. Variasi rute tersebut diperlukan agar kinerja sistem dapat dievaluasi pada kondisi lingkungan yang lebih beragam.
- b. Jalur referensi yang digunakan dalam evaluasi dapat dibuat lebih detail dengan menambahkan lebih banyak titik koordinat pada data JSON, terutama pada area tikungan, percabangan jalan, dan ruas jalan sempit. Jalur referensi yang lebih rapat dapat membantu proses perhitungan jarak titik GPS terhadap jalur acuan menjadi lebih representatif.



© 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

- c. Sistem dapat dikembangkan dengan metode pengolahan data GPS tambahan, seperti *filtering*, deteksi *outlier*, atau *map matching*. Pengembangan ini diperlukan untuk mengurangi pengaruh deviasi titik GPS akibat kondisi lingkungan, seperti gedung, pepohonan, jalan layang, maupun efek *multipath*.
- d. Pengembangan perangkat keras dapat dilakukan dengan memperbaiki tata letak antena GNSS, posisi sensor MPU6050, dan desain *enclosure* perangkat. Penempatan antena dan sensor yang lebih stabil dapat membantu meningkatkan kualitas pembacaan GNSS serta konsistensi deteksi dinamika kendaraan.
- e. *Platform* pemantauan dapat dikembangkan agar menampilkan perbandingan *raw trajectory*, jalur referensi, nilai *Mean CTE*, interval rata-rata antar titik, serta persentase penurunan interval relatif terhadap *baseline* pada setiap segmen perjalanan. Pengembangan berikutnya juga dapat menambahkan *filtering*, deteksi *outlier*, atau *map matching* agar peningkatan kepadatan titik dapat disertai dengan pengurangan deviasi spasial terhadap ruas jalan.

**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

DAFTAR PUSTAKA

- Abrar, Munandar, & Iqbal, T. (2023). Perancangan prototype GPS tracker via SMS berbasis mikrokontroler Arduino Nano. *Jurnal Sistem Komputer (SISKOM)*, 3(1), 11–25. <https://doi.org/10.35870/siskom.v3i1.790>
- Ammar, A., Yusril, M., & Broto, P. E. (2023). Prototype of automatic tractor control navigation system using ESP32 microcontroller. *Al-Fiziya: Journal of Materials Science, Geophysics, Instrumentation and Theoretical Physics*, 6(1), 20–29. <https://doi.org/10.15408/fiziya.v6i1.31593>
- Artato, M. Y., Khosyiin, M., & Ismail, M. (2022). Pengukuran kecepatan menggunakan sensor GNSS. *TRANSISTOR Elektro dan Informatika*, 4(3), 217–225.
- Bernardo, V. (2016). Pengembangan sistem pelacakan kendaraan menggunakan modul GSM dan GPS berbasis mikrokontroler ATmega328. *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi (JUSTIN)*, 4(3), 455–460.
- Braun, T., Fernandez, C. N., Eroglu, D., Hartland, A., Breitenbach, S. F. M., & Marwan, N. (2022). Sampling rate-corrected analysis of irregularly sampled time series. *Physical Review E*, 105(2), 024206. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.105.024206>
- Chen, H., Wu, Y., Tang, H., Lei, J., Wang, G., Zhao, W., Liao, J., Wang, F., & Wang, Z. (2024). Visual analysis method for traffic Trajectory with dynamic topic movement patterns based on the improved Markov decision process. *Electronics*, 13(3), 467. <https://doi.org/10.3390/electronics13030467>
- Chen, Y., Zhang, H., Sun, W., & Zheng, B. (2023). RNTrajRec: Road network enhanced Trajectory recovery with spatial-temporal transformer. In *Proceedings of the 39th IEEE International Conference on Data Engineering (ICDE 2023)* (pp. 829–842). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICDE55515.2023.00069>
- Choudhary, A. (2024). Internet of Things: A comprehensive overview, architectures, applications, simulation tools, challenges and future directions. *Discover Internet of Things*, 4, Article 31. <https://doi.org/10.1007/s43926-024-00084-3>
- Correa-Caicedo, P. J., Rostro-González, H., Rodríguez-Licea, M. A., Gutiérrez-Frías, Ó. O., Herrera-Ramírez, C. A., Méndez-Gurrola, I. I., Cano-Lara, M., & Barranco-Gutiérrez, A. I. (2021). GPS data correction based on fuzzy logic for tracking land vehicles. *Mathematics*, 9(21), 2818. <https://doi.org/10.3390/math9212818>
- Delfini, L., Spahiu, B., & Vizzari, G. (2024). Visual analytics for sustainable mobility: Usability evaluation and knowledge acquisition for mobility-as-a-service (MaaS) data exploration. *Digital*, 4(4), 821–845. <https://doi.org/10.3390/digital4040041>
- Espressif Systems. (n.d.). ESP32 series datasheet (Version 5.2). Espressif Systems.
- Forrest, S. W., Recio, M. R., & Seddon, P. J. (2022). Moving wildlife tracking forward under forested conditions with the SWIFT GPS algorithm. *Animal Biotelemetry*, 10, 19. <https://doi.org/10.1186/s40317-022-00289-9>



