

LAPORAN TUGAS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Optimalisasi Operasi dan Monitoring Pengantaran PT. Pos Indonesia Melalui
Implementasi Sistem Informasi Geografis (SIG) Berbasis Web



Disusun Oleh:

1. Adi Nugroho (714252026)
2. Ari Hadiyono (714252012)
3. Aulia Rahman (714252027)
4. Syarif Mahfud (714252025)
5. Tri Windyartono (714252003)

Program Studi D4 Teknik Informatika

Universitas Logistik & Bisnis Internasional (ULBI)

2026

DAFTAR ISI

BAB I	3
PENDAHULUAN	3
1.1 Latar Belakang	3
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Proyek	4
BAB II	5
LANDASAN TEORI DAN TEKNOLOGI	5
2.1 Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam Logistik	5
2.2 Basis Data Spasial: PostgreSQL dan PostGIS	6
2.3 Framework Streamlit dan Visualisasi Leaflet	6
2.4 Arsitektur Cloud: Neon.tech	6
BAB III	6
METODOLOGI DAN ANALISIS SISTEM	6
3.1 Metodologi Pengembangan	6
3.2 Analisis Kebutuhan Sistem	7
3.2.1 Kebutuhan Fungsional	7
3.2.2 Kebutuhan Non-Fungsional	7
3.3 Desain Basis Data dan Relasi (ERD)	7
3.4 Analisis Alur Kerja Sistem (System Workflow)	8
3.5 Logika Analisis Spasial	8
BAB IV	8
HASIL DAN PEMBAHASAN	8
4.1 Implementasi Antarmuka Dashboard	8
4.2 Hasil Visualisasi Wilayah Antaran (Zona Spasial)	9
4.3 Hasil Pelacakan dan Riwayat Antaran	11
4.4 Analisis Efektivitas dan Performa	12
4.5 Pembahasan Manfaat bagi Manajemen	13
BAB V	14
PENUTUP	14
5.1 Kesimpulan	14
5.2 Saran	14

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Pos Indonesia (PosIND) merupakan entitas penyelenggara layanan logistik dan kurir dengan jangkauan terluas di Indonesia, yang beroperasi hingga ke pelosok nusantara. Sebagai pilar utama distribusi logistik nasional, PosIND menghadapi volume kiriman yang sangat dinamis setiap harinya. Di tengah persaingan industri jasa kurir yang semakin kompetitif, ketepatan waktu dan efisiensi operasional menjadi kunci utama dalam menjaga kepercayaan pelanggan.

Namun, dalam praktiknya, pengelolaan operasional di lapangan masih menghadapi kendala teknis yang signifikan. Saat ini, sistem pemantauan yang digunakan masih sangat bergantung pada data teksual dan tabular. Analisis kinerja pengantaran, seperti identifikasi area kegagalan atau pemetaan produktivitas kurir, masih dilakukan secara manual. Hal ini mengakibatkan data lokasi yang sebenarnya sangat krusial dalam logistik hanya terkumpul sebagai tumpukan teks tanpa makna spasial yang jelas.

Oleh karena itu, diperlukan transformasi dari sistem monitoring berbasis tabel menuju sistem berbasis spasial menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Dengan memanfaatkan SIG, setiap pergerakan kurir dan status kiriman dapat divisualisasikan langsung di atas peta, memungkinkan integrasi antara data operasional dengan konteks geografis yang nyata.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan kondisi yang ada, permasalahan utama yang diidentifikasi dalam operasional pengantaran PosIND adalah sebagai berikut:

- **Ketidakseimbangan Beban Kerja:** Sulitnya membagi zona antaran secara adil dan efisien tanpa adanya visualisasi batas wilayah yang jelas bagi setiap kurir.
- **Lemahnya Monitoring Real-Time:** Manajemen mengalami kesulitan dalam melacak posisi aktual dan progres pengantaran petugas secara langsung di lapangan.
- **Analisis Data Non-Spasial:** Proses evaluasi kegagalan antaran masih berbasis angka dan tabel, sehingga pola spasial (seperti area spesifik yang sering mengalami kendala) sulit untuk diidentifikasi dengan cepat.
- **Hambatan Pengambilan Keputusan:** Manajemen di tingkat *Delivery Center* (DC) maupun Kantor Cabang (KC/KCU) terhambat dalam mengambil langkah korektif yang cepat karena kurangnya dashboard visualisasi yang interaktif.

