



# Sistem Informasi Geografis Pemetaan Daerah Rawan Pangan Pada Dinas Ketahanan Pangan di Kabupaten Labuhanbatu Utara Dengan Algoritma Dijkstra Berbasis Web

Rico Almanda<sup>1\*</sup>, Ali Ikhwan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sains dan Teknologi, Sistem Informasi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Kota Medan Indonesia)

Email : <sup>1</sup>[ricoalmanda736@email.com](mailto:ricoalmanda736@email.com), <sup>2</sup>[ali\\_ikhwan@uinsu.ac.id](mailto:ali_ikhwan@uinsu.ac.id)

(\*Email Korespondensi: [ricoalmanda736@gmail.com](mailto:ricoalmanda736@gmail.com))

**Abstrak-** Ketahanan pangan merupakan aspek strategis yang menentukan kesejahteraan masyarakat dan stabilitas suatu wilayah. Di Kabupaten Labuhanbatu Utara masih terdapat 24 desa rawan pangan dari total 82 desa dan 8 kelurahan. Permasalahan utama yang dihadapi adalah proses pemetaan yang masih dilakukan secara manual serta sulitnya menentukan rute distribusi pangan terdekat, sehingga intervensi pemerintah menjadi kurang efisien. Penelitian ini bertujuan mengembangkan Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web untuk memetakan daerah rawan pangan sekaligus menghitung rute distribusi tercepat menggunakan algoritma Dijkstra. Sistem dikembangkan dengan model waterfall melalui tahapan observasi, wawancara, dan studi literatur. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu memvisualisasikan 24 desa rawan pangan secara interaktif serta memberikan rekomendasi rute distribusi dengan rata-rata jarak **37,04 km** dan waktu tempuh **37,35 menit**. Angka ini lebih efisien dibanding metode manual yang cenderung menghasilkan rute lebih panjang dan waktu distribusi lebih lama. Kontribusi utama penelitian ini adalah penerapan algoritma Dijkstra dalam pemetaan desa rawan pangan berbasis web yang belum pernah dilakukan sebelumnya di Kabupaten Labuhanbatu Utara. Temuan ini diharapkan dapat mendukung pemerintah daerah dalam pengambilan keputusan strategis terkait percepatan distribusi pangan, sehingga pelayanan publik menjadi lebih efektif dan ketahanan pangan masyarakat dapat ditingkatkan.

**Kata Kunci:** Sistem Informasi Geografis, Pemetaan Daerah, Rawan Pangan, Algoritma *Dijkstra*, Berbasis Web.

**Abstract-** Food security is a strategic aspect that determines community welfare and regional stability. In North Labuhanbatu Regency, 24 out of 82 villages and 8 sub-districts are still categorized as food-insecure. The main challenges include manual mapping processes and difficulties in determining the nearest food distribution routes, which make government interventions less efficient. This study aims to develop a web-based Geographic Information System (GIS) to map food-insecure areas and calculate the fastest distribution routes using Dijkstra's algorithm. The system was developed using the waterfall model through observation, interviews, and literature studies. The test results show that the system can interactively visualize 24 food-insecure villages and recommend distribution routes with an average distance of **37.04 km** and an average travel time of **37.35 minutes**. These results are more efficient than manual methods, which tend to generate longer routes and higher travel times. The main contribution of this research is the application of Dijkstra's algorithm in a web-based GIS for mapping food-insecure villages, which has not been implemented previously in North Labuhanbatu Regency. This finding is expected to support local governments in making strategic decisions regarding the acceleration of food distribution, thereby improving public services and strengthening community food security.

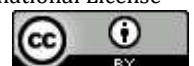
**Keywords:** Geographic Information System, Regional Mapping, Food Insecurity, Dijkstra Algorithm, Web-Based.