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

- Gao, X., Liao, C., Chen, C., & Li, R. (2023). Visual exploration of cycling semantics with GPS Trajectory data. *Applied Sciences*, 13(4), 2748. <https://doi.org/10.3390/app13042748>
- Hercog, D., Lerher, T., Truntic, M., & Težak, O. (2023). Design and implementation of ESP32-based IoT devices. *Sensors*, 23(15), 6739. <https://doi.org/10.3390/s23156739>
- InvenSense Inc. (2013). MPU-6000 and MPU-6050 product specification (Revision 3.4). InvenSense Inc.
- Jwo, D.-J., Cho, T.-S., & Demssie, B. A. (2025). Dynamic modeling and its impact on estimation accuracy for GPS navigation filters. *Sensors*, 25(3), 972. <https://doi.org/10.3390/s25030972>
- Khosyi'in, M., Prasetyowati, S. A. D., Suprpto, B. Y., & Nawawi, Z. (2022). The impact of telemetry received signal strength of IMU/GNSS data transmission on autonomous vehicle navigation. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Informatics (IJEI)*, 10(4), 970–982. <https://doi.org/10.52549/ijeei.v10i4.3901>
- Lee, K., & Kwan, M.-P. (2019). The effects of GPS-based buffer size on the association between travel modes and environmental contexts. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(11), 514. <https://doi.org/10.3390/ijgi8110514>
- Li, A., Xu, Z., Zhang, J., Li, T., Cheng, X., & Hu, C. (2023). A vector field visualization method for Trajectory big data. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 12(10), 398. <https://doi.org/10.3390/ijgi12100398>
- Liu, Y., Li, Q., & Kim, I. (2025). Enhanced Trajectory reconstruction from sparse and noisy GPS data: A progressive chunked transformer approach. *Communications in Transportation Research*, Article 100200. <https://doi.org/10.1016/j.commtr.2025.100200>
- McConnell, W. J. Jr. (1976). A technique for generating arbitrarily shaped curved approach paths. NASA Technical Report. <https://ntrs.nasa.gov/citations/19760024126>
- Mohamad Sharif, M. A., Suhaimi, N. M., & Zakaria, M. A. (2024). Analysis of GPS and GSM with GPRS-based vehicle tracking and monitoring system. *Mekatronika: Journal of Intelligent Manufacturing and Mechatronics*, 6(1), 38–43. <https://doi.org/10.15282/mekatronika.v6i1.10744>
- Nanjing Qinheng Microelectronics Co., Ltd. (WCH). (n.d.). CH340 datasheet. WCH.
- Nurprasetyo, I. P., Budiman, B. A., Noersalim, K., & Naufal, R. S. (2017). Pengembangan metode rekonstruksi jalan berbasis data Global Positioning System dan giroskop. *MESIN*, 26(1), 17–28. <https://doi.org/10.5614/mesin.2017.26.1.3>
- Nurfalakhi, R., Sujono, & Hariono, T. (2025). Development of microcontroller based GPS tracking unit. *NEWTON: Networking and Information Technology*, 4(3), 148–158. <https://doi.org/10.32764/newton.v4i3.5802>
- OpenStax. (2022). College Physics 2e: Time, velocity, and speed. OpenStax, Rice University. <https://openstax.org/books/college-physics-2e/pages/2-3-time-velocity-and-speed>