1.3 Tujuan Proyek

Proyek ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan di atas melalui pendekatan teknologi geospasial dengan sasaran utama:

- **Perancangan Geodatabase:** Membangun basis data spasial (Geodatabase) yang mampu menyimpan data koordinat (point) dan wilayah (polygon) secara terintegrasi untuk kebutuhan operasional antaran.
- **Pengembangan Dashboard WebGIS:** Menciptakan antarmuka dashboard interaktif berbasis web menggunakan *stack* Python, Streamlit, dan Leaflet untuk visualisasi rute serta status kiriman secara *real-time*.
- **Implementasi Analisis Spasial:** Menyediakan modul analisis untuk menghitung metrik performa kurir, seperti rasio keberhasilan per zona, estimasi jarak tempuh, dan efektivitas waktu pengantaran.
- **Optimalisasi Pengambilan Keputusan:** Memberikan alat bantu visual bagi manajer operasional untuk mengidentifikasi *hotspot* kegagalan antaran dan melakukan penyesuaian strategi rute berdasarkan data geografis.

BAB II

LANDASAN TEORI DAN TEKNOLOGI

2.1 Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam Logistik

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan, memanipulasi, dan menganalisis informasi yang memiliki referensi geografis. Dalam industri logistik, SIG berperan krusial untuk mengubah data operasional yang bersifat tabular menjadi representasi visual yang bermakna. Visualisasi spasial memungkinkan pihak manajemen untuk melihat pola distribusi kiriman, mengidentifikasi hambatan di wilayah tertentu, dan melakukan optimalisasi rute secara dinamis.

2.2 Basis Data Spasial: PostgreSQL dan PostGIS

Basis data spasial merupakan inti dari sistem ini. PostgreSQL digunakan sebagai sistem manajemen basis data relasional (*RDBMS*), sementara **PostGIS** adalah ekstensi yang memungkinkan PostgreSQL menyimpan dan melakukan kueri pada objek geografis.

- **Tipe Data Geometri:** Sistem ini menggunakan tipe data GEOMETRY untuk menyimpan objek seperti lokasi kantor (*Point*) dan wilayah zona antaran (*Polygon*).
- **SRID 4326:** Seluruh data koordinat disimpan menggunakan sistem referensi spasial **WGS 84 (SRID 4326)**, yang merupakan standar global untuk sistem GPS.
- **Indeks GIST (Generalized Search Tree):** Untuk mempercepat kueri spasial pada jutaan titik antaran, sistem menerapkan indeks **GIST** pada kolom geom. Indeks ini sangat penting untuk memastikan dashboard tetap responsif saat melakukan filter data berdasarkan wilayah atau waktu.

2.3 Framework Streamlit dan Visualisasi Leaflet

Pengembangan antarmuka dashboard menggunakan **Streamlit**, sebuah framework berbasis Python yang dirancang untuk membangun aplikasi data secara cepat.

- **Interaktivitas:** Streamlit mengelola *session state* untuk proses login dan pemilihan filter data oleh pengguna.
- **Leaflet & Folium:** Untuk merender peta interaktif, sistem menggunakan *library* Leaflet melalui integrasi Folium. Leaflet memungkinkan penambahan *layer* seperti:
 - *GeoJSON* untuk merepresentasikan batas wilayah zona.
 - *Markers* dengan ikon dinamis untuk status kiriman (Delivered/Failed).
 - *AntPath* untuk memberikan efek animasi aliran rute pada peta.