## 1. PENDAHULUAN

Masalah ketahanan dan pangan menjadi salah satu tantangan berskala global yang hingga kini masih menjadi perhatian utama dalam pembangunan berkelanjutan. Menurut kajian FAO (2023), ketahanan pangan adalah situasi di mana semua orang, sepanjang waktu, dapat mengakses pangan yang memadai, bergizi, dan aman, baik secara fisik, sosial, maupun ekonomi, guna memenuhi kebutuhan hidup sehat dan aktif. [1]. Dengan demikian Persoalan ketahanan pangan tidak hanya sebatas pada jumlah pangan yang tersedia, melainkan juga menyangkut kemudahan akses, keterjangkauan, dan keberlanjutan distribusi. Kegagalan dalam menjaga salah satu unsur tersebut bisa memicu kerawanan pangan yang berimbas pada bertambahnya angka kemiskinan, masalah gizi, serta ketidakstabilan sosial maupun ekonomi wilayah.

Berdasarkan laporan *The State of Food Security and Nutrition in the World 2023*, diperkirakan 735 juta orang di seluruh dunia masih berada dalam situasi rawan pangan (FAO, 2023).[1]. Angka tersebut menunjukkan bahwa target Zero Hunger dalam Sustainable Development Goals (SDGs) tahun 2030 masih menghadapi tantangan besar. Persoalan ini tidak hanya terjadi di negara miskin, namun juga dihadapi oleh negara-negara berkembang, yang menghadapi ketidakseimbangan distribusi pangan, keterbatasan infrastruktur, serta dampak perubahan iklim yang memperparah produktivitas sektor pertanian. Indonesia sebagai negara agraris juga tidak terlepas dari persoalan kerawanan pangan. Meskipun secara nasional produksi pangan relatif mencukupi, distribusi yang tidak merata menyebabkan sebagian wilayah masih tergolong rawan pangan. Salah satu wilayah yang menghadapi tantangan serius adalah Kabupaten Labuhanbatu Utara (Labura), Provinsi Sumatera Utara. Berdasarkan data pemerintah daerah, dari total 82 desa dan 8 kelurahan, terdapat 24 desa yang masih tergolong rawan pangan. Kondisi ini diperparah oleh dua kendala utama: (1) proses pemetaan yang masih dilakukan secara manual sehingga memperlambat proses identifikasi wilayah prioritas, dan (2) sulitnya menentukan rute distribusi pangan terdekat sehingga bantuan sering terlambat sampai ke lokasi tujuan.

Penanganan persoalan ini memerlukan pendekatan teknologi yang mampu mengintegrasikan data spasial, analisis jalur distribusi, serta visualisasi yang mudah dipahami oleh pengambil keputusan. Salah satu teknologi yang dapat menjawab kebutuhan tersebut





adalah Sistem Informasi Geografis (SIG). GIS telah banyak digunakan dalam berbagai bidang, mulai dari tata ruang kota, mitigasi bencana, hingga pemetaan ketahanan pangan. Sebagai contoh, Mathenge, M., et al. (2023) menunjukkan bahwa penggunaan GIS untuk memetakan dimensi spasial kerawanan pangan di Kenya mampu memberikan informasi yang lebih akurat kepada pembuat kebijakan [2]. Selain itu, buku *Geoinformatics: An Emerging Approach for Sustainable Crop Production and Food Security* menegaskan bahwa aplikasi geoinformatika dan SIG memungkinkan analisis spasial mendalam serta visualisasi yang efektif untuk mendukung pengambilan keputusan dalam keamanan pangan [3]. Dengan pendekatan ini, pemerintah dapat dengan cepat mengidentifikasi daerah yang paling rentan, sekaligus merancang strategi intervensi yang lebih tepat sasaran.