© 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

- Sasue, R. R. O., Pradana, A., & Ermanto, S. A. (2024). Design and development of a microcontroller-based driving behavior monitoring device as a form of mass transportation oversight. *Jurnal Teknologi Transportasi dan Logistik*, 5(2), 203–212. <https://doi.org/10.52920/jttl.v5i2.359>
- Setiawan, G. H., & Suryawan, I. K. D. (2020). Sistem pengamatan kondisi lalu lintas berbasis data GPS pada smartphone (Studi kasus: Kota Denpasar). *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 7(4), 667–672. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2020741909>
- SIMCom Wireless Solutions Ltd. (2016). SIM800L (MT6261) hardware design (Version 1.01). SIMCom Wireless Solutions Ltd.
- Sun, T., Chen, Y., Zheng, B., & Sun, W. (2025). Learning spatio-temporal dynamics for Trajectory recovery via time-aware transformer. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 26(10), 16584–16601. <https://doi.org/10.1109/TITS.2025.3574100>
- Taufiqurrahman, Simatupang, S., Ramadhansyah, R., Sari, I. C., & Rafli, I. (2025). Navigasi realtime menggunakan incremental GPS path logging algorithm dan visualisasi interaktif berbasis web. *Jurnal Minfo Polgan*, 14(1), 1340–1354. <https://doi.org/10.33395/jmp.v14i1.15006>
- u-blox AG. (2025). NEO-M8: u-blox M8 concurrent GNSS modules—Data sheet (UBX-15031086, R14). u-blox AG.
- Vickers, A. J. (2001). The use of percentage change from baseline as an outcome in a controlled trial is statistically inefficient: A simulation study. *BMC Medical Research Methodology*, 1, 6. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-1-6>
- Witczak, D., & Szymoniak, S. (2024). Review of monitoring and control systems based on Internet of Things. *Applied Sciences*, 14(19), 8943. <https://doi.org/10.3390/app14198943>
- Zulkifli, F. Y., Halimsurya, E., Ayyasy, M., Luthfi, F., & Alinursafa, I. (2024). IoT-based vehicle monitoring system on LoRa network: Addressing community needs in Indonesia. *International Journal of Electrical, Computer and Biomedical Engineering*, 2(2), 179–193. <https://doi.org/10.62146/ijecbe.v2i2.46>

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

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



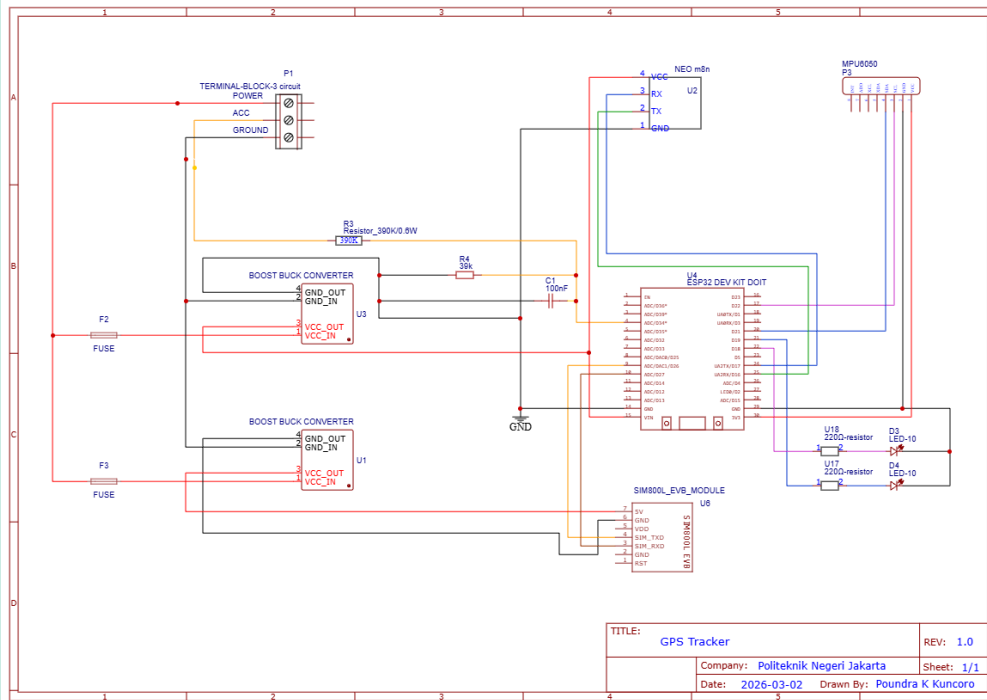
Poundra Karna Kuncoro

Lahir di Jakarta pada tanggal 17 September 2003. Menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar di SDN Pondok Labu 13 Pagi. Kemudian melanjutkan Pendidikan di MTs Negeri 2 Jakarta Selatan dan lulus pada tahun 2019. Kemudian melanjutkan Pendidikan di MAN 11 Jakarta Selatan dan lulus pada tahun 2022. Kemudian melanjutkan Pendidikan di Perguruan Tinggi Negeri Politeknik Negeri Jakarta dengan jurusan Teknik Elektro Program Studi Broadband Multimedia.

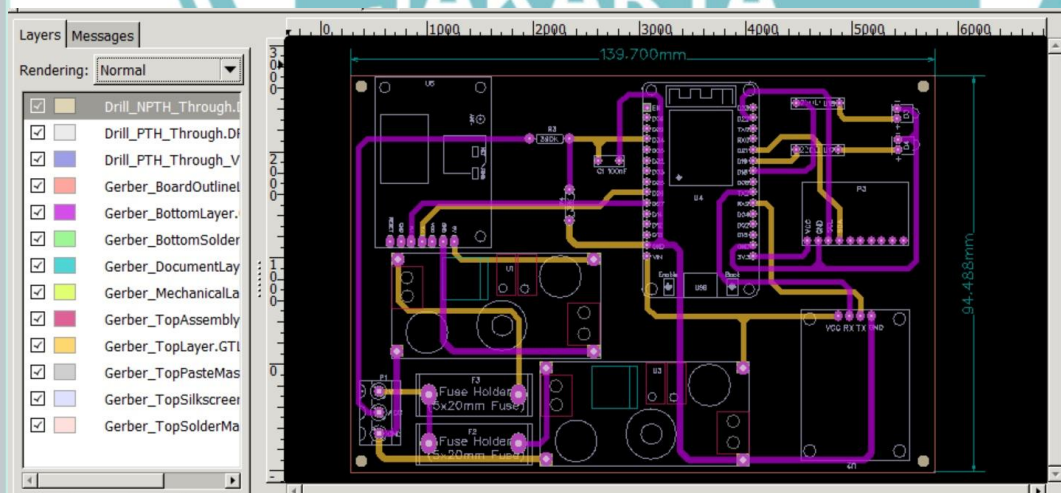
**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

LAMPIRAN

L – 1 Merancang Skematik



L – 2 Merancang Jalur dan Cetak PCB



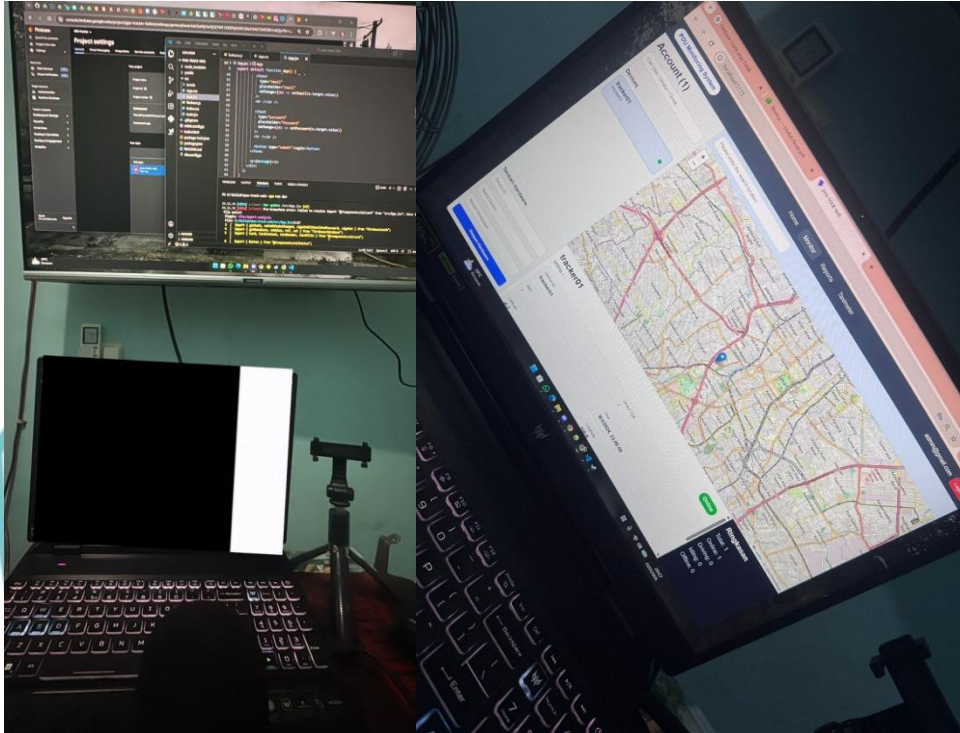


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

L – 3 Membangun *Backend Database* dan *Frontend* Menggunakan Firebase



L – 4 Dokumentasi pengujian catu daya dan *buck converter*



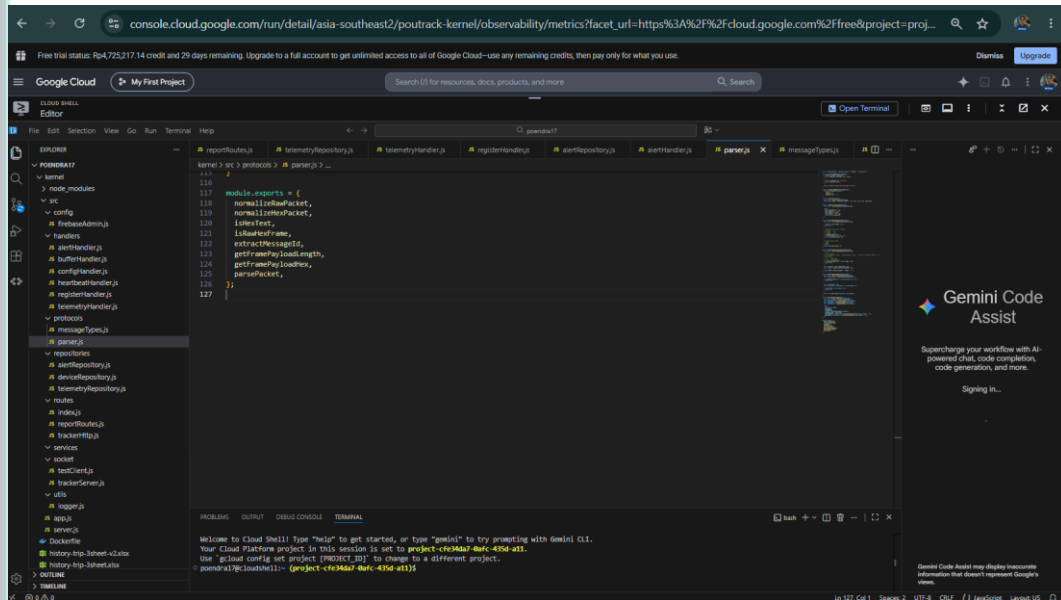


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

L – 5 Set up logic kernel menggunakan Google Cloud



L – 6 Pengambilan data tikungan untuk pengembangan *firmware*