2.4 Arsitektur Cloud: Neon.tech

Implementasi basis data dilakukan pada platform **Neon.tech**, yang merupakan layanan PostgreSQL berbasis *serverless*. Teknologi ini dipilih karena mendukung skalabilitas otomatis dan integrasi yang mudah dengan aplikasi Python melalui koneksi SQLAlchemy.

BAB III

METODOLOGI DAN ANALISIS SISTEM

3.1 Metodologi Pengembangan

Pengembangan sistem SIG-DOM (Sistem Informasi Geografis - Delivery Operation Monitoring) ini dilakukan dengan pendekatan sistematis yang mencakup tahapan sebagai berikut:

1. **Identifikasi Masalah:** Menganalisis kendala operasional di lapangan, khususnya terkait monitoring pengantaran yang masih bersifat non-spasial.
2. **Perancangan Geodatabase:** Mendefinisikan struktur tabel yang mampu menangani data relasional dan data spasial menggunakan PostGIS.
3. **Pengembangan Dashboard (Coding):** Membangun antarmuka menggunakan Python dan Streamlit serta mengintegrasikan peta interaktif Leaflet.
4. **Integrasi dan Pengujian:** Menghubungkan aplikasi dengan database *cloud* di Neon.tech dan melakukan validasi fungsi analisis jarak serta rute.

3.2 Analisis Kebutuhan Sistem

3.2.1 Kebutuhan Fungsional

- **Sistem Autentikasi:** Dashboard harus dapat memvalidasi pengguna berdasarkan data yang tersimpan di tabel users_dc sebelum memberikan akses penuh.
- **Visualisasi Zona:** Sistem mampu merender data poligon dari tabel zona_antaran ke dalam peta digital secara dinamis.
- **Pelacakan Rute:** Sistem harus bisa menarik data koordinat dari tabel titikan_antaran dan menghubungkannya menjadi garis rute perjalanan (*AntPath*) berdasarkan urutan waktu.
- **Perhitungan Metrik:** Sistem secara otomatis menghitung durasi operasi, estimasi jarak tempuh, dan efektivitas rata-rata waktu per titik antaran.

3.2.2 Kebutuhan Non-Fungsional

- **Performa Spasial:** Penggunaan indeks **GIST** pada kolom geom untuk memastikan pengambilan data lokasi berlangsung secara cepat meskipun data berjumlah besar.
- **Aksesibilitas:** Aplikasi dibangun berbasis Web (Streamlit) agar dapat diakses oleh manajemen kapan saja melalui peramban tanpa instalasi perangkat lunak khusus.

3.3 Desain Basis Data dan Relasi (ERD)

Sistem ini didasarkan pada skema relasi yang kuat untuk memastikan integritas data logistik.

- **Relasi Kantor dan Petugas:** Tabel delivery_centers berhubungan satu-ke-banyak (*one-to-many*) dengan tabel petugas_antaran melalui kunci tamu id_kantor.
- **Relasi Penugasan Zona:** Tabel mapping_petugas_zona berfungsi sebagai tabel penghubung (*junction table*) yang mempertemukan id_petugas dengan kodepos zona kerja mereka.
- **Log Transaksi Spasial:** Tabel titikan_antaran mencatat setiap kejadian pengantaran yang dilakukan oleh petugas, dengan referensi ke id_petugas dan id_kantor untuk audit operasional.

3.4 Analisis Alur Kerja Sistem (System Workflow)

Alur kerja aplikasi dirancang secara reaktif menggunakan logika Streamlit:

1. **Input & Filter:** Pengguna memilih identitas petugas dan tanggal pengantaran melalui antarmuka *sidebar*.
2. **Data Retrieval:** Aplikasi menjalankan kueri SQL menggunakan SQLAlchemy untuk menarik data dari PostgreSQL (Neon.tech). Kueri ini mencakup ekstraksi koordinat menggunakan fungsi ST_X dan ST_Y.
3. **Data Processing:** Python melalui *library* Pandas melakukan perhitungan diferensial waktu untuk menentukan "Jeda" antar kiriman dan menjalankan fungsi Haversine untuk estimasi jarak.
4. **Rendering Peta:** Folium mengambil *dataframe* hasil olahan dan menambahkan *layer* AntPath serta Marker untuk setiap lokasi pengantaran dengan warna yang disesuaikan dengan statusnya (Delivered/Failed).
5. **Output Analisis:** Hasil akhir ditampilkan dalam bentuk peta interaktif dan tabel resume performa yang merinci jumlah keberhasilan per produk.