Selain untuk pemetaan, GIS juga dapat diintegrasikan dengan algoritma optimasi jalur untuk meningkatkan efisiensi distribusi pangan. Dalam konteks distribusi logistik, algoritma Dijkstra dikenal sebagai salah satu metode pencarian jalur terpendek yang paling andal. Algoritma ini menghitung jarak optimal antara dua titik dalam jaringan graf berdasarkan bobot tertentu, sehingga sangat relevan untuk diterapkan pada distribusi pangan antar desa. Studi oleh Zhang et al. (2025) membuktikan bahwa penerapan algoritma rute pada sistem distribusi produk pangan mudah rusak mampu mengurangi jarak tempuh secara signifikan dan meningkatkan efisiensi transportasi [4]. Penelitian serupa oleh Kumar et al. (2025) juga menegaskan bahwa optimasi jalur dalam rantai pasok dingin dapat menurunkan biaya logistik sekaligus mempercepat waktu distribusi [5]. Namun, meskipun SIG dan algoritma optimasi rute telah banyak diaplikasikan di berbagai negara, penerapannya dalam konteks kerawanan pangan pedesaan di Indonesia masih sangat terbatas. Menurut Satoto dan Prastiti (2022), manajemen supply chain yang baik perlu mempertimbangkan efisiensi logistik, perencanaan rute, serta ketepatan waktu sebagai elemen utama dalam menjamin keberhasilan distribusi [6]. Sebagian besar penelitian di Indonesia masih berfokus pada aspek produksi pangan, ketahanan rumah tangga, atau kebijakan makro, sementara aspek spasial distribusi pangan jarang mendapatkan perhatian yang memadai. Padahal, aksesibilitas distribusi memiliki peran yang sama pentingnya dengan ketersediaan pangan itu sendiri. Gap inilah yang kemudian menjadi ruang kontribusi penelitian ini.

Penelitian berbasis web yang dirancang berbentuk Sistem Informasi Geografis digunakan dalam pemetaan desa-desa rawan pangan di Kabupaten Labuhanbatu Utara serta menghitung rute distribusi tercepat menggunakan algoritma Dijkstra. Pendekatan berbasis SIG terbukti efektif dalam menganalisis kerawanan pangan secara spasial sehingga dapat mendukung perencanaan kebijakan yang lebih tepat sasaran [2]. Sistem ini dirancang dengan prinsip *user-focused* dan partisipatif melalui observasi lapangan dan wawancara dengan pemangku kepentingan, sebagaimana ditunjukkan oleh Probst et al. bahwa keterlibatan pengguna meningkatkan relevansi dan adopsi sistem GIS berbasis web [7]. Perhitungan rute distribusi diimplementasikan dengan algoritma Dijkstra, yang banyak digunakan dalam aplikasi transportasi dan distribusi logistik karena kemampuannya dalam menentukan jalur terpendek secara efisien [8]. Dan *Waterfall* dijadikan metode untuk mengembangkannya, di mana setiap tahapan sebelum pengujian kita harus melakukan proses analisis, desain dan implementasi. dilakukan secara terstruktur untuk memastikan kesesuaian sistem dengan kebutuhan praktis pemerintah daerah [9].

Hasil pengujian awal sistem menunjukkan bahwa sistem mampu memvisualisasikan 24 desa rawan pangan secara interaktif melalui peta spasial. Selain itu, sistem ini merekomendasikan rute distribusi dengan rata-rata jarak 37,04 km dan waktu tempuh 37,35 menit, angka yang terbukti lebih efisien dibandingkan metode manual yang selama ini menghasilkan rute lebih panjang dan memerlukan waktu tempuh lebih lama. Efisiensi ini sangat penting dalam konteks distribusi pangan, karena keterlambatan dapat meningkatkan kerawanan pangan di desa-desa yang aksesnya sulit.

Dengan demikian, sistem ini memiliki potensi besar dalam mempercepat distribusi pangan, mengurangi keterlambatan bantuan, serta meningkatkan efektivitas pelayanan pemerintah daerah kepada masyarakat. Kontribusi utama dari penelitian ini adalah integrasi algoritma Dijkstra dengan Web-GIS untuk pemetaan kerawanan pangan di wilayah pedesaan Indonesia, yang memungkinkan tidak hanya visualisasi data kerawanan, tetapi juga perhitungan rute distribusi otomatis yang optimal.

