



© 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 SISTEM IOT UNTUK
PENGUKURAN JARAK DAN PEMETAAN JALUR
KABEL OPTIK BERBASIS APLIKASI**

SKRIPSI

Muhammad Rizky Ramadhan
2103421018

PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



© 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 SISTEM IOT UNTUK
PENGUKURAN JARAK DAN PEMETAAN JALUR
KABEL OPTIK BERBASIS APLIKASI**

SKRIPSI

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

Muhammad Rizky Ramadhan

2103421018

PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Muhammad Rizky Ramadhan
NIM : 2103421018
Tanda Tangan : 
Tanggal : 2 Juli 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 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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Muhammad Rizky Ramadhan
NIM : 2103421018
Program Studi : Broadband Multimedia
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem IoT untuk Pengukuran Jarak dan Pemetaan Jalur Kabel Optik Berbasis Aplikasi

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada hari Rabu tanggal 2 Juli 2025 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing : Agus Wagya, S.T., M.T.
NIP. 196808241999031002

Depok, 21 Juli 2025

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwiyaniti, 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 syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Politeknik.

Skripsi ini berjudul "Rancang Bangun Sistem IoT untuk Pengukuran Jarak dan Pemetaan Kabel Optik Berbasis Aplikasi Android". Sistem ini dirancang untuk membantu proses pengukuran dan pemetaan jalur kabel optik menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan *rotary encoder* KY-040 untuk mengukur jarak dan modul GPS Neo M8N untuk mencatat posisi secara *real-time*. Data hasil pengukuran dikirim melalui protokol MQTT ke aplikasi Android, yang kemudian menampilkan jarak tempuh dan titik koordinat pada peta serta menyimpan hasil pengukuran dalam format KMZ. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi praktis dalam survei lapangan untuk instalasi kabel optik.

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;
2. kedua orang tua serta keluarga tercinta, yang senantiasa menjadi sumber kekuatan dan ketenangan hati. Terima kasih atas doa yang tak pernah putus, serta dukungan moril dan materiil yang menjadi pondasi dalam perjalanan ini.
3. Sahabat-sahabat seperjuangan, yang telah hadir dalam berbagai fase jatuh dan bangkit. Terima kasih atas semangat, tawa, serta bantuan yang tulus dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

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

Depok, 2 Juli 2025

Penulis



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 Sistem IoT untuk Pengukuran Jarak dan Pemetaan Jalur Kabel Optik Berbasis Aplikasi

Abstrak

Kebutuhan akan konektivitas internet yang cepat dan stabil mendorong pembangunan jaringan serat optik secara masif. Dalam proses perencanaan dan pembangunan jaringan ini, tahap survei lapangan memiliki peran penting untuk memverifikasi kesesuaian antara desain awal dan kondisi sebenarnya di lapangan. Pembangunan jaringan serat optik membutuhkan proses survei lapangan yang akurat untuk memastikan kesesuaian desain dan kondisi nyata. Penelitian ini merancang sistem IoT untuk mengukur jarak dan memetakan jalur kabel optik secara otomatis. Sistem terdiri dari ESP32, rotary encoder KY-040, dan modul GPS Neo M8N, serta aplikasi Android berbasis Kotlin. Data jarak dan lokasi dikirim secara real-time melalui MQTT ke aplikasi yang menampilkan hasil dalam peta dan menyimpannya dalam format KMZ. Hasil pengujian menunjukkan sistem memiliki rata-rata error sebesar 1,2% pada jarak 10 meter, dan 4,42% pada jarak 300 meter. GPS menunjukkan akurasi yang lebih stabil di kondisi outdoor dengan rata-rata deviasi 5,69 meter; dibandingkan indoor sebesar 7,80 meter. Aplikasi juga berhasil menyimpan dan menampilkan hasil pengukuran dengan baik. Sistem ini dinilai efektif untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi survei lapangan kabel optik, sekaligus mengurangi risiko kesalahan akibat proses manual yang terpisah antara pengukuran dan pemetaan.

Kata Kunci: Android, ESP32, IoT, Mapping, MQTT, Pengukuran Jarak, Rotary encoder

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

Design and Development of an IoT-Based System for Distance Measurement and Optical Cable Route Mapping via Mobile Application

Abstract

The increasing demand for fast and stable internet connectivity has driven the massive development of fiber optic networks. In the planning and construction process, field surveys play a crucial role in verifying the alignment between the initial design and actual field conditions. This research designs an IoT-based system to automatically measure distance and map fiber optic cable routes. The system consists of an ESP32 microcontroller, KY-040 rotary encoder, Neo M8N GPS module, and a Kotlin-based Android application. Distance and location data are transmitted in real-time via MQTT to the application, which displays the results on a map and stores them in KMZ format. Test results show that the system has an average error of 1.2% at a distance of 10 meters and 4.42% at 300 meters. The GPS module demonstrated more stable accuracy in outdoor conditions, with an average deviation of 5.69 meters, compared to 7.80 meters indoors. The application successfully stores and visualizes measurement results. Overall, the system effectively improves the efficiency and accuracy of field surveys for fiber optic installation while reducing the risk of errors from separate manual processes of measurement and mapping.

Keywords: Android, Distance Measurement, ESP32, IoT, Mapping, MQTT, Rotary encoder

**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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR RUMUS.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	2
1.3 TUJUAN	2
1.4 LUARAN	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 <i>State of the Art</i>	4
2.2 Pengukuran dan Pemetaan Jalur Kabel Optik.....	5
2.3 <i>Google Earth</i>	8
2.4 <i>Internet of Things (IoT)</i>	9
2.4.1 ESP32.....	12
2.4.2 Sensor Rotary encoder	15
2.4.3 Modul GPS (<i>Global Positioning System</i>)	18
2.5 Arduino IDE.....	20
2.6 Aplikasi Android Studio dan Bahasa Pemrograman Kotlin.....	22
2.6.1 Android Studio	22
2.6.2 Kotlin	24
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....	26
3.1 Rancangan Alat	26
3.1.1 Deskripsi Alat.....	26
3.1.2 Cara Kerja Alat.....	26
3.1.3 Spesifikasi Alat	28
3.1.4 Diagram Blok	32
3.2 Realisasi Alat.....	33
3.2.1 Perakitan Perangkat Keras	33



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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

3.2.2	Wiring Diagram.....	36
3.2.3	Pemrograman Mikrokontroler ESP32.....	39
3.2.4	Integrasi dan Komunikasi	42
3.2.5	Pembuatan Aplikasi Android.....	45
3.2.6	Hasil Realisasi Alat	56

BAB IV PEMBAHASAN..... 61

4.1	Pengujian.....	61
4.1.1	Deskripsi Pengujian	61
4.1.2	Prosedur Pengujian	61
4.1.3	Data Hasil Pengujian.....	63
4.1.4	Analisis Data/Evaluasi	77

BAB V PENUTUP 81

5.1	Kesimpulan	81
5.2	Saran.....	82

DAFTAR PUSTAKA..... 83

DAFTAR RIWAYAT HIDUP..... 86

LAMPIRAN..... 87

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Alur perancangan perencanaan jalur kabel optik	5
Gambar 2. 2. High level design jalur optik	6
Gambar 2. 3. Low Level Design	6
Gambar 2. 4. Tampilan penggunaan Google Earth Pro.....	8
Gambar 2. 5. Topologi Protokol MQTT	10
Gambar 2. 6. Arsitektur IoT 3 layer	11
Gambar 2. 7. Pin input/output ESP32	14
Gambar 2. 8. Konstruksi <i>rotary encoder</i>	15
Gambar 2. 9. Bentuk gelombang perubahan sinyal <i>rotary encoder</i>	16
Gambar 2. 10. Pinout <i>Rotary encoder</i> KY-040	16
Gambar 2. 11. Modul GPS NEO-M8N	18
Gambar 2. 12. Tampilan Arduino IDE	21
Gambar 2. 13. Menu Android Device Manager	22
Gambar 2. 14. Tampilan struktur proyek pada Android Studio	23
Gambar 2. 15. Contoh file kotlin di Android Studio	24
Gambar 3. 1. Diagram Alur Sistem.....	27
Gambar 3. 2. Desain rancangan alat.....	29
Gambar 3. 3. Diagram Blok Sistem	33
Gambar 3. 4. Perakitan alat	34
Gambar 3. 5. Casing Mikrokontroler	35
Gambar 3. 6. Display OLED	36
Gambar 3. 7. Wiring Diagram Alat	37
Gambar 3. 8. Flow Logika Pemrograman ESP32	41
Gambar 3. 9. Tampilan detail koneksi pada instance hivemq.....	43
Gambar 3. 10. Konfigurasi akses kredensial broker hivemq	43
Gambar 3. 11. Tampilan Aplikasi.....	55
Gambar 3. 12. Informasi Pengukuran	55
Gambar 3. 13. Tombol Kontrol Pengukuran	56
Gambar 3. 14. Foto alat saat digunakan	57



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

Gambar 3. 15. Tampilan aplikasi saat digunakan.....	57
Gambar 3. 16. Tampilan Hasil Buka File KMZ di Aplikasi	58
Gambar 4. 1. Flowchart Pengujian Integrasi Sistem.....	63
Gambar 4. 2. Plot Titik Koordinat GPS Indoor.....	71
Gambar 4. 3. Plot Titik Koordinat GPS Outdoor	72
Gambar 4. 4. Boxplot Distribusi Penyimpangan Lokasi GPS	73
Gambar 4. 5. Visualisasi Jalur Hasil Pengukuran pada Google Earth	75





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 RUMUS

Persamaan 2.1. Rumus Perhitungan Keliling

Persamaan 2.2. Rumus Perhitungan Jarak

Persamaan 4.1. Rumus Perhitungan Persentase *Error*

Persamaan 4.2. Rumus Perhitungan MAE

Persamaan 4.3. Rumus Perhitungan Standar Deviasi

Persamaan 4.4. Rumus Perhitungan Efisiensi Waktu



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

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. State of the Art.....	4
Tabel 2. 2. Spesifikasi ESP32 WROOM 32	12
Tabel 2. 3. Spesifikasi rotary encoder KY-040	17
Tabel 2. 4. Pinout modul GPS NEO-M8N	19
Tabel 2. 5. Spesifikasi GPS NEO-M8N	19
Tabel 3. 1. Spesifikasi Perangkat Keras	29
Tabel 3. 2. Spesifikasi Perangkat Lunak	31
Tabel 3. 3. Spesifikasi Alat.....	32
Tabel 3. 4. Pin input/output <i>rotary encoder</i> ke ESP32.....	37
Tabel 3. 5. Pin input/output GPS ke ESP32	38
Tabel 3. 6. Pin input/output OLED ke ESP32.....	38
Tabel 3. 7. Topik broker MQTT	44
Tabel 3. 8. Struktur file/folder penyusunan aplikasi	45
Tabel 3. 9. Hasil Pengujian Awal	59
Tabel 4. 1. Deskripsi Pengujian.....	61
Tabel 4. 2. Pengukuran Jarak 10 meter	65
Tabel 4. 3. Pengukuran Jarak 50 meter	66
Tabel 4. 4. Pengukuran Jarak 100 meter	67
Tabel 4. 5. Pengukuran Jarak 200 Meter	68
Tabel 4. 6. Pengukuran Jarak 300 meter	69
Tabel 4. 7. Pengukuran GPS Indoor.....	70
Tabel 4. 8. Pengukuran GPS Outdoor	72
Tabel 4. 9. Pengujian Koneksi Data	74
Tabel 4. 10. Pengujian Integrasi Sistem	74
Tabel 4. 11. Uji Efisiensi Waktu.....	76
Tabel 4. 12. Ringkasan Hasil Pengujian dan Evaluasi Sistem	80



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

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Kode Pemrograman ESP32
- Lampiran 2. Kode Pemrograman Aplikasi *File MainActivity.kt*
- Lampiran 3. Kode Pemrograman Aplikasi *File MQTTHelper.kt*
- Lampiran 4. Kode Pemrograman Aplikasi *File SSLUtil.kt*
- Lampiran 5. Kode Pemrograman Aplikasi *File trackpoint.kt*
- Lampiran 6. Kode Pemrograman Aplikasi *File activity_main.xml*
- Lampiran 7. Hasil Rancangan Alat dan Aplikasi



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

Seiring dengan perkembangan teknologi informasi, kebutuhan akan konektivitas internet yang cepat dan stabil semakin meningkat. Serat optik dipilih sebagai media transmisi karena memiliki kapasitas dan kecepatan tinggi. Pembangunan jaringan serat optik pun terus meluas di berbagai daerah guna menciptakan konektivitas yang merata serta menjadi pondasi utama dalam jaringan telekomunikasi.