3.5 Logika Analisis Spasial

Sistem menerapkan kueri spasial khusus untuk menghasilkan informasi yang berharga bagi manajemen:

- **Kueri Luas Wilayah:** Menggunakan fungsi ST_Area(geom::geography) / 1000000 untuk menyajikan luas zona kerja dalam satuan kilometer persegi secara presisi langsung dari database.
- **Kueri Geometri ke JSON:** Menggunakan ST_AsGeoJSON(geom)::json untuk memastikan data poligon PostGIS dapat dibaca dengan benar oleh *library* Leaflet di sisi klien.

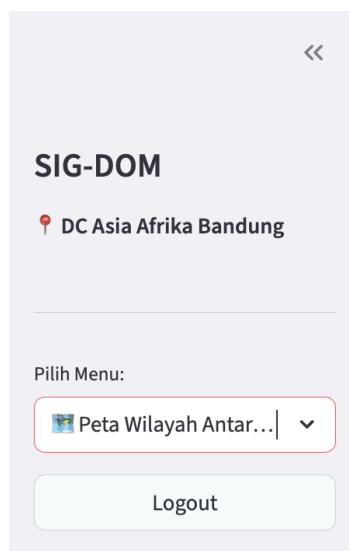
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Antarmuka Dashboard

Sistem SIG-DOM diimplementasikan menggunakan framework **Streamlit** untuk menghasilkan dashboard web yang responsif dan interaktif. Antarmuka dibagi menjadi dua bagian utama:

- **Sidebar Navigasi:** Berfungsi sebagai pusat kontrol untuk memilih menu visualisasi, menampilkan informasi kantor pusat, dan menyediakan tombol *logout* untuk keamanan sesi.



Gambar 4.1.1 Sidebar Navigasi

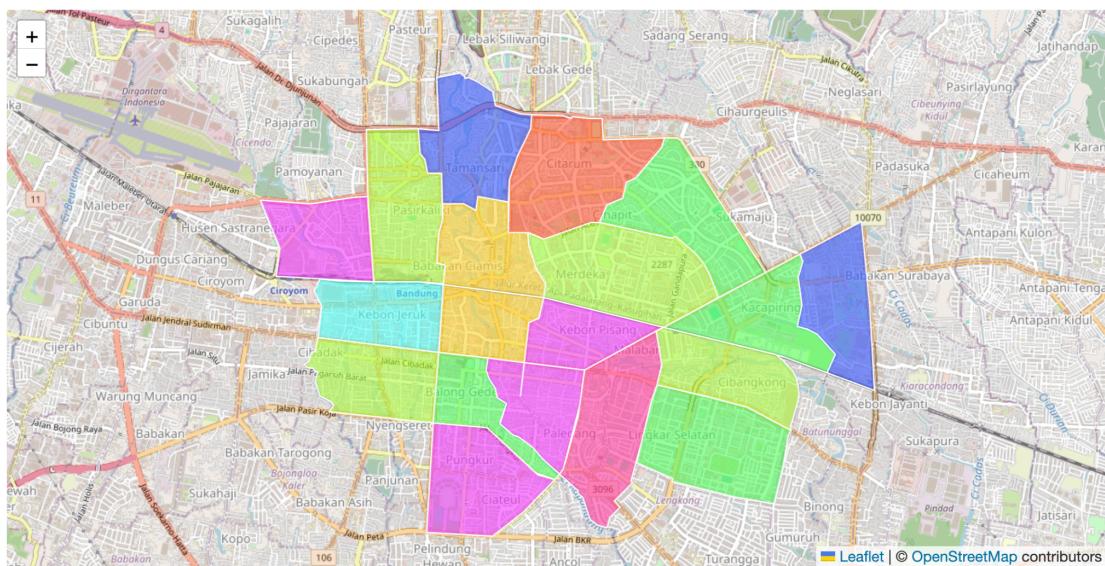
- **Main Panel:** Area utama yang menampilkan peta interaktif menggunakan **Leaflet (Folium)** serta ringkasan metrik performa dalam bentuk kartu angka (*metric cards*).