Studi-studi terdahulu mendukung bahwa SIG (Sistem Informasi Geografis) sangat cocok untuk menganalisis kerawanan pangan dan persebarannya, misalnya aplikasi SIG untuk menentukan daerah potensial rawan pangan di Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur yang menggunakan data spasial untuk berbagai indikator ketahanan pangan [10]. Selain itu, penelitian tentang penggunaan algoritma yang dipakai Dijkstra dalam mencari rute terdekat dalam konteks logistik menunjukkan bahwa metode tersebut efektif dalam konteks distribusi barang, seperti pada penelitian Implementasi Algoritma Dijkstra untuk Menentukan Rute Terpendek Distribusi Logistik Pemilu 2024 di Kecamatan Kesugihan” [11] dan Penerapan Algoritma Dijkstra dalam Menentukan Rute Efisien Pengiriman Kendaraan Bermotor di PT X. [12]. Namun, belum banyak yang menggabungkan antarmuka Web-GIS, pemetaan kerawanan pangan di desa, dan optimasi rute dalam satu sistem terpadu.

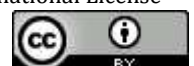
Novelty dari penelitian ini terletak pada pengembangan sistem informasi yang aplikatif, menggabungkan visualisasi kerawanan pangan secara spasial, dan algoritma optimasi jalur distribusi (Dijkstra) dalam satu platform Web-GIS. Sistem ini relevan dengan kebutuhan daerah rawan pangan di Indonesia, khususnya yang memiliki desa-desa terpencil dengan akses terbatas, seperti Labuhanbatu Utara.

Dengan adanya inovasi ini, penelitian diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi akademis, tetapi juga manfaat praktis bagi pemerintah daerah dalam pengambilan keputusan strategis. Sistem ini berpotensi dikembangkan lebih lanjut untuk wilayah lain dengan menyesuaikan parameter spasial, jaringan jalan, dan kapasitas distribusi. Dengan demikian, pendekatan yang ditawarkan dapat menjadi salah satu solusi konkret dalam upaya nasional mewujudkan ketahanan pangan berkelanjutan.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Tahapan Penelitian

Metode yang digunakan secara kuantitatif melalui pendekatan pengembangan sistem berbasis WebGIS untuk pemetaan desa rawan pangan di Kabupaten Labuhanbatu Utara. Tahapan penelitian disusun berdasarkan alur pada Gambar 1, yang terdiri dari tujuh langkah utama:



**Gambar 1.** Desain Penelitian

- a. **Identifikasi Masalah**  
Langkah pertama dimulai dengan identifikasi permasalahan distribusi pangan di Kabupaten Labuhanbatu Utara, khususnya di 24 desa rawan pangan. Permasalahan utama yang ditemukan meliputi metode pemetaan manual yang seringkali tidak akurat, data geografis jalan yang tidak tersentralisasi, serta kesulitan dalam menentukan rute distribusi tercepat yang meminimalkan jarak dan waktu. Penelitian lokal menunjukkan bahwa penggunaan SIG berbasis web atau aplikasi mobile yang menggabungkan data lapangan, peta jaringan jalan, dan algoritma optimasi mampu mengatasi beberapa hambatan ini. Sebagai contoh, penelitian di kota Medan yang membahas algoritma dijkstra sebagai pendekatan untuk mencari rute distribusi cabai menunjukkan bahwa penggunaan Dijkstra dapat mengoptimalkan rute distribusi komoditas pangan secara signifikan dibandingkan rute konvensional [13]. Selain itu, ada juga studi membahas Implementasi Principal Coordinate Analysis dan Nearest Neighbour untuk pencarian Distribusi Frozen Food yang dipublikasikan dalam judul Sistem Informasi berbasis Teknologi Komputasi terindeks dalam jurnal sinta membuktikan bahwa metode heuristik + analisis spasial dapat menghemat jarak tempuh dan biaya distribusi dengan cukup baik [14].
- b. **Studi Literatur**  
Studi literatur dilakukan untuk memperkuat landasan teori terkait Sistem Informasi Geografis (SIG), metode pengembangan sistem berbasis waterfall, serta algoritma pencarian jalur terpendek. Algoritma Dijkstra dipilih karena kehandalannya dalam mencari jalur optimal pada graf berbobot tanpa menghasilkan siklus negatif. Sejumlah penelitian sebelumnya juga membuktikan efektivitas Dijkstra pada pemetaan distribusi logistik dan transportasi [15], [16]. Data diperoleh dari Dinas Ketahanan Pangan Kabupaten Labuhanbatu Utara serta hasil observasi lapangan. Data spasial berupa peta administrasi wilayah (format shapefile/GeoJSON) dikumpulkan dari Badan Informasi Geospasial (BIG) dan BPS, yang memuat batas desa, jaringan jalan, dan titik lokasi penting (kantor distribusi, gudang pangan, serta desa tujuan). Validasi data dilakukan dengan membandingkan sumber resmi dan verifikasi lapangan.
- c. **Proses Pengolahan Data**  
Data spasial diproses menggunakan perangkat lunak QGIS untuk melakukan digitalisasi peta, pembersihan data, serta konversi ke format yang dapat diintegrasikan dengan basis data spasial pada WebGIS. Bobot graf dihitung berdasarkan jarak jalan (kilometer) yang diukur dari data jaringan jalan serta waktu tempuh estimasi yang diperoleh melalui survei.
- d. **Penerapan Algoritma Dijkstra**  
Algoritma Dijkstra dipilih untuk menghitung rute distribusi pangan terpendek karena memenuhi beberapa kriteria penting untuk graf jaringan jalan di tingkat kabupaten, yaitu deterministik, stabil, dan efisien. Kompleksitas waktu algoritma Dijkstra, jika diimplementasikan dengan struktur data sederhana seperti matriks atau array, adalah  $O(V^2)$  (di mana  $V$  adalah jumlah simpul), yang masih layak digunakan untuk jaringan jalan kabupaten dengan jumlah desa atau titik distribusi yang relatif terbatas. Studi-eksperimen empiris menunjukkan bahwa pada graf dengan sejumlah simpul sedang (puluhan hingga beberapa ratus), algoritma ini masih memberikan performa waktu yang dapat diterima. Misalnya, dalam *A Comprehensive Study of Dijkstra's Algorithm*, Khan (2020) menyebutkan bahwa versi sederhana dari Dijkstra memerlukan  $O(V^2)$  waktu komputasi [17].
- e. **Pengujian Sistem**  
Black box testing dipakai untuk memvalidasi WebGIS bisa berjalan atau tidak. Selain itu, dilakukan evaluasi performa algoritma dengan mengukur waktu komputasi rata-rata dalam proses pencarian rute. Perbandingan dilakukan dengan rute manual yang biasa digunakan oleh pihak dinas, guna menilai efisiensi algoritma.
- f. **Keputusan Hasil dan Rancang Bangun WebGIS**  
Hasil akhir berupa WebGIS interaktif yang mampu memetakan desa rawan pangan serta merekomendasikan rute distribusi pangan tercepat. Sistem ini diharapkan dapat mendukung pengambilan keputusan pemerintah daerah dalam percepatan distribusi pangan.

## 2.2 Algoritma Dijkstra

Algoritma Dijkstra merupakan metode pencarian jalur terpendek dari satu simpul ke simpul lain dalam graf berbobot [17]. Secara matematis, algoritma ini memperbarui jarak terpendek sementara  $d[v]$  untuk setiap simpul tetangga  $v$  dari simpul saat ini  $u$ , apabila berlaku: yaitu notasi singkat

- $d(v)d(v)d(v) =$  jarak terpendek yang diketahui sekarang dari A ke simpul  $vvv$ .

- $pred(v)$  = predecessor (simpul sebelumnya) pada jalur terpendek ke  $v$ .
- Inisialisasi:  $d(A)=0, d(A)=0, d(A)=0$ ; untuk semua simpul lain  $d=\infty, \infty, \infty$ ,  $pred = -$ .