Perusahaan yang menyediakan solusi ICT dan infrastruktur telekomunikasi memerlukan pembangunan jaringan serat optik yang memadai untuk mendukung konektivitas. Dalam prosesnya, survei lapangan menjadi tahap penting yang harus dilakukan. Secara umum, survei merupakan kegiatan yang dilakukan di lapangan untuk memverifikasi kesesuaian antara perencanaan secara umum dengan kondisi yang sebenarnya. Dalam perancangan jaringan, survei berperan penting untuk menilai keadaan nyata yang ada di lapangan. Data yang diperoleh dari survei ini akan menjadi acuan dalam penyusunan desain berikutnya (Wadly, Fitriani, & Muslim, 2023).

Survei lapangan dilakukan untuk mengukur jarak dan menentukan lokasi penempatan kabel optik, *handhole*, *manhole*, tiang, serta jalur kabel bawah tanah. Pengukuran ini memvalidasi hasil mapping *High Level Design* (HLD) dengan data yang lebih akurat menggunakan *Roll Meter* dibanding aplikasi seperti *Google Maps* atau *Google Earth*. Selain itu, dilakukan juga *mapping* berdasarkan lokasi yang telah didata ketika survei berlangsung. Pengukuran yang akurat membantu mengoptimalkan penggunaan kabel serat optik, mengurangi pemborosan, serta meningkatkan efisiensi perencanaan dan pembangunan jaringan.

Namun, dalam praktiknya, hasil pengukuran jarak dan pemetaan masih dilakukan secara terpisah. Pengguna harus mencocokkan data dari *roll meter*



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

dengan pemetaan pada aplikasi secara manual, yang menyebabkan proses menjadi lambat dan berisiko terjadi kesalahan.

Permasalahan utama yang diidentifikasi adalah belum adanya integrasi antara alat ukur dan sistem pemetaan jalur kabel optik, sehingga menyebabkan proses menjadi lambat dan rawan kesalahan manual.

Melalui pengembangan sistem ini, diharapkan proses survei jaringan optik dapat dilakukan dengan lebih cepat, akurat, dan terdokumentasi secara digital. Skripsi ini penting secara praktis karena dapat meningkatkan efisiensi operasional dalam proses survei dan pembangunan infrastruktur jaringan. Sistem ini menjadi kontribusi dalam bidang rekayasa sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) dan integrasi data spasial. Dengan demikian, sistem ini diharapkan dapat mendukung pekerjaan teknisi dan profesional di bidang telekomunikasi serta menjadi acuan untuk pengembangan sistem serupa di masa depan.

1.2 RUMUSAN MASALAH

- 1) Bagaimana merancang dan membangun alat ukur jarak berbasis sensor yang akurat untuk mendukung survei jalur kabel optik?
- 2) Bagaimana mengembangkan aplikasi pemetaan otomatis yang memanfaatkan data dari sensor jarak dan modul GPS untuk menghasilkan *file* KMZ secara *real-time*?
- 3) Bagaimana mengintegrasikan sistem pengukuran jarak dengan aplikasi pemetaan agar menghasilkan data jalur kabel optik secara utuh dan terstruktur?
- 4) Bagaimana melakukan validasi terhadap hasil pengukuran dan pemetaan yang dihasilkan oleh sistem?

1.3 TUJUAN

- 1) Merancang dan membangun alat ukur jarak berbasis sensor yang mampu memberikan hasil akurat untuk survei kabel optik
- 2) Mengembangkan aplikasi pemetaan otomatis yang memanfaatkan data dari sensor jarak dan GPS untuk menghasilkan *file* KMZ secara *real-time*.

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

- 3) Mengintegrasikan antara alat pengukur jarak dan aplikasi pemetaan untuk menghasilkan dokumentasi survei dalam format digital.
- 4) Melakukan validasi terhadap akurasi hasil pengukuran dan pemetaan guna memastikan sistem berjalan sesuai spesifikasi.

1.4 LUARAN

Luaran yang diharapkan dari tugas akhir ini adalah:

- 1) Alat pengukur jarak menggunakan sensor jarak dan aplikasi pemetaan yang menghasilkan *file* KMZ.
- 2) Laporan Skripsi sebagai bentuk dokumentasi ilmiah.
- 3) Artikel ilmiah berdasarkan hasil perancangan sistem yang diseminarkan pada *Seminar Nasional Inovasi Vokasi (SNIV)* tanggal 11 Juni 2025.
- 4) Artikel ilmiah yang membahas integrasi sistem IoT untuk pemetaan jalur kabel optik, ditargetkan untuk diterbitkan di *JETT: Jurnal Elektro dan Telekomunikasi Terapan*.



**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 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian sistem IoT untuk pengukuran jarak dan pemetaan jalur kabel optik berbasis aplikasi Android, dapat disimpulkan hal-hal berikut:

- 1) Telah berhasil dirancang dan dibangun alat ukur jarak berbasis *rotary encoder* yang mampu memberikan hasil pengukuran dengan rata-rata *error* 1.20% pada jarak 10 meter dan 4.42% pada jarak 300 meter. Nilai ini menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi yang masih sesuai untuk keperluan survei lapangan kabel optik.
- 2) Aplikasi pemetaan otomatis berbasis Android berhasil dikembangkan. Aplikasi ini mampu menampilkan data hasil pengukuran secara *real-time* dalam bentuk teks dan visualisasi jalur di peta, serta menyimpan data dalam format *file* KMZ untuk ditampilkan kembali di Google Earth atau aplikasi sejenisnya.
- 3) Integrasi sistem pengukuran jarak dengan aplikasi pemetaan telah berhasil dilakukan. Komunikasi data *real-time* melalui protokol MQTT, penyimpanan data, dan kemampuan membuka ulang *file* KMZ yang telah disimpan.
- 4) Validasi terhadap hasil pengukuran dan pemetaan menunjukkan performa sistem yang baik. GPS menunjukkan deviasi lokasi rata-rata 5.69 meter pada kondisi *outdoor*, sementara koneksi data MQTT menunjukkan *latency* rata-rata 0.317 detik yang membuktikan bahwa sistem bekerja andal.
- 5) Pengujian efisiensi waktu menunjukkan bahwa sistem mampu mempercepat proses pengukuran dan pemetaan jalur kabel optik. Untuk pengukuran lintasan sejauh 100 meter, metode konvensional memerlukan waktu 5.40 menit, sedangkan sistem ini hanya memerlukan waktu 3.62 menit, sehingga menghasilkan efisiensi waktu sebesar 32.96%.

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

Dengan demikian, sistem yang dikembangkan tidak hanya mempercepat proses pengukuran dan pemetaan, tetapi juga menghadirkan integrasi penuh antara perangkat keras IoT dan aplikasi Android.

5.2 Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan agar dilakukan kalibrasi lebih detail terhadap roda pengukur dan *rotary encoder* agar hasil pengukuran semakin presisi, terutama pada pengukuran dengan jarak yang lebih panjang.

Selain itu, pengembangan ke depan dapat mempertimbangkan integrasi dengan *cloud storage* untuk menyimpan *file* KMZ secara otomatis, serta fitur navigasi atau pemandu jalur agar dapat digunakan saat proses instalasi kabel berlangsung. Terakhir, disarankan agar sistem diuji di kondisi medan yang lebih bervariasi agar performanya dapat lebih dievaluasi dalam skenario penggunaan nyata.



**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 PUSTAKA

- Abougamea, A. K., & Lim, S. C. (2023). Smart power switch using internet of things. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 1809-1816.
- Achmad, M. I., & A., S. N. (2024). PENGEMBANGAN DETEKTOR PORTABEL TINGKAT KERUSAKAN JALAN MENGGUNAKAN ESP32, MPU6050, DAN MICROSD. *Jurnal Ilmiah Multi Disiplin Ilmu*.
- Components101 Modules KY-040 Rotary Encoder*. (2021). Retrieved from Components101: <https://components101.com/modules/KY-04-rotary-encoder-pinout-features-datasheet-working-application-alternative>
- Damsir, Ansyori, Yanto, Erwanda, S., & Purwanto, B. (2023). PEMETAAN AREAL MANGROVE DI PROVINSI LAMPUNG MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL 2-A DAN CITRA SATELIT GOOGLE EARTH. *Jurnal PengabdianKolaborasidan Inovasi IPTEKS*.
- Developers Android IDE Guides*. (2025). Retrieved from Developer Android: <https://developer.android.com/studio/run/managing-avds>
- Endra, R. Y., Cucus, A., Affandi, F. N., & Syahputra, M. B. (2019). Model Smart Room dengan Menggunakan Mikrokontroller Arduino untuk Efisiensi Sumber Daya. *EXPLORE - Jurnal Sistem Informasi dan Telematika*.
- ESP32-WROOM-32 Datasheet*. (2025, June). Retrieved from alldatasheet website: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/1148026/ESPRESSIF/ESP32-WROOM-32.html>
- ESPBoards Sensors KY-040*. (2025, June). Retrieved from ESPBoards: <https://www.espboards.dev/sensors/ky-040/>
- Fatah, A., Ramadhani, A. F., & Patriana, D. (2025). Perancangan Jaringan Kabel Optik pada Perangkat Tower Telkomsel di Ibu Kota Nusantara (IKN). *JTE UNIBA*, 623-630.
- Firdaus, & Ismail. (2020). Komparasi Akurasi Global Position System (GPS) Receiver U-blox Neo-6M dan U-blox Neo-M8N pada Navigasi Quadcopter. *Elektron Jurnal Ilmiah*, 12-15.
- Handson Technology*. (2025, June). Retrieved from Handson Technology dataspecs: <https://www.handsontec.com/dataspecs/module/Rotary%20Encoder.pdf>
- Hardiansah, & Suryono, S. (n.d.). *Panduan Praktis Membuat Aplikasi Android dengan Android Studio*. PT Lauwba Techno Indonesia.