4.2 Hasil Visualisasi Wilayah Antaran (Zona Spasial)

Fitur pertama yang berhasil diimplementasikan adalah visualisasi zona antaran berbasis data poligon.

- **Render Poligon:** Sistem menarik data koordinat wilayah dari tabel zona_antaran dan mengonversinya menjadi format GeoJSON agar dapat dirender oleh peta Leaflet.
- **Pewarnaan Dinamis:** Setiap zona diberikan warna yang berbeda secara otomatis berdasarkan kodepos melalui fungsi *random seeding*, sehingga memudahkan pemisahan wilayah kerja secara visual.

Visualisasi Spasial Wilayah Antaran



Gambar 4.2.1 Visualisasi Spasial Wilayah Antaran

- Kalkulasi Luas:** Dashboard secara otomatis menampilkan luas area setiap kelurahan dalam satuan km^2 yang dihitung langsung melalui fungsi spasial PostGIS.

📋 Keterangan Wilayah & Luas Area

40114	40116	40117	40115	40172
BANDUNG WETAN Cihapit 1.09 km^2	BANDUNG WETAN Tamansari 1.01 km^2	BANDUNG WETAN Babakan Ciamis 0.79 km^2	BANDUNG WETAN Citarum 1.29 km^2	CICENDO Arjuna 0.80 km^2
40171	40111	40112	40113	40181
CICENDO Pamoyanan 1.06 km^2	SUMUR BANDUNG Braga 0.64 km^2	SUMUR BANDUNG Kebonpisang 0.61 km^2	SUMUR BANDUNG Merdeka 1.41 km^2	ANDIR Kebon Jeruk 0.81 km^2
40241	40251	40252	40261	40262
ASTANA ANYAR Karanganyar 0.89 km^2	REGOL Balonggede 0.55 km^2	REGOL Pungkur 1.03 km^2	LENGKONG Cikawao 0.72 km^2	LENGKONG Burangrang/Malabar 1.15 km^2
40271	40272	40273	40263	
BATUNUNGGAL Mengger/Kujangsari 0.87 km^2	BATUNUNGGAL Kebonwaru 0.89 km^2	BATUNUNGGAL Cibangkong 0.85 km^2	LENGKONG Lingkar Selatan 1.28 km^2	

Gambar 4.2.2 Keterangan Wilayah dan Luas Area

- Fitur Popup:** Saat pengguna mengeklik salah satu poligon, muncul jendela informasi yang menampilkan detail kodepos, kecamatan, kelurahan, dan luas wilayah tersebut.



Gambar 4.2.3 Popup Informasi Wilayah Antaran Per Kodepos

4.3 Hasil Pelacakan dan Riwayat Antaran

Fitur pelacakan rute harian memberikan gambaran pergerakan kurir di lapangan secara objektif.