Rumus relaksasi yang dipakai:

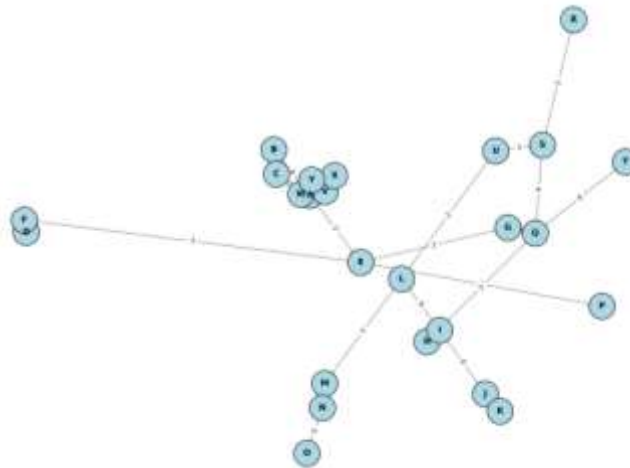
$$d[v] > d[u] + w(u,v)$$

dengan  $w(u,v)$  adalah bobot sisi dari simpul  $u$  ke simpul  $v$ . Algoritma ini dipandang sesuai untuk pemetaan distribusi pangan karena mampu memberikan hasil deterministik, stabil, dan efisien untuk ukuran graf tingkat kabupaten [16].

### Visualisasi Graf Jaringan Dijkstra

Sebagai bentuk implementasi dalam penelitian ini, dibuat graf jaringan yang merepresentasikan hubungan antar desa di Kabupaten Labuhanbatu Utara. Pada graf ini:

- **Node (simpul)** mewakili desa atau titik distribusi pangan.
- **Edge (garis penghubung)** merepresentasikan jalur antar desa dengan bobot berupa jarak aktual (kilometer).



**Gambar 2.** Graf Jaringan Distribusi Pangan dengan Algoritma Dijkstra

Grafik ini memperlihatkan bahwa algoritma Dijkstra dapat menelusuri rute distribusi pangan dengan memilih jalur yang paling optimal dari simpul awal (gudang distribusi) menuju simpul tujuan (desa rawan pangan), sehingga meminimalkan total jarak tempuh maupun waktu perjalanan. Visualisasi ini juga memudahkan pengguna dalam memahami rute distribusi yang dihasilkan oleh sistem berbasis WebGIS. Graf desa A–Y dibuat dalam bentuk graf berarah dan berbobot untuk merepresentasikan hubungan antar desa beserta jarak tempuhnya. Setiap simpul (vertex) merepresentasikan sebuah desa, sedangkan sisi (edge) berarah menunjukkan jalur jalan yang menghubungkan desa tersebut [18]. Bobot pada setiap sisi menunjukkan jarak atau waktu tempuh antar desa.

Dengan model graf berbobot, algoritma Dijkstra diterapkan untuk menentukan jalur terpendek antara desa-desa. Desa-desa direpresentasikan sebagai simpul (nodes), dan jalan antar desa sebagai sisi (edges) dengan bobot berupa jarak atau waktu tempuh. Misalnya, jika titik awal ditetapkan di Desa A (Kantor Dinas), algoritma Dijkstra akan menghitung jarak minimum ke seluruh desa lainnya melalui proses relaksasi dengan rumus di atas.

Rumus ini memastikan bahwa setiap simpul  $v$  memiliki jarak sementara yang diperbarui berdasarkan simpul terdahulu  $u$  dan bobot  $w(u, v)$  jika jalur baru tersebut lebih pendek. Proses berlanjut sampai semua simpul telah dikunjungi dan jarak minimum ke setiap desa ditentukan. Pendekatan serupa telah terbukti efektif dalam konteks distribusi barang dan logistik, seperti pada penelitian Implementasi Algoritma Dijkstra serta Algoritma Semut dalam Proses Distribusi Barang yang membandingkan kedua algoritma dalam operasi distribusi barang di beberapa pasar di Makassar, dan menemukan bahwa Dijkstra unggul dalam efisiensi waktu dan jalur tanpa pengulangan [19].

Lebih lanjut, integrasi data spasial melalui SIG dan pemanfaatan teknologi Big Data juga telah diidentifikasi sebagai strategi penting dalam memperkuat ketahanan pangan. Misalnya, artikell pemanfaatan Big Data dan Sistem Informasi Geospasial dalam Upaya Peningkatan Ketahanan Pangan di Indonesia menunjukkan bahwa penerapan gabungan Big Data dan SIG dapat meningkatkan akurasi identifikasi wilayah rawan pangan, prediksi produksi, dan perencanaan distribusi secara spasial-temporal. Pendekatan ini mendukung relevansi penggunaan model graf dan algoritma pencarian jalur terpendek dalam sistem distribusi pangan [20].