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

- Iqbal, M. A., Hussain, S., Xing, H., & Imran, M. A. (2021). *Enabling the Internet of Things: Fundamentals, Design, and Applications*. John Wiley & Sons Ltd.
- Kamal, Firdayanti, Tyas, U. M., Buckhari, A. A., & Pattasang. (2023). Implementasi Aplikasi Arduino IDE pada Mata Kuliah Sistem Digital. *TEKNOS - Jurnal Pendidikan dan Teknologi*.
- Kurnianto, A., Irawan, J. D., & Ariwibisono, F. (2022). Penerapan IoT (Internet of Things) untuk Controlling Lampu Menggunakan Protokol MQTT Berbasis Web. *JATI: Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 1153-1161.
- Maysaroh, D., Hidayah, N. S., & Pramana, A. (2025). Perancangan Aplikasi Penjadwalan Pelajaran dengan Android Studio pada SMP Negeri 3 Pematangsiantar. *JRSIKOM - Jurnal Riset Sistem Informasi dan Aplikasi Komputer*, 43-51.
- Measuring Wheel Recommendation*. (2024). Retrieved from engineersupply.com: <https://www.engineersupply.com/Measuring-Wheel-Recommendation.aspx>
- Muliadi, Al Imran, & Rasul, M. (2020). Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan ESP32. *Jurnal Media Elektrik*, 73-79.
- Pribadi, A., Am., A. N., & Nurfitriani, D. (2023). Penerapan Framework Vue JS dalam Pembuatan GPS Tracking Truk Peron Kelapa Sawit Berbasis Website. *Applied Business and Engineering Conference*.
- Putra, D. E., Rosman, E., Amnur, H., Flomina, K., Hasanah, M., & Salam, R. I. (2025). *Konsep Dasar Internet of Things (IoT) dengan Mikrokontroller Esp32*. Pustaka Galeri Mandiri.
- Putri, A., & Nazhifah, S. A. (2022). Pemanfaatan Google Earth untuk Pemetaan Point of Interest dengan Menggunakan Keyhole Markup Language (Studi Kasus di Darussalam dan Lampineung Banda Aceh). *Jurnal Teknologi Informasi*, 16-21.
- Rafa, D. A., Wahyuni, E. D., & Arifiyanti, A. A. (2024). Rancang Bangun Aplikasi Donor Darah Darurat Donora Berbasis Android dengan Konsep Gamifikasi Menggunakan Kotlin. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*.
- Rajagukguk, I., Padini, D., Iqram, M., & Purba, A. Y. (2025). Perancangan Aplikasi Edukasi untuk SISwa Sekolah Dasar Menggunakan Android Studio. *JRSIKOM - Jurnal Riset Sistem Informasi dan Aplikasi Komputer*, 27-36.
- Rizaludin, D., Raharjo, Y. S., Nugroho, A., & Al-Azam, M. N. (2019). Message Queuing Telemetry Transport dalam Internet of Things Menggunakan ESP-32. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 156-166.



© 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

Sagita, M. R., Ma'arif, A., Furizal, Rekik, C., Caesarendra, W., & Majdoubi, R. (2024). Motion System of a Four-Wheeled Robot Using a PID Controller Based on MPU and Rotary Encoder Sensors. *Control Systems and Optimization Letters*, 257-265.

Saputro, H. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android pada SMK PGRI 2 Belitang Menggunakan Android Studio. *JIK: Jurnal Informatika dan Komputer*, 1-11.

Sibarani, N. S., Munawar, G., & Wisnuadhi, B. (2018). Analisis Performa Aplikasi Android pada Bahasa Pemrograman Java dan Kotlin. *IRONS: Industrial Research Workshop and National Seminar*, 319-324.

Stefano, A. (2021). Pemanfaatan Global Positioning System (GPS) Untuk Menghitung Panjang dan Luas Lahan. *Buletin LOUPE*.

Susanto, F., Prasiani, N., & Darmawan, P. (2022). Implementasi Internet of Things dalam Kehidupan Sehari-hari. *Jurnal IMAGINE*, 35-40.

U-BLOX. (2025). *NEO-M8N Datasheet*. Retrieved from alldatasheet: <https://www.alldatasheet.com/html-pdf/1242657/U-BLOX/NEO-M8N/1541/6/NEO-M8N.html>

Wadly, F., Fitriani, W., & Muslim. (2023). Perancangan Jalur FTTH (Fiber to the Home) di Desa Kota Pari Menggunakan Aplikasi SmallWord . *RESOLUSI : Rekayasa Teknik Informatika dan Informasi*, 163-169.

Wilianto, & Kurniawan, A. (2018). Sejarah, Cara Kerja dan Manfaat Internet of Things. *Matrix : Jurnal Manajemen Teknologi dan Informatika*, 36-41.

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



Muhammad Rizky Ramadhan

Lulus dari MIT Al-Hamid Cilangkap Jakarta Timur tahun 2015, MTsN 30 Jakarta Timur pada tahun 2018, dan MAN 15 Jakarta Timur tahun 2021.



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

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kode Pemrograman ESP32

```
#include <WiFi.h>
#include <WiFiManager.h>
#include <TinyGPSPlus.h>
#include <HardwareSerial.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <PubSubClient.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>

// ----- Konfigurasi OLED -----
#define SCREEN_WIDTH 128
#define SCREEN_HEIGHT 64
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, -1);

int lastDisplayEncoder = 0;
float lastDisplayDistance = 0.0;
bool lastWiFiStatus = false;

// ----- WiFi & MQTT Setup -----
const char* mqtt_server = "06812fd2b6064657a85cdda61cb681d1.s1.eu.hivemq.cloud";
const int mqtt_port = 8883;
const char* mqtt_user = "Project_GPS_Encoder";
const char* mqtt_pass = "Project1";

WiFiManager wifiManager;

WiFiClientSecure net;
PubSubClient client(net);

void setupWiFi() {
  WiFi.disconnect(true);
  delay(1000);

  wifiManager.setConfigPortalBlocking(false);
  wifiManager.setTimeout(60); // timeout AP selama 60 detik
  bool connected = wifiManager.autoConnect("ESP32-MQTT-Setup", "12345678");

  if (connected) {
    Serial.println("WiFi terhubung!");
    Serial.println(WiFi.localIP());
  } else {
```

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

```

Serial.println("Gagal terhubung, masuk mode AP");
}
}

// -----Setup CA-----
const char* root_ca = \
"-----BEGIN CERTIFICATE-----\n" \
"MIIFazCAIQAwIBAgIRAIIOz7DS0ONZRGp2CiwAwDQYJKoZIhvcNAQELBQAw\n" \
"TzELMAkGA1UEBhMCVVMxKTAnBgNVBAoTIEludGVybmV0IFN1Y3VyaXR5IFJlc2Vh\n" \
"cmNoIEYyb3VwMRUwEwYDQ0Q0EwXzU1LjE1IFJvZD3QWDEWHhCNjUwNjA0MTEwNDM4\n" \
"WhcNMzUwNjA0MTEwNDM4WjBPMQswCOYDVQQGEwJVUzEpMCCcGA1UEChMgSw50ZXJ1\n" \
"ZXQgU2VjdXJpdHkgUmVzZWYyZggR3JvdXAxFTATBgNVBAMTBDE1TUKgUm9vdCBY\n" \
"MTCCAIiIwDQYJKoZIhvcNAQEBBQADggIPADCCAgoCggIBAK3cJHP0FDfzm54rVyc\n" \
"h77ct984kIXuPOZX0Hj3dKiVvVhVjTyjb3miGbESTtrFj/RQSa78f0uoxmyF+\n" \
"OTM8ukj15Xnrs7j/EvEhmkvB10xakUbmZwPFjxwv60pIgbzH0ma71s+3mX6U\n" \
"A5/TR5d8mUgUj+g4rk8Kb4Mu0UIXjIB0ttov0DiNeNwIRt18jA8+o+u3dpjq+sW\n" \
"T8K0EUt+zwvo/7V3LvSye0rTBI1DHCNAymg4VMk7BPZ7h/ELNKjD+Jo2FR3qyH\n" \
"B5T0Y3HsLuJvW5iB4YlcMIIsd087K055tukmi8mdAQ4Q7e2RCOFvu396j3x+UC\n" \
"B5iPNgiV5+I3lg02dZ77DnKxHZu8A/IjBdiB3QW0KtZjGawBdpUKD9jf1b05HzUv\n" \
"KBs0pJbqA1kd25HN7r0nE1a0J1/ctaJxQZBKT5ZPt0m9STJEadao0xAH0ahmbWn\n" \
"OlFuhjuefXKnEgV4We0+XgVcWOPjdvB8Bi+e00cs3MFEVzG6uBQE3xDK3Szynt\n" \
"jh8BCNAw1FtxNrQHusEwMFXit4I7mKZ9YIqioymCzLq9gW000mQaHwBfEbwrbw\n" \
"jly00ao3CqI3Haadr8faqu90Y/r0PM3sgrDQoo//fb4hVC1CLQJ13hef4Y53CI\n" \
"U7m2Ys6xt0nUW7/vGT1M0NPAGMBAAGjQjBAMA4GA1UdDwEB/wQEAWIBBjAPBgNV\n" \
"HRMBAf8EBTADAQH/MB0GA1UdDgQWB5tFnme7b15AFzgAiIyBpY9umbbjANBgkq\n" \
"hkiG9w0BAQsFAAOCAgEAVR9YqbyyqFDQDLHgmkgJykngR1Xpu+ILlaS/V91ZL\n" \
"ubhzEFnTIZd+50xx+7LSYK05qAvqFyWnff0DInczuBZ6brJf+GnY+EgPbk6ZGQ\n" \
"3BebYhtf8Gav0nxvwuo77x/Py9au/3GpsML/X1+mvoiB0v/2X/qkSsisRcOj/KK\n" \
"NfTy2PwByVS5uCbMiogziUwhtDyC3+6wVwW6LLvXLTHTCvjHIInNzktHCgKQ5\n" \
"ORAZI4JMPJ+Gs1W/Hu4phowim57jattX0oJwTdwJx4nLCgdNbOhdjsnvzqvHu7Ur\n" \
"TkXWStAmzOVyyghqpZXjFaH3p03JLF+1/askA1uytd7u+hxe5AN0vdeP1NSNwdf\n" \
"jNPElpzVub0uq4JUagE10UDKH2sxHpFKVK7q4+63SM1N95R1NbdWhscdCb+ZAJzVc\n" \
"oyi3B43njTOQ5yOf+CceWxG1bQVs5ZufpsMLjg4UI0/1lvh+wjChP4kqK0J2qxq\n" \
"4RgqsahDYVvTH9w7jXbyLeiNdd8XM2w9Uet7y0Ff/9y10GE44Za4rF2LN9d11TPA\n" \
"mRGunUHBcWEvgJBQIpnJEiU0Zsnvgc/ubhPgXRR4Xq37Z0j4r7g1SgEEzwxA57d\n" \
"emyPxgcYxn/eR44/KJ4EBs+1VDR3veyJm+kXQ99f21/+jh5Xos1AnX5iItreGCC=\n" \
"-----END CERTIFICATE-----\n";

// ----- GPS Setup -----
TinyGPSPlus gps;
HardwareSerial GPSserial(2); // RX2 = GPIO16, TX2 = GPIO17

// ----- Encoder Setup -----
#define ENCODER_CLK 26
#define ENCODER_DT 25
#define ENCODER_SW 32