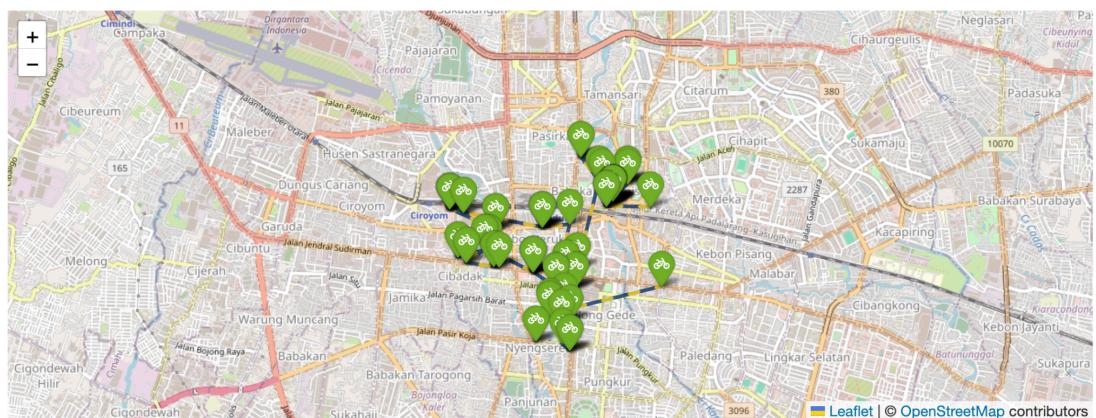
- Integrasi Data Transaksi:** Sistem menyaring data dari tabel titikan_antaran berdasarkan identitas petugas dan tanggal yang dipilih.

Data Riwayat Antaran

Pilih Petugas Antar:	Pilih Tanggal Kiriman:
560008250 - Sumarno	2025/10/31

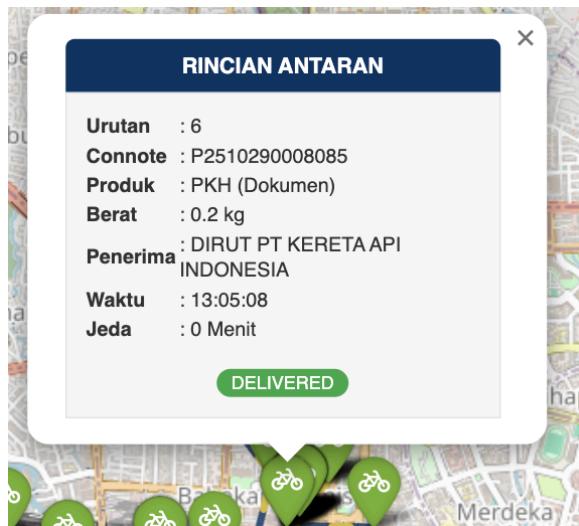
Gambar 4.3.1 Filter Data Riwayat Antaran

- Visualisasi Jalur (AntPath):** Rute perjalanan divisualisasikan menggunakan plugin AntPath yang memberikan efek animasi arah aliran perjalanan dari titik awal ke titik akhir.



Gambar 4.3.2 Visualisasi Jalur Titik Antaran

- **Informasi Status Titik:** Setiap lokasi pengantaran ditandai dengan marker berwarna hijau untuk status "Delivered", merah untuk "Failed", dan oranye untuk status lainnya.
- **Popup Rincian Antaran:** Marker pada peta menyediakan informasi lengkap mengenai nomor resi (*connote*), jenis produk, berat kiriman, waktu kejadian, hingga jeda waktu tempuh dari titik sebelumnya.



Gambar 4.3.3 Popup Rincian Antaran

4.4 Analisis Efektivitas dan Performa

Selain visualisasi peta, sistem menyediakan analisis data otomatis untuk membantu pengambilan keputusan manajemen.

- **Resume Waktu dan Jarak:** Dashboard menghitung total durasi operasi kurir, mulai dari kiriman pertama hingga terakhir, serta estimasi total jarak tempuh menggunakan formula Haversine.