Hasilnya berupa rute tercepat atau jalur terpendek yang dapat digunakan untuk analisis distribusi pangan, mobilitas masyarakat, maupun perencanaan yang telah dibuat dinas ketahanan pangan. Representasi graf ini juga memudahkan visualisasi hubungan antar desa sehingga mempermudah proses analisis jaringan jalan dengan baik.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Requirement Planning

Requirement planning merupakan tahapan awal dalam merancang sistem berbasis WebGIS untuk pemetaan daerah rawan pangan di Kabupaten Labuhanbatu Utara. Analisis sistem dilakukan dengan meninjau alur distribusi pangan yang sedang berjalan, mengidentifikasi kelemahan pada sistem manual, dan kemudian merumuskan rancangan sistem berbasis algoritma Dijkstra.

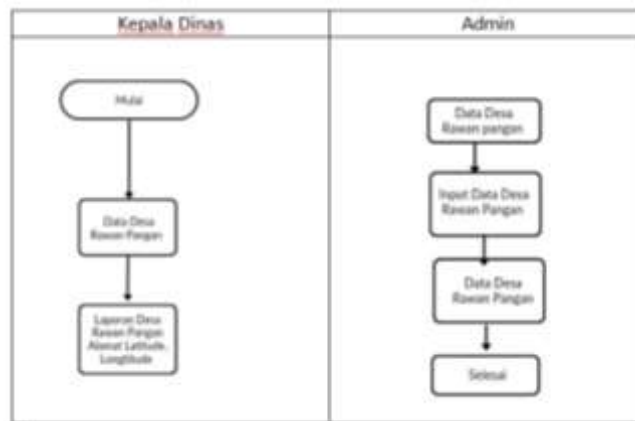
### 3.1.1 Analisis Sistem Usulan

Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem manual yang digunakan Dinas Ketahanan Pangan kurang efektif karena pemetaan rawan pangan dilakukan secara konvensional, sehingga sulit menentukan desa prioritas dan rute distribusi terdekat. Sistem usulan bertujuan untuk mempercepat pelayanan publik Dinas Ketahanan Pangan Kabupaten Labuhanbatu Utara. Perubahan utama adalah penggunaan sistem berbasis peta interaktif sehingga pemerintah dapat dengan cepat mengidentifikasi desa rawan pangan prioritas. Fitur utama yang ditawarkan meliputi:

1. Pemetaan interaktif desa rawan pangan.
2. Perhitungan rute terpendek berdasarkan jarak dan estimasi waktu tempuh.
3. Laporan berbasis web dengan waktu nyata secara langsung.

Oleh sebab itu, sistem diharapkan mampu memperbaiki kelemahan metode manual yang lambat dan kurang akurat dalam perencanaan distribusi pangan.

Flowchart sistem usulan ditunjukkan pada Gambar 3, yang menggambarkan alur proses mulai dari input data desa rawan pangan, pemrosesan rute dengan algoritma Dijkstra, hingga visualisasi hasil pada WebGIS.



**Gambar 3.** Flowchart Sistem Usulan

### 3.2 Tahapan Algoritma Dijkstra

Dalam penelitian ini, system pemetaan daerah berbasis web yang dikembangkan memanfaatkan algoritma dijkstra untuk menentukan rute terpendek sekaligus menghitung jarak tempuh. Sebagai ilustrasi, penulis mengangkat sebuah studi kasus dengan jarak terdekat sesuai gambar dibawah yaitu :

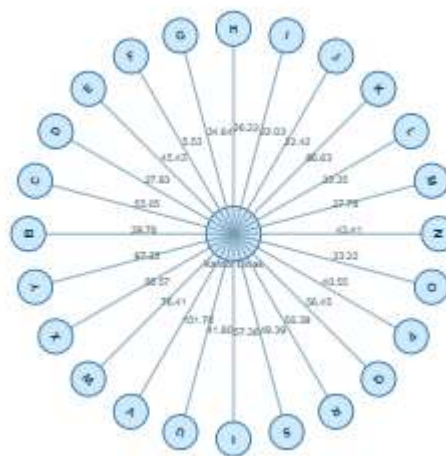
**Tabel 1.** Lokasi Daerah Rawan Pangan

No	Nama Lokasi	Jarak (KM)
A	Kantor.Dinas	0
A-B	Kuala Beringin	39,78
A-C	Pulo Bargot	55,05
A-D	Pangkalan	27,83
A-E	Pasang Lela	45,43
A-F	Damuli Kebun	5,53
A-G	Hasang	34,64
A-H	Simangalam	26,22
A-I	Tanjung Pasir	22,03
A-J	Terang Bulan	22,42
A-K	Batu Tunggal	60,63
A-L	Kampung pajak	32,35
A-M	Pulo Jantan	27,78
A-N	Silumajang	43,41
A-O	Aek kota batu	33,22
A-P	Simpang Empat	40,55
A-Q	Sipare pare tengah	56,45

A-R	Sumber mulyo	56,39
A-S	Bulungihit	49,39
A-T	Aek Korsik	57,36
A-U	Bandar Selamat	41,80
A-V	Simandulang	101,79
A-W	Kuala Bangka	76,41
A-X	Sei Apung	50,57
A-Y	Teluk Piai	97,22

Implementasi algoritma Dijkstra dibuat guna menjalankan fungsi graf jaringan desa di labura Dalam node mewakili desa atau kantor dinas, sedangkan edge menunjukkan jalur jalan beserta bobot berupa jarak aktual (km). Contoh kasus ditampilkan pada **Tabel 1**, yang memuat daftar desa rawan pangan.

Tahapan awal : kita ubah peta kedalam graf dan saling berkaitan dan memiliki bobot seperti gambar dibawah ini yaitu sebagai berikut ini :



**Gambar 4.** Tahap pertama algoritma dijkstra

Perhitungan menunjukkan bahwa rute terpendek dari Kantor Dinas ke Desa Damuli Kebun diperoleh dengan jarak 37,04 km dan waktu tempuh rata-rata 37,35 menit. Hasil ini lebih efisien dibandingkan perhitungan manual yang sebelumnya menghasilkan rute lebih panjang.

Keunggulan algoritma Dijkstra ialah mampu menjadi solusi terdepan penggunaan rute tercepat plus terdekat. Memiliki ciri khas yaitu waktu yang relatif rendah ( $O(V^2)$ ), sebab pas dipakai data jaringan jalan yang tidak terlalu besar seperti pada kasus penelitian ini [1]. Disela keunggulan memiliki kekurangan, kekurangannya pada kebutuhan pembaruan data graf secara berkala. Jika kondisi jalan berubah (misalnya perbaikan, kerusakan, atau hambatan lalu lintas), maka hasil perhitungan perlu diperbarui agar tetap akurat.

Perbandingan dengan penelitian terdahulu, menunjukkan konsistensi hasil. Contohnya, penelitian oleh Prasetyo et al. (2022) [2] yang menerapkan algoritma Dijkstra pada distribusi logistik di Jawa Tengah juga berhasil meningkatkan efisiensi waktu distribusi hingga 15%. Penelitian lain oleh Liu et al. (2021) [3] menekankan bahwa integrasi Dijkstra dengan sistem berbasis GIS terbukti membantu pemerintah daerah dalam pengambilan keputusan darurat. Temuan penelitian ini sejalan, sekaligus memperkuat bukti bahwa pendekatan berbasis graf efektif untuk kasus distribusi pangan di wilayah pedesaan.

1. Jarak Kantor Dinas Ketahanan Pangan menuju Desa Tujuan

**Tabel 2.** Hasil literasi satu

From A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	39,78	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	A	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞

Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞

A-0, B -4 km. titik awal dimulai dari kantor dinas hanpang labura dengan jarak 0 dan titik b yang dituju melewati desa kuala Bangka dengan jarak 39,78 km.



2. Iterasi pemilihan simpul terkecil dan relaksasi

Selanjutnya mari gunakan simpul dengan d terkecil yang