```

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

```
volatile int encoderPos = 0;
unsigned long lastInterruptTime = 0;

const float wheelRadius = 6.0; // cm
const float pi = 3.14159265358979323846;
const float wheelCircumference = 2 * pi * wheelRadius;
const int pulsesPerRevolution = 20;

int lastReportedPos = 0;
volatile uint8_t lastState = 0;

// ----- Interrupt for Encoder -----
void IRAM_ATTR readEncoder() {
    static unsigned long lastTime = 0;

    unsigned long currentTime = micros(); // microseconds for better debounce
    if (currentTime - lastTime < 800) return; // debounce ~0.8 ms

    uint8_t clkState = digitalRead(ENCODER_CLK);
    uint8_t dtState = digitalRead(ENCODER_DT);
    uint8_t currentState = (clkState << 1) | dtState;

    if ((lastState == 0b00 && currentState == 0b01) ||
        (lastState == 0b01 && currentState == 0b11) ||
        (lastState == 0b11 && currentState == 0b10) ||
        (lastState == 0b10 && currentState == 0b00)) {
        encoderPos++; // putar searah jarum jam
    } else if (
        (lastState == 0b00 && currentState == 0b10) ||
        (lastState == 0b10 && currentState == 0b11) ||
        (lastState == 0b11 && currentState == 0b01) ||
        (lastState == 0b01 && currentState == 0b00)) {
        encoderPos--; // putar berlawanan arah
    }

    lastState = currentState;
    lastTime = currentTime;
}

// ----- MQTT Reconnect -----
void reconnectMQTT() {
    static unsigned long lastAttempt = 0;
    static bool connecting = false;

    if (!client.connected() && millis() - lastAttempt > 5000) {
        Serial.print("Menghubungkan ke MQTT...");
        if (client.connect("ESP32Client_Skripsi", mqtt_user, mqtt_pass)) {
```

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

```

Serial.println("Terhubung ke MQTT broker!");
client.subscribe("encoder/reset");
} else {
    Serial.print("Gagal, rc=");
    Serial.print(client.state());
}
lastAttempt = millis();
}
}

//-----Callback MQTT for Reset-----
void callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length) {
    String messageTemp;
    for (int i = 0; i < length; i++) {
        messageTemp += (char)payload[i];
    }

    messageTemp.trim();

    if (String(topic) == "encoder/reset" && messageTemp == "reset") {
        noInterrupts();
        encoderPos = 0;
        lastState = (digitalRead(ENCODER_CLK) << 1) | digitalRead(ENCODER_DT); // reset
state saat ini
        interrupts();

        Serial.println(">>> Encoder reset ke 0");

        // Kirim update posisi dan jarak ke aplikasi
        client.publish("encoder/position", "0");
        client.publish("encoder/distance_cm", "0");
        client.publish("encoder/distance_m", "0");
    }
}

// ----- Update Display OLED -----
void updateOLED(int encoderPos, float jarak_m) {
    // display.clearDisplay();

    // display.setTextSize(2);
    // display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
    // display.setCursor(0, 0);
    // display.println("Aktif");

    // display.print("Pos:");
    // display.println(encoderPos);

```

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

```
// display.print("Dis:");
// display.print(jarak_m, 2);
// display.print(" m");

// display.display();

// lastDisplayEncoder = encoderPos;
// lastDisplayDistance = jarak_m;
}

// ----- Setup -----
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  Wire.begin(21, 22);
  delay(1000);

  // OLED init
  if (!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) {
    Serial.println(F("OLED tidak ditemukan"));
    //for (;;); // berhenti di sini jika OLED gagal
  } else {
    display.clearDisplay();
    display.setTextSize(3); // Ukuran font
    display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
    display.setCursor(10, 20);
    display.println("Aktif");
    display.display();
  }

  // WiFi Manager Init
  Serial.println("Mulai WiFiManager...");
  setupWiFi();

  // Set MQTT
  net.setCACert(root_ca);
  client.setServer(mqtt_server, mqtt_port);
  client.setCallback(callback);

  // GPS init
  GPSSerial.begin(9600, SERIAL_8N1, 16, 17);

  // Encoder init
  pinMode(ENCODER_CLK, INPUT_PULLUP);
  pinMode(ENCODER_DT, INPUT_PULLUP);
  pinMode(ENCODER_SW, INPUT_PULLUP);

  // Inisialisasi lastState untuk encoder
```



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

```
lastState = (digitalRead(ENCODER_CLK) << 1) | digitalRead(ENCODER_DT);

attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(ENCODER_CLK), readEncoder, CHANGE);
attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(ENCODER_DT), readEncoder, CHANGE);

Serial.println("Sistem GPS + Encoder + MQTT Siap...");
Serial.println("Memulai Pengukuran...");

client.setCallback(callback);
}

// ----- Loop -----
void loop() {
  if (WiFi.status() == WL_CONNECTED && !client.connected()) {
    reconnectMQTT(); // Aktifkan MQTT jika konek belakangan
  }
  wifiManager.process(); // Portal tetap aktif di background

  client.loop();

  // GPS update
  while (GPSSerial.available() > 0) {
    gps.encode(GPSSerial.read());
  }

  // Kirim data encoder tiap 50 ms jika berubah
  static unsigned long lastEncoderSend = 0;
  if (encoderPos != lastReportedPos && millis() - lastEncoderSend > 50) {
    lastReportedPos = encoderPos;

    //float jarak_cm = (encoderPos / (float)pulsesPerRevolution) * wheelCircumference;
    //float jarak_m = jarak_cm / 100.0;
    const float distancePerPulse_cm = 0.4739; // hasil kalibrasi dari data cekPPR

    float jarak_cm = encoderPos * distancePerPulse_cm;
    float jarak_m = jarak_cm / 100.0;

    // Serial Print
    Serial.print("Posisi Encoder: ");
    Serial.print(encoderPos);
    Serial.print(" | Jarak: ");
    Serial.print(jarak_cm);
    Serial.print(" cm");
    Serial.print(" | ");
    Serial.print(jarak_m, 2);
    Serial.println(" m");
```

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

```
// Publish ke MQTT
client.publish("encoder/position", String(encoderPos).c_str());
client.publish("encoder/distance_cm", String(jarak_cm).c_str());
client.publish("encoder/distance_m", String(jarak_m, 2).c_str());

// Update Data Encoder OLED
//static unsigned long lastOLEUpdate = 0;
//if (millis() - lastOLEUpdate > 500) {
//  //updateOLED(encoderPos, jarak_m);
//  //lastOLEUpdate = millis();
//}

lastEncoderSend = millis();
}

// Reset encoder jika tombol ditekan dengan debounce
static bool lastButtonState = HIGH;
static unsigned long lastButtonTime = 0;

bool currentButtonState = digitalRead(ENCODER_SW);
if (lastButtonState == HIGH && currentButtonState == LOW) {
  if (millis() - lastButtonTime > 300) { // debounce 300 ms
    encoderPos = 0;
    Serial.println(">>> Tombol Ditekan: Reset Jarak <<<");
    lastButtonTime = millis();
  }
}
lastButtonState = currentButtonState;

// Kirim data GPS setiap 5 detik
static unsigned long lastGPSSend = 0;
if (millis() - lastGPSSend > 5000) {
  lastGPSSend = millis();

  if (gps.location.isUpdated()) {
    if (gps.location.isValid()) {
      Serial.print("GPS: Lat ");
      Serial.print(gps.location.lat(), 6);
      Serial.print(" | Lng ");
      Serial.println(gps.location.lng(), 6);

      client.publish("gps/latitude", String(gps.location.lat(), 6).c_str());
      client.publish("gps/longitude", String(gps.location.lng(), 6).c_str());
    } else {
      Serial.println("Data GPS tidak valid.");
      client.publish("gps/status", "Invalid GPS 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

    } else {
        Serial.println("Mencari sinyal GPS...");
        client.publish("gps/status", "Mencari sinyal GPS...");
    }
}

// Update status WiFi di OLED setiap 5 detik (selalu update)
static unsigned long lastWiFiStatusUpdate = 0;
if (millis() - lastWiFiStatusUpdate > 5000) {
    bool currentWiFiStatus = WiFi.status() == WL_CONNECTED;
    //updateOLED(lastDisplayEncoder, lastDisplayDistance, currentWiFiStatus);
    lastWiFiStatus = currentWiFiStatus;
    lastWiFiStatusUpdate = millis();
}

// ---- Deteksi WiFi Putus dan Buka Ulang Portal WiFiManager ----
static unsigned long wifiDisconnectedSince = 0;
bool wifiNowConnected = WiFi.status() == WL_CONNECTED;

if (!wifiNowConnected) {
    if (wifiDisconnectedSince == 0) {
        wifiDisconnectedSince = millis(); // catat waktu pertama putus
    }

    if (millis() - wifiDisconnectedSince > 10000) {
        Serial.println("WiFi putus >10s, mulai AP mode ulang...");
        WiFi.disconnect(true);
        delay(1000);
        wifiManager.setConfigPortalBlocking(false);
        wifiManager.startConfigPortal("ESP32-MQTT-Setup", "12345678");
        wifiManager.process(); // pastikan portal tetap aktif

        //updateOLED(lastDisplayEncoder, lastDisplayDistance, false);
        lastWiFiStatus = false;

        wifiDisconnectedSince = 0;
    }
} else {
    wifiDisconnectedSince = 0;
    if (!lastWiFiStatus) {
        //updateOLED(lastDisplayEncoder, lastDisplayDistance, true);
        lastWiFiStatus = true;
    }
}
}

```

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

Lampiran 2. Kode Pemrograman Aplikasi *File MainActivity.kt*

```
package com.example.maptrack

import android.Manifest
import android.app.Activity
import android.content.Intent
import android.graphics.Bitmap
import android.graphics.drawable.BitmapDrawable
import android.graphics.drawable.Drawable
import android.net.Uri
import android.os.Bundle
import android.util.Log
import android.widget.Button
import android.widget.EditText
import android.widget.TextView
import android.widget.Toast
import androidx.annotation.RequiresPermission
import androidx.appcompat.app.AlertDialog
import androidx.appcompat.app.AppCompatActivity
import androidx.core.content.ContextCompat
import androidx.documentfile.provider.DocumentFile
import com.google.android.gms.location.FusedLocationProviderClient
import com.google.android.gms.location.LocationCallback
import com.google.android.gms.location.LocationRequest
import com.google.android.gms.location.LocationResult
import com.google.android.material.floatingactionbutton.FloatingActionButton
import org.osmdroid.config.Configuration
import org.osmdroid.events.MapEventsReceiver
import org.osmdroid.util.GeoPoint
import org.osmdroid.views.MapView
import org.osmdroid.views.overlay.MapEventsOverlay
import org.osmdroid.views.overlay.Marker
import org.osmdroid.views.overlay.Polyline
import android.graphics.Color
import java.util.zip.ZipEntry
import java.util.zip.ZipOutputStream
import javax.net.ssl.SSLSocketFactory
import android.content.ContentResolver
import android.view.View
import org.xmlpull.v1.XmlPullParser
import org.xmlpull.v1.XmlPullParserFactory
import java.io.BufferedInputStream
import java.io.ByteArrayInputStream
import java.io.InputStream
import java.util.zip.ZipInputStream
import org.osmdroid.events.MapListener
import org.osmdroid.events.ScrollEvent
import org.osmdroid.events.ZoomEvent

class MainActivity : AppCompatActivity() {

    private val TAG = "MainActivity"

    // ----- Komponen UI -----
    private lateinit var tvLatitude: TextView
    private lateinit var tvLongitude: TextView
    private lateinit var tvEncoderPos: TextView
    private lateinit var tvEncoderDistanceCm: TextView
    private lateinit var tvEncoderDistanceM: TextView
    private lateinit var btnReset: Button
    private lateinit var btnCenterGps: FloatingActionButton
    private lateinit var textStatus: TextView
    private lateinit var btnOpenKmz: FloatingActionButton
    private lateinit var btnCloseKmz: Button

    // ----- Komponen Map, Lokasi, dan Marker -----
    private lateinit var map: MapView
    private lateinit var fusedLocationClient: FusedLocationProviderClient
    private lateinit var locationCallback:
com.google.android.gms.location.LocationCallback
    private val manualMarkers = mutableListOf<Marker>()
    private val trackingPoints = mutableListOf<GeoPoint>()
```

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

```
private var currentMarker: Marker? = null
private var markerCount = 0
private var isAutoCenterEnabled = true
private val kmzMarkers = mutableListOf<Marker>() // marker dari file KMZ

val startPoint = GeoPoint(-6.200000, 106.816666)

// ----- Komponen Record & File Penyimpanan -----
private var isRecording = false
private val recordedPoints = mutableListOf<TrackPoint>()
val gpsTrackingPoints: MutableList<TrackPoint> = mutableListOf()
private var selectedFolderUri: Uri? = null
private var pendingSaveAfterFolderPick = false
private var isEditingKmz = false

// ----- Komponen MQTT -----
private lateinit var mqttHelper: MQTTHelper

companion object {
    private const val FOLDER_PICKER_REQUEST_CODE = 1001
    private const val KMZ_FILE_PICKER_REQUEST_CODE = 2001
}

private fun resizeDrawable(drawableId: Int, width: Int, height: Int):
Drawable? {
    val drawable = ContextCompat.getDrawable(this, drawableId) ?: return null
    val bitmap = (drawable as BitmapDrawable).bitmap
    val resizedBitmap = Bitmap.createScaledBitmap(bitmap, width, height,
false)
    return BitmapDrawable(resources, resizedBitmap)
}

override fun onCreate(savedInstanceState: Bundle?) {
    super.onCreate(savedInstanceState)

    // Load osmdroid config (penting untuk cache dan konfigurasi peta)
    Configuration.getInstance()
        .load(applicationContext, getSharedPreferences("osmdroid",
MODE_PRIVATE))
    setContentView(R.layout.activity_main)

    initUI()
    initMap()
    initMQTT()
    initFloatingButtons()
    initRecordingButtons()
}

// ----- Init Methods -----
// ----- Init Komponen UI -----
private fun initUI() {
    tvLatitude = findViewById(R.id.tvLatitude)
    tvLongitude = findViewById(R.id.tvLongitude)
    tvEncoderPos = findViewById(R.id.tvEncoderPos)
    tvEncoderDistanceCm = findViewById(R.id.tvEncoderDistanceCm)
    tvEncoderDistanceM = findViewById(R.id.tvEncoderDistanceM)
    btnReset = findViewById(R.id.btnReset)
    btnCenterGps = findViewById(R.id.btnCenterGps)
    textStatus = findViewById<TextView>(R.id.textStatus)
    btnOpenKmz = findViewById<FloatingActionButton>(R.id.btnOpenKmz)
    btnCloseKmz = findViewById<Button>(R.id.btnCloseKmz)

    // Set default teks saat awal
    tvLatitude.text = "Latitude: Menunggu lokasi..."
    tvLongitude.text = "Longitude: Menunggu lokasi..."
}

// ----- Init Komponen Map -----
private fun initMap() {
    fusedLocationClient =
com.google.android.gms.location.LocationServices.getFusedLocationProviderClient(this)

    map = findViewById(R.id.map)
```

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

```

map.setMultiTouchControls(true)
map.controller.setZoom(18.0)

// Set titik awal map
map.controller.setCenter(startPoint)

// Setup MapEventsOverlay untuk deteksi tap di map
val mapEventsReceiver = object : MapEventsReceiver {
    override fun singleTapConfirmedHelper(p: GeoPoint?): Boolean {
        p?.let {
            addManualMarker(it)
        }
        return true // event sudah ditangani
    }

    override fun longPressHelper(p: GeoPoint?): Boolean {
        return false // tidak perlu handle long press
    }
}

val mapEventsOverlay = MapEventsOverlay(mapEventsReceiver)
map.overlays.add(mapEventsOverlay)

// Marker posisi GPS
currentMarker = Marker(map)
currentMarker?.position = startPoint
currentMarker?.title = "Posisi"
currentMarker?.setIcon(resizeDrawable(R.drawable.navigator, 24, 24))
map.overlays.add(currentMarker)

// Reposisi Lokasi GPS
updateCurrentLocation()
// Nonaktifkan auto-center jika pengguna menggeser atau zoom map
map.setMapListener(object : MapListener {
    override fun onScroll(event: ScrollEvent?): Boolean {
        isAutoCenterEnabled = false
        return true
    }

    override fun onZoom(event: ZoomEvent?): Boolean {
        return false
    }
})

// ----- Init Komponen MQTT -----
private fun initMQTT() {
    // Load CA cert untuk SSL dari raw resource
    val caInputStream = resources.openRawResource(R.raw.isrgrootx1)
    val socketFactory: SSLSocketFactory? =
        SSLUtil.getSocketFactory(caInputStream)

    val mqttServer =
        "ssl://06812fd2b6064657a85cdda61cb681dl.s1.eu.hivemq.cloud:8883"
    val clientId = "AndroidClientGPS_${System.currentTimeMillis()}"
    val username = "Project_GPS_Encoder"
    val password = "Project1"

    mqttHelper = MQTTHelper(this, mqttServer, clientId, username, password,
        socketFactory)

    mqttHelper.onConnected = {
        runOnUiThread {
            Toast.makeText(this, "Connected to MQTT broker",
                Toast.LENGTH_SHORT).show()
            mqttHelper.subscribe("gps/latitude")
            mqttHelper.subscribe("gps/longitude")
            mqttHelper.subscribe("encoder/position")
            mqttHelper.subscribe("encoder/distance_cm")
            mqttHelper.subscribe("encoder/distance_m")
        }
    }

    var latitude = startPoint.latitude

```

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

```

var longitude = startPoint.longitude

mqttHelper.onMessageReceived = { topic, message ->
    runOnUiThread {
        when (topic) {
            "gps/latitude" -> {
                tvLatitude.text = "Latitude: $message"
                latitude = message.toDoubleOrNull() ?: latitude
            }

            "gps/longitude" -> {
                tvLongitude.text = "Longitude: $message"
                longitude = message.toDoubleOrNull() ?: longitude
            }

            "encoder/position" -> tvEncoderPos.text = "Encoder Pos:
$message"

            "encoder/distance_cm" -> tvEncoderDistanceCm.text = "Distance
(cm): $message"

            "encoder/distance_m" -> tvEncoderDistanceM.text = "Distance
(m): $message"
        }

        // Update marker posisi dan pusat peta jika GPS sudah ada
        val newPoint = GeoPoint(latitude, longitude)
        currentMarker?.position = newPoint
        currentMarker?.setAnchor (Marker.ANCHOR_CENTER,
Marker.ANCHOR_BOTTOM)
        if (isAutoCenterEnabled) {
            map.controller.setCenter(newPoint)
        }

        map.invalidate()

        if (isRecording) {
            val lastPoint = gpsTrackingPoints.lastOrNull()?.geoPoint
            val distance = if (lastPoint != null) {
                lastPoint.distanceToAsDouble(newPoint)
            } else {
                0.0
            }

            val timestamp = System.currentTimeMillis()
            val trackPoint = TrackPoint(newPoint, distance, timestamp)
            gpsTrackingPoints.add(trackPoint)

            trackingPoints.add(newPoint) // ini tetap dipakai untuk gambar
            drawPolylineOnMap()
        }
    }
}

mqttHelper.onConnectionLost = { cause ->
    runOnUiThread {
        Toast.makeText(this, "Connection lost: ${cause?.message}",
Toast.LENGTH_LONG).show()
    }
}

mqttHelper.onError = { error ->
    runOnUiThread {
        Toast.makeText(this, "Error: ${error.message}",
Toast.LENGTH_LONG).show()
        Log.e(TAG, "MQTT Error", error)
    }
}

btnReset.setOnClickListener {
    mqttHelper.publish("encoder/reset", "reset") // kirim perintah reset
    Toast.makeText(this, "Reset command sent", Toast.LENGTH_SHORT).show()

    trackingPoints.clear()
    drawPolylineOnMap()

```

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

```

    }

    mqttHelper.connect()
  }

  // ----- Init Floating Action Button -----
  private fun initFloatingButtons() {
    btnCenterGps.setOnClickListener {
      isAutoCenterEnabled = true
      updateCurrentLocation()
    }

    btnOpenKzmz.setOnClickListener {
      openKzmzFilePicker() // atau sementara pakai Toast
      // Toast.makeText(this, "Fitur buka file KMZ belum diimplementasi",
      Toast.LENGTH_SHORT).show()
    }

    btnCloseKzmz.setOnClickListener {
      // 1. Bersihkan marker dan polyline dari KMZ
      map.overlays.removeAll {
        (it is Marker && it != currentMarker) || it is Polyline
      }
      manualMarkers.clear()
      kmzMarkers.clear()
      gpsTrackingPoints.clear()
      trackingPoints.clear()

      // 2. Tambahkan kembali marker posisi GPS (agar tidak hilang)
      currentMarker?.let { map.overlays.add(it) }

      // 3. Reset posisi peta ke titik awal
      map.invalidate()

      // 4. Sembunyikan tombol ini lagi
      btnCloseKzmz.visibility = View.GONE
      isEditingKzmz = false

      // 5. Tampilkan toast sebagai feedback
      Toast.makeText(this, "Tampilan KMZ ditutup",
      Toast.LENGTH_SHORT).show()
      findViewById<Button>(R.id.btnStart).isEnabled = true
      findViewById<Button>(R.id.btnStop).isEnabled = true
      findViewById<Button>(R.id.btnChooseFolder).isEnabled = true
      findViewById<Button>(R.id.btnReset).isEnabled = true
    }
  }

  // Fungsi Membuka File KMZ (buka File KMZ)
  private fun openKzmzFilePicker() {
    val intent = Intent(Intent.ACTION_OPEN_DOCUMENT).apply {
      type = "**/*"
      addCategory(Intent.CATEGORY_OPENABLE)
      putExtra(Intent.EXTRA_MIME_TYPES, arrayOf("application/vnd.google-earth.kmz", "application/zip"))
    }
    startActivityForResult(intent, KMZ_FILE_PICKER_REQUEST_CODE)
  }

  // Menampilkan File KMZ di Aplikasi (buka file KMZ)
  private fun displayKzmzOnMap(kmzUri: Uri) {
    try {
      val inputStream = contentResolver.openInputStream(kmzUri)
      val zipInput = ZipInputStream(BufferedInputStream(inputStream))

      var entry = zipInput.nextEntry
      var kmlBytes: ByteArray? = null

      while (entry != null) {
        Log.d("KMZ", "Entry found: ${entry.name}")
        if (entry.name == "doc.kml") {
          // Simpan isi doc.kml ke ByteArray
          kmlBytes = zipInput.readBytes()
          break
        }
      }
    }
  }

```

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

```

    }
    entry = zipInput.nextEntry
  }

  zipInput.close()

  if (kmlBytes != null) {
    parseKmlAndDisplay(ByteArrayInputStream(kmlBytes),
    findViewById(R.id.btnCloseKmlz))
    Toast.makeText(this, "File KMZ berhasil dimuat",
    Toast.LENGTH_SHORT).show()
  } else {
    Toast.makeText(this, "doc.kml tidak ditemukan dalam KMZ",
    Toast.LENGTH_LONG).show()
  }

  } catch (e: Exception) {
    Toast.makeText(this, "Gagal memuat file KMZ: ${e.message}",
    Toast.LENGTH_LONG).show()
    e.printStackTrace()
  }
}

// Parsing File KMZ (buka file KMZ)
private fun parseKmlAndDisplay(input: InputStream, btnCloseKmlz: Button) {
  val factory = XmlPullParserFactory.newInstance()
  val parser = factory.newPullParser()
  parser.setFeature(XmlPullParser.FEATURE_PROCESS_NAMESPACES, true)
  parser.setInput(input, null)

  var eventType = parser.eventType
  var currentTag = ""
  var coordinatesText = ""
  var markerName = ""
  var insideCoordinates = false
  var insidePlacemark = false
  var isPoint = false
  var insideName = false
  var markerDescription = ""
  var insideDescription = false

  val polylinePoints = mutableListOf<GeoPoint>()
  val newMarkers = mutableListOf<Marker>()

  while (eventType != XmlPullParser.END_DOCUMENT) {
    when (eventType) {
      XmlPullParser.START_TAG -> {
        currentTag = parser.name.substringAfterLast(".")
        when (currentTag) {
          "Placemark" -> {
            insidePlacemark = true
            markerName = ""
            coordinatesText = ""
            isPoint = false
          }
          "Point" -> isPoint = true
          "coordinates" -> {
            insideCoordinates = true
            coordinatesText = ""
          }
          "name" -> {
            insideName = true
            markerName = ""
          }
          "description" -> {
            insideDescription = true
            markerDescription = ""
          }
        }
      }
    }
  }

  XmlPullParser.TEXT -> {
    if (insideCoordinates) {
      coordinatesText += parser.text.trim()
    }
  }
}

```

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

```

    } else if (insideName) {
        markerName = parser.text.trim()
    } else if (insideDescription) {
        markerDescription = parser.text.trim()
    }
}

XmlPullParser.END_TAG -> {
    when (parser.name.substringAfterLast(".")) {
        "coordinates" -> insideCoordinates = false
        "name" -> insideName = false
        "description" -> insideDescription = false

        "LineString" -> {
            val timestamp = System.currentTimeMillis()

            coordinatesText.split("\\s+").forEachIndexed { index, coord ->

                val parts = coord.split(",")
                if (parts.size >= 2) {
                    val lon = parts[0].toDoubleOrNull()
                    val lat = parts[1].toDoubleOrNull()
                    if (lat != null && lon != null) {
                        val geo = GeoPoint(lat, lon)
                        polylinePoints.add(geo)
                        trackingPoints.add(geo)

                        // Hitung jarak dari titik sebelumnya
                        val prev =
                            trackingPoints.getOrNull(trackingPoints.size - 2)
                        val distance = if (prev != null)
                            prev.distanceToAsDouble(geo) else 0.0
                        //recordedPoints.add(TrackPoint(geo,
                            distance, timestamp + index))
                    }
                }
            }
            Log.d("KML", "Found LineString with
                ${polylinePoints.size} points")
            coordinatesText = ""
        }

        "Placemark" -> {
            if (isPoint && coordinatesText.isNotBlank() &&
                markerName.isNotBlank()) {
                val parts = coordinatesText.split(",")
                if (parts.size >= 2) {
                    val lon = parts[0].toDoubleOrNull()
                    val lat = parts[1].toDoubleOrNull()
                    if (lat != null && lon != null) {
                        val geo = GeoPoint(lat, lon)
                        val marker = Marker(map)
                        marker.position = GeoPoint(lat, lon)
                        marker.title = markerName
                        marker.subDescription = markerDescription
                        marker.setAnchor(Marker.ANCHOR_CENTER,
                            Marker.ANCHOR_BOTTOM)
                        newMarkers.add(marker)
                    }
                }
            } else {
                Log.d("KML", "Skipped marker - name:
                    '$markerName', coordinates: '$coordinatesText'")
            }

            // Reset
            insidePlacemark = false
            markerName = ""
            coordinatesText = ""
            isPoint = false
        }
    }
}
}

```

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

```

        eventType = parser.next()
    }

    runOnUiThread {
        map.overlays.removeAll { it is Polyline || (it is Marker && it
        !=currentMarker)}

        if (polylinePoints.isNotEmpty()) {
            val polyline = Polyline()
            polyline.setPoints(polylinePoints)
            polyline.color = Color.BLUE
            polyline.width = 6f
            map.overlays.add(polyline)
        }

        newMarkers.forEach { marker ->
            marker.setOnMarkerClickListener { clickedMarker, _ ->

                val info = "Nama: ${clickedMarker.title}\nLat:
                ${clickedMarker.position.latitude}\nLng: ${clickedMarker.position.longitude}"

                AlertDialog.Builder(this)
                    .setTitle("Informasi Marker")
                    .setMessage(info)
                    .setPositiveButton("Edit") { dialog, _ ->
                        dialog.dismiss()
                        showEditMarkerDialog(clickedMarker)
                    }
                    .setNegativeButton("Hapus") { dialog, _ ->
                        dialog.dismiss()
                        AlertDialog.Builder(this)
                            .setTitle("Konfirmasi Hapus")
                            .setMessage("Hapus marker ini?")
                            .setPositiveButton("Ya") { confirmDialog, _ ->
                                map.overlays.remove(clickedMarker)
                                manualMarkers.remove(clickedMarker)
                                kmzMarkers.removeAll {
                                    it.position.latitude ==
                                    clickedMarker.position.latitude &&
                                    it.position.longitude ==
                                    clickedMarker.position.longitude
                                }
                                recordedPoints.removeAll { tp ->
                                    tp.geoPoint.distanceToAsDouble(clickedMarker.position) < 1.0
                                }
                                map.invalidate()
                                confirmDialog.dismiss()
                            }
                            .setNegativeButton("Tidak") { confirmDialog, _ ->
                                confirmDialog.dismiss()
                            }
                            .show()
                        }
                    .setNegativeButton("Tutup") { dialog, _ ->
                        dialog.dismiss()
                    }
                    .show()

                true
            }
            map.overlays.add(marker)
            Log.d("KML", "Added marker ${marker.title} at ${marker.position}")
        }

        kmzMarkers.clear()
        kmzMarkers.addAll(newMarkers)
        map.invalidate()
        btnCloseKmz.visibility = View.VISIBLE
        isRecording = false
        isEditingKmz = true
        findViewById<Button>(R.id.btnStart).isEnabled = true
        findViewById<Button>(R.id.btnStop).isEnabled = true
        findViewById<Button>(R.id.btnChooseFolder).isEnabled = false
    }

```

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

```

        findViewById<Button>(R.id.btnReset).isEnabled = true
    }

    // ----- Init Komponen RecordButton -----
    private fun initRecordingButtons() {
        // Inisialisasi tombol record
        val btnStartRecord = findViewById<Button>(R.id.btnStart)
        val btnStopRecord = findViewById<Button>(R.id.btnStop)
        val btnChooseFolder = findViewById<Button>(R.id.btnChooseFolder)

        // Event tombol mulai record
        btnStartRecord.setOnClickListener {
            if (isEditingKmz) {
                // Mode edit KMZ: lanjutkan pengukuran tanpa reset data KMZ
                isRecording = true
                textStatus.text = "Status: Mengukur (Edit KMZ)"
                Toast.makeText(this, "Mulai menambahkan polyline pada file KMZ",
                    Toast.LENGTH_SHORT).show()
            } else {
                // Mode normal: mulai pengukuran baru
                gpsTrackingPoints.clear()
                manualMarkers.clear()
                trackingPoints.clear()
                map.overlays.removeAll {(it is Marker && it != currentMarker) ||
                    it is Polyline}
                map.invalidate()

                isRecording = true
                textStatus.text = "Status: Mengukur..."
                Toast.makeText(this, "Mulai merekam data...",
                    Toast.LENGTH_SHORT).show()
            }
        }

        // Event tombol berhenti record
        btnStopRecord.setOnClickListener {
            isRecording = false
            textStatus.text = "Silahkan eksport untuk simpan file"
            Toast.makeText(this, "Rekam selesai. Siap export file.",
                Toast.LENGTH_SHORT).show()

            if (selectedFolderUri == null) {
                pendingSaveAfterFolderPick = true // tandai kalau kita harus
                simpan nanti
                openFolderPicker()
            } else {
                val allMarkers = kmzMarkers + manualMarkers
                saveToKMZ(gpsTrackingPoints, allMarkers) {
                    textStatus.text = "idle"
                }
            }
        }

        // Event Tombol Pilih File
        btnChooseFolder.setOnClickListener {
            if (recordedPoints.isEmpty()) {
                Toast.makeText(this, "Belum ada data untuk disimpan.",
                    Toast.LENGTH_SHORT).show()
                return@setOnClickListener
            }
            openFolderPicker()
        }

        // ----- Init Komponen Map & Lokasi -----
        private fun updateCurrentLocation() {
            if (checkSelfPermission(android.Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION)
                == android.content.pm.PackageManager.PERMISSION_GRANTED) {
                fusedLocationClient.lastLocation.addOnSuccessListener { location ->
                    if (location != null) {
                        // GeoPoint dengan latitude dan longitude
                        val geoPoint = GeoPoint(location.latitude, location.longitude)
                    }
                }
            }
        }
    }

```

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

```
// Update posisi marker GPS
currentMarker?.position = geoPoint
currentMarker?.setAnchor(Marker.ANCHOR_CENTER,
Marker.ANCHOR_BOTTOM)

// Gerakkan peta ke posisi saat ini dan zoom in
map.controller.animateTo(geoPoint)
map.controller.setZoom(18.0)
map.invalidate()
} else {
    Toast.makeText(this, "Menunggu lokasi...",
Toast.LENGTH_SHORT).show()
    requestLocationUpdates()
}
}
} else {
    // Minta permission jika belum diberikan
requestPermissions(arrayOf(android.Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION), 1)
}

@RequiresPermission(allOf = [Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION,
Manifest.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION])
private fun requestLocationUpdates() {
    val locationRequest = LocationRequest.create().apply {
        interval = 2000
        fastestInterval = 1000
        priority = LocationRequest.PRIORITY_HIGH_ACCURACY
        maxWaitTime = 5000
        numUpdates = 1 // ambil hanya 1 update
    }

    locationCallback = object : LocationCallback() {
        override fun onLocationResult(result: LocationResult) {
            val location = result.lastLocation
            if (location != null) {
                val geoPoint = GeoPoint(location.latitude, location.longitude)
                currentMarker?.position = geoPoint
                currentMarker?.setAnchor(Marker.ANCHOR_CENTER,
Marker.ANCHOR_BOTTOM)
                map.controller.animateTo(geoPoint)
                map.controller.setZoom(18.0)
                map.invalidate()
            } else {
                Toast.makeText(this@MainActivity, "Lokasi tetap tidak
tersedia", Toast.LENGTH_SHORT).show()
            }
            fusedLocationClient.removeLocationUpdates(locationCallback) //
hentikan update setelah dapat lokasi
        }
    }

    fusedLocationClient.requestLocationUpdates(locationRequest,
locationCallback, mainLooper)
}

// Event Penambahan Marker Manual
private fun addManualMarker(geoPoint: GeoPoint) {

    if (!isRecording) {
        Toast.makeText(this, "Marker ditambahkan. Pengukuran belum
diaktifkan.", Toast.LENGTH_SHORT).show()
    }

    markerCount++
    val markerName = "Marker $markerCount"

    val marker = Marker(map)
    marker.position = geoPoint
    marker.title = markerName
    marker.setAnchor(Marker.ANCHOR_CENTER, Marker.ANCHOR_BOTTOM)

    marker.setOnMarkerClickListener { clickedMarker, mapView ->
```

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

```

        val info = "Nama: ${clickedMarker.title}\nLat:
        ${clickedMarker.position.latitude}\nLng: ${clickedMarker.position.longitude}"

        AlertDialog.Builder(this)
            .setTitle("Informasi Marker")
            .setMessage(info)
            .setPositiveButton("Edit") { dialog, which ->
                dialog.dismiss()
                showEditMarkerDialog(clickedMarker)
            }
            .setNeutralButton("Hapus") { dialog, which ->
                dialog.dismiss()
                AlertDialog.Builder(this)
                    .setTitle("Konfirmasi Hapus")
                    .setMessage("Hapus marker ini?")
                    .setPositiveButton("Ya") { alertDialog, _ ->
                        map.overlays.remove(clickedMarker)
                        manualMarkers.remove(clickedMarker)
                        map.invalidate()
                        alertDialog.dismiss()
                    }
                    .setNegativeButton("Tidak") { alertDialog, _ ->
                        alertDialog.dismiss()
                    }
                    .show()
            }
            .setNegativeButton("Tutup") { dialog, which ->
                dialog.dismiss()
            }
            .show()

        true // event sudah ditangani
    }
    map.overlays.add(marker)
    manualMarkers.add(marker)
    map.invalidate() // refresh map supaya marker tampil
}

// Event Edit Marker
private fun showEditMarkerDialog(marker: Marker) {
    val builder = AlertDialog.Builder(this)
    builder.setTitle("Edit Nama Marker")

    val input = EditText(this)
    input.setText(marker.title ?: "Marker")
    input.selectAllOnFocus(true)

    builder.setView(input)

    builder.setPositiveButton("Simpan") { dialog, _ ->
        val newName = input.text.toString().trim()
        if (newName.isNotEmpty()) {
            marker.title = newName
            Toast.makeText(this, "Nama marker diubah jadi \"$newName\"",
                Toast.LENGTH_SHORT).show()
        } else {
            Toast.makeText(this, "Nama tidak boleh kosong",
                Toast.LENGTH_SHORT).show()
        }
        map.invalidate()
        dialog.dismiss()
    }

    builder.setNeutralButton("Hapus") { dialog, _ ->
        map.overlays.remove(marker)
        manualMarkers.remove(marker)
        kmzMarkers.removeAll {
            it.position.latitude == marker.position.latitude &&
            it.position.longitude == marker.position.longitude
        }

        recordedPoints.removeAll { tp ->
            tp.geoPoint.distanceToAsDouble(marker.position) < 1.0
        }
    }
}

```

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

```

    }

    map.invalidate()
    dialog.dismiss()
  }

  builder.setNegativeButton("Batal") { dialog, _ ->
    dialog.cancel()
  }

  builder.show()
}

// Event Menampilkan Polyline di Map Aplikasi
private fun drawPolylineOnMap() {
  map.overlays.removeAll { it is Polyline }

  val polyline = Polyline()
  polyline.setPoints(trackingPoints)
  polyline.color = Color.BLUE
  polyline.width = 6f

  map.overlays.add(polyline)
  map.invalidate()
}

// Event Menyimpan File ke Format KMZ
fun saveToKMZ(points: List<TrackPoint>, manualMarkers: List<Marker>, function:
() -> Unit) {
  if (selectedFolderUri == null) {
    Toast.makeText(this, "Pilih folder dulu sebelum menyimpan file",
      Toast.LENGTH_SHORT).show()
    return
  }

  val kmlBuilder = StringBuilder()
  kmlBuilder.append("<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>")
  kmlBuilder.append("<?xml xmlns='http://www.opengis.net/kml/2.2'>")
  kmlBuilder.append("<Document>")
  kmlBuilder.append("<name>Jalur Rekaman</name>")
  kmlBuilder.append("<Style id='lineStyle'>")
  kmlBuilder.append("<LineStyle>")
  kmlBuilder.append("<color>ff0000ff</color>")
  kmlBuilder.append("<width>4</width>")
  kmlBuilder.append("</LineStyle>")
  kmlBuilder.append("</Style>")
  kmlBuilder.append("<Placemark>")
  kmlBuilder.append("<name>Jalur</name>")
  kmlBuilder.append("<styleUrl>#lineStyle</styleUrl>")
  kmlBuilder.append("<LineString>")
  kmlBuilder.append("<coordinates>")
  kmlBuilder.append("\n").trimIndent()

  // ↓ Titik-titik jalur rekaman
  for (p in trackingPoints) {
    kmlBuilder.append("${p.longitude}, ${p.latitude}, 0\n")
  }

  // ↓ Tutup LineString
  kmlBuilder.append("\n")
  kmlBuilder.append("</coordinates>")
  kmlBuilder.append("</LineString>")
  kmlBuilder.append("</Placemark>")
  kmlBuilder.append("\n").trimIndent()

  // ↓ Tambahkan manual markers
  for ((index, marker) in manualMarkers.withIndex()) {
    val lat = marker.position.latitude
    val lng = marker.position.longitude
    val name = marker.title ?: "Marker"

    // Cari posisi marker dalam recordedPoints

```

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

```

        val closestTrack = points.minByOrNull {
            it.geoPoint.distanceToAsDouble(marker.position) }

        var distanceFromStart = 0.0
        var distanceFromPrevious = 0.0

        if (closestTrack != null) {
            val idx = points.indexOf(closestTrack)

            // Hitung total dari awal ke titik ini
            for (i in 0..idx) {
                distanceFromStart += points[i].distance
            }

            // Jarak dari titik sebelumnya
            if (idx > 0) {
                distanceFromPrevious = points[idx].distance
            }

            val description = """
            Koordinat: $lat, $lng
            Jarak dari titik sebelumnya: ${"%2f".format(distanceFromPrevious)} m
            Total jarak dari titik awal: ${"%2f".format(distanceFromStart)} m
            """.trimIndent()

            kmlBuilder.append("""
            <Placemark>
            <name>${name}</name>
            <description>${description}</description>
            <Point>
            <coordinates>$lng,$lat,0</coordinates>
            </Point>
            </Placemark>
            """.trimIndent())
        }

        // ↓ Tutup dokumen dan kml
        kmlBuilder.append("""
        </Document>
        </kml>
        """.trimIndent())

        val kmlData = kmlBuilder.toString()

        val pickedDir = DocumentFile.fromTreeUri(this, selectedFolderUri!!)
        val kmzFile = pickedDir?.createFile("application/zip",
            "recorded_path.kmz")
        if (kmzFile == null) {
            Toast.makeText(this, "Gagal membuat file di folder yang dipilih",
                Toast.LENGTH_SHORT).show()
            return
        }

        try {
            contentResolver.openOutputStream(kmzFile.uri)?.use { outputStream ->
                ZipOutputStream(outputStream).use { zip ->
                    zip.putNextEntry(ZipEntry("doc.kml"))
                    zip.write(kmlData.toByteArray())
                    zip.closeEntry()
                }
            }
            Toast.makeText(this, "File KMZ berhasil disimpan di folder yang
            dipilih", Toast.LENGTH_LONG).show()
            function()
        } catch (e: Exception) {
            Toast.makeText(this, "Error saat menyimpan file: ${e.message}",
                Toast.LENGTH_LONG).show()
            e.printStackTrace()
        }
    }

    // Event Memilih Folder untuk menyimpan file
    fun openFolderPicker() {

```

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

```

val intent = Intent(Intent.ACTION_OPEN_DOCUMENT_TREE).apply {
    addFlags(
        Intent.FLAG_GRANT_READ_URI_PERMISSION or
        Intent.FLAG_GRANT_WRITE_URI_PERMISSION or
        Intent.FLAG_GRANT_PERSISTABLE_URI_PERMISSION or
        Intent.FLAG_GRANT_PREFIX_URI_PERMISSION
    )
}
startActivityForResult(intent, FOLDER_PICKER_REQUEST_CODE)
}

override fun onActivityResult(requestCode: Int, resultCode: Int, data:
Intent?) {
    super.onActivityResult(requestCode, resultCode, data)

    if (requestCode == FOLDER_PICKER_REQUEST_CODE && resultCode ==
Activity.RESULT_OK) {
        selectedFolderUri = data?.data

        selectedFolderUri?.let {
            contentResolver.takePersistableUriPermission(
                it,
                Intent.FLAG_GRANT_READ_URI_PERMISSION or
                Intent.FLAG_GRANT_WRITE_URI_PERMISSION
            )
        }

        Toast.makeText(this, "Folder berhasil dipilih",
Toast.LENGTH_SHORT).show()

        // Jika sebelumnya kita sedang menunggu untuk simpan
        val allMarkers = kmzMarkers + manualMarkers
        if (pendingSaveAfterFolderPick) {
            saveToKMZ(recordedPoints, allMarkers) {
                textStatus.text = "idle"
            }
            pendingSaveAfterFolderPick = false
        }
    }

    // Open File KMZ
    else if (requestCode == KMZ_FILE_PICKER_REQUEST_CODE && resultCode ==
Activity.RESULT_OK) {
        data?.data?.let { uri ->
            displayKmqOnMap(uri)
        }
    }

    override fun onDestroy() {
        super.onDestroy()
        mqttHelper.disconnect()
    }
}

```

Lampiran 3. Kode Pemrograman Aplikasi File MQTTHelper.kt

```

package com.example.maptrack

import android.content.Context
import android.util.Log
import org.eclipse.paho.client.mqttv3.*
import org.eclipse.paho.client.mqttv3.persist.MemoryPersistence
import javax.net.ssl.SSLSocketFactory

class MQTTHelper(
    private val context: Context,
    private val serverUri: String,
    private val clientId: String,
    private val username: String,
    private val password: String,
    private val socketFactory: SSLSocketFactory? = null

```

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

```

) {

    private val TAG = "MQTTHelper"
    private var mqttClient: MqttAsyncClient = MqttAsyncClient(serverUri, clientId,
MemoryPersistence())
    private var isConnected = false

    var onMessageReceived: ((topic: String, message: String) -> Unit)? = null
    var onConnected: (() -> Unit)? = null
    var onConnectionLost: ((cause: Throwable?) -> Unit)? = null
    var onError: ((Throwable) -> Unit)? = null

    fun connect() {
        try {
            val options = MqttConnectOptions().apply {
                isCleanSession = true
                userName = username
                password = this@MQTTHelper.password.toCharArray()
                socketFactory?.let { this.socketFactory = it }
                connectionTimeout = 10
                keepAliveInterval = 60
                isAutomaticReconnect = true
            }

            mqttClient.setCallback(object : MqttCallback {
                override fun messageArrived(topic: String?, message: MqttMessage?) {
                    {
                        if (topic != null && message != null) {
                            val msg = String(message.payload)
                            Log.d(TAG, "Message Arrived - Topic: $topic, Message:
$msg")

                            onMessageReceived?.invoke(topic, msg)
                        }
                    }

                    override fun connectionLost(cause: Throwable?) {
                        Log.w(TAG, "Connection lost: ${cause?.message}")
                        isConnected = false
                        onConnectionLost?.invoke(cause)
                    }

                    override fun deliveryComplete(token: IMqttDeliveryToken?) {
                        Log.d(TAG, "Delivery complete")
                    }
                })

            mqttClient.connect(options, null, object : IMqttActionListener {
                override fun onSuccess(asyncActionToken: IMqttToken?) {
                    Log.i(TAG, "Connected to MQTT broker")
                    isConnected = true
                    onConnected?.invoke()
                }

                override fun onFailure(asyncActionToken: IMqttToken?, exception:
Throwable?) {
                    Log.e(TAG, "Failed to connect to MQTT broker:
${exception?.message}")
                    isConnected = false
                    exception?.let { onError?.invoke(it) }
                }
            })
        } catch (e: MqttException) {
            Log.e(TAG, "MQTT Exception: ${e.message}")
            onError?.invoke(e)
        }
    }

    fun subscribe(topic: String, qos: Int = 1) {
        if (!isConnected) {
            Log.w(TAG, "Can't subscribe, MQTT not connected")
            return
        }
        try {
            mqttClient.subscribe(topic, qos, null, object : IMqttActionListener {

```

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

```

override fun onSuccess(asyncActionToken: IMqttToken?) {
    Log.i(TAG, "Subscribed to $topic")
}

override fun onFailure(asyncActionToken: IMqttToken?, exception:
Throwable?) {
    Log.e(TAG, "Failed to subscribe to $topic:
${exception?.message}")
    exception?.let { onError?.invoke(it) }
}

}

} catch (e: MqttException) {
    Log.e(TAG, "Subscribe Exception: ${e.message}")
    onError?.invoke(e)
}

}

fun publish(topic: String, payload: String, qos: Int = 1, retained: Boolean =
false) {
    if (!isConnected) {
        Log.w(TAG, "Can't publish, MQTT not connected")
        return
    }
    try {
        val message = MqttMessage(payload.toByteArray()).apply {
            this.qos = qos
            isRetained = retained
        }
        mqttClient.publish(topic, message)
        Log.d(TAG, "Published message to $topic")
    } catch (e: MqttException) {
        Log.e(TAG, "Publish Exception: ${e.message}")
        onError?.invoke(e)
    }
}

fun disconnect() {
    try {
        mqttClient.disconnect()
        isConnected = false
        Log.i(TAG, "Disconnected from MQTT broker")
    } catch (e: MqttException) {
        Log.e(TAG, "Disconnect Exception: ${e.message}")
        onError?.invoke(e)
    }
}

}

```

Lampiran 4. Kode Pemrograman Aplikasi *File SSLUtil.kt*

```

package com.example.maptrack

import javax.net.ssl.SSLSocketFactory
import javax.net.ssl.TrustManagerFactory
import javax.net.ssl.SSLContext
import java.security.KeyStore
import java.io.InputStream

object SSLUtil {
    fun getSocketFactory(caInputStream: InputStream): SSLSocketFactory? {
        return try {
            val cf = java.security.cert.CertificateFactory.getInstance("X.509")
            val caCert = caInputStream.use { cf.generateCertificate(it) }

            val keyStoreType = KeyStore.getDefaultType()
            val keyStore = KeyStore.getInstance(keyStoreType).apply {
                load(null, null)
                setCertificateEntry("caCert", caCert)
            }

            val tmfAlgorithm = TrustManagerFactory.getDefaultAlgorithm()
            val tmf = TrustManagerFactory.getInstance(tmfAlgorithm).apply {

```

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

```

        init(keyStore)
    }

    val sslContext = SSLContext.getInstance("TLSv1.2")
    sslContext.init(null, tmf.trustManagers, null)

    sslContext.socketFactory
  } catch (e: Exception) {
    e.printStackTrace()
    null
  }
}

```

Lampiran 5. Kode Pemrograman Aplikasi *File trackpoint.kt*

```

package com.example.maptrack

import org.osmdroid.util.GeoPoint

data class TrackPoint(
    val geoPoint: GeoPoint,
    val distance: Double,
    val timestamp: Long
)

```

Lampiran 6. Kode Pemrograman Aplikasi *File activity_main.xml*

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<FrameLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent"
    xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto">

    <!-- Peta -->
    <org.osmdroid.views.MapView
        android:id="@+id/map"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="match_parent" />

    <!-- Informasi Lokasi dan Pengukuran -->
    <LinearLayout
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:orientation="vertical"
        android:padding="12dp"
        android:layout_gravity="top"
        android:layout_margin="12dp"
        android:background="@drawable/bg_info_box"
        android:elevation="8dp">

        <TextView
            android:id="@+id/tvLatitude"
            android:text="Latitude: -"
            android:layout_width="wrap_content"
            android:layout_height="wrap_content"
            android:textSize="14sp"
            android:textColor="#444444" />

        <TextView
            android:id="@+id/tvLongitude"
            android:text="Longitude: -"
            android:layout_width="wrap_content"
            android:layout_height="wrap_content"
            android:textSize="14sp"
            android:textColor="#444444" />

        <TextView
            android:id="@+id/tvEncoderPos"
            android:text="Encoder Pos: -"
            android:layout_width="wrap_content"

```

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

```

        android:layout_height="wrap_content"
        android:textSize="14sp"
        android:textColor="#444444" />

<TextView
    android:id="@+id/tvEncoderDistanceCm"
    android:text="Distance (cm): -"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:textSize="14sp"
    android:textColor="#444444" />

<TextView
    android:id="@+id/tvEncoderDistanceM"
    android:text="Distance (m): -"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:textSize="14sp"
    android:textColor="#444444" />
</LinearLayout>

<!-- Tombol GPS -->
<com.google.android.material.floatingactionbutton.FloatingActionButton
    android:id="@+id/btnCenterGps"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_gravity="bottom|end"
    android:layout_margin="12dp"
    android:src="@drawable/compass"
    app:maxImageSize="36dp"
    app:fabSize="mini"
    app:backgroundTint="#2196F3"
    android:contentDescription="Pusatkan ke GPS" />

<!-- Tombol Buka File KMZ -->
<com.google.android.material.floatingactionbutton.FloatingActionButton
    android:id="@+id/btnOpenKzm"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_gravity="bottom|start"
    android:layout_margin="12dp"
    android:src="@drawable/open"
    app:maxImageSize="36dp"
    app:fabSize="mini"
    app:backgroundTint="@android:color/transparent"
    android:contentDescription="Buka File KMZ" />

<Button
    android:id="@+id/btnCloseKzm"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:text="Tutup KMZ"
    android:layout_gravity="bottom|start"
    android:layout_marginStart="12dp"
    android:layout_marginBottom="84dp"
    android:backgroundTint="#FFC107"
    android:textColor="#000000"
    android:elevation="6dp"
    android:visibility="gone" />

<!-- Kontrol Panel -->
<LinearLayout
    android:id="@+id/layoutControls"
    android:orientation="vertical"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_gravity="bottom|center"
    android:padding="4dp"
    android:background="@drawable/bg_controls_panel"
    android:elevation="4dp"
    android:gravity="center_horizontal">

<!-- Tombol Export -->
<Button

```

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

```

        android:id="@+id/btnChooseFolder"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="52dp"
        android:text="Export to Folder"
        android:textColor="#333333"
        android:paddingHorizontal="6dp"
        android:layout_marginBottom="6dp"
        android:backgroundTint="#E3F2FD" />

<!-- Tombol Kontrol -->
<LinearLayout
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:orientation="horizontal"
    android:gravity="center">

    <Button
        android:id="@+id/btnStart"
        android:layout_width="48dp"
        android:layout_height="48dp"
        android:text="▶"
        android:textColor="#FFFFFF"
        android:textSize="22sp"
        android:backgroundTint="#4CAF50"
        android:layout_marginEnd="8dp"
        android:background="@drawable/rounded_button"
        android:minWidth="0dp"
        android:minHeight="0dp"
        android:padding="0dp"
        android:includeFontPadding="false" />

    <Button
        android:id="@+id/btnStop"
        android:layout_width="48dp"
        android:layout_height="48dp"
        android:text="||"
        android:textColor="#FFFFFF"
        android:textSize="22sp"
        android:backgroundTint="#E57373"
        android:layout_marginEnd="8dp"
        android:background="@drawable/rounded_button"
        android:minWidth="0dp"
        android:minHeight="0dp"
        android:padding="0dp"
        android:includeFontPadding="false" />

    <Button
        android:id="@+id/btnReset"
        android:layout_width="48dp"
        android:layout_height="48dp"
        android:text="⌂"
        android:textColor="#333333"
        android:textSize="22sp"
        android:backgroundTint="#BDBDBD"
        android:background="@drawable/rounded_button"
        android:minWidth="0dp"
        android:minHeight="0dp"
        android:padding="0dp"
        android:includeFontPadding="false" />

</LinearLayout>

<!-- Status -->
<TextView
    android:id="@+id/textStatus"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:text="Status: idle"
    android:textSize="11sp"
    android:paddingTop="4dp"
    android:textColor="#666666" />

</LinearLayout>
</FrameLayout>

```

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 7. Hasil Rancangan Alat dan Aplikasi