⌚ Resume Efektivitas Waktu & Jarak				
Mulai	Selesai	Durasi Operasi	Est. Jarak	Avg Speed/Titik
12:53	17:50	4j 56m	11.46 km	2.9 Menit

Gambar 4.4.1 Resume Waktu , Jarak dan Kecepatan

- **Metrik Kecepatan:** Sistem menghitung rata-rata waktu yang dibutuhkan kurir untuk menyelesaikan satu titik antaran (misalnya: 5.5 menit per titik).
- **Analisis Keberhasilan per Produk:** Terdapat tabel resume yang merinci jumlah kiriman berdasarkan jenis produk, lengkap dengan persentase keberhasilan (*success rate*) dan kegagalan.

Resume per Produk						
Produk	Berhasil	% Berhasil	Gagal	% Gagal	Jumlah	
EC3	7	100.0%	0	0.0%	7	
PE	23	100.0%	0	0.0%	23	
PKH	71	100.0%	0	0.0%	71	

Gambar 4.4.2. Analisis Keberhasilan Antaran Per Produk

4.5 Pembahasan Manfaat bagi Manajemen

Melalui hasil implementasi ini, ditemukan bahwa visualisasi spasial memberikan keuntungan dibandingkan sistem berbasis tabel:

- **Transparansi:** Manajemen di *Delivery Center* kini dapat melihat secara visual apakah seorang kurir benar-benar berada di lokasi tujuan saat memperbarui status kiriman.
- **Akuntabilitas:** Data jeda waktu dan rute yang terekam mencegah manipulasi laporan kinerja di lapangan.
- **Identifikasi Kendala:** Area dengan tingkat kegagalan (*Failed*) yang tinggi dapat segera diidentifikasi lokasinya melalui peta untuk dilakukan investigasi lebih lanjut.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan implementasi yang telah dilakukan pada sistem SIG-DOM (Sistem Informasi Geografis - Delivery Operation Monitoring), dapat ditarik beberapa kesimpulan utama:

- **Transformasi Digital Monitoring:** Sistem berhasil mentransformasi proses monitoring pengantaran PT. Pos Indonesia yang sebelumnya berbasis tabel manual menjadi visualisasi spasial yang interaktif dan informatif.
- **Efektivitas Geodatabase:** Penggunaan PostgreSQL dengan ekstensi **PostGIS** terbukti sangat efektif dalam menangani berbagai tipe data spasial, mulai dari lokasi kantor (*Point*) dengan SRID 4326 hingga wilayah kerja (*Polygon*).
- **Analisis Performa Akurat:** Implementasi **Formula Haversine** dan analisis selisih waktu dalam kode program memungkinkan manajemen untuk mendapatkan metrik performa kurir yang objektif, seperti estimasi jarak tempuh dan durasi operasional secara nyata.
- **Visualisasi Rute Dinamis:** Penggunaan fitur *AntPath* dan marker berbasis status (Delivered/Failed) pada peta Leaflet memberikan kemudahan bagi manajemen untuk melacak kronologi pengantaran dan mengidentifikasi kendala di lapangan secara cepat.

5.2 Saran

Untuk meningkatkan kapabilitas sistem di masa mendatang, terdapat beberapa saran pengembangan yang dapat dilakukan:

- **Integrasi Pelacakan Real-Time:** Menambahkan integrasi GPS secara langsung (*live tracking*) dari aplikasi kurir ke dashboard, tidak hanya berdasarkan log pembaruan status antaran.
- **Optimasi Rute Otomatis:** Mengimplementasikan algoritma pencarian rute terpendek (*Dijkstra* atau *A-Star*) untuk memberikan rekomendasi urutan pengantaran yang paling efisien kepada kurir sebelum mereka berangkat ke lapangan.
- **Analisis Prediktif:** Memanfaatkan data historis kegagalan antaran yang tersimpan di database untuk membangun model *Machine Learning* yang dapat memprediksi potensi kegagalan di area tertentu berdasarkan faktor cuaca atau kepadatan lalu lintas.
- **Peningkatan Keamanan Data:** Mengimplementasikan enkripsi password yang lebih kuat (seperti *bcrypt*) pada tabel users_dc dan menerapkan *Role-Based Access Control* (RBAC) yang lebih mendetail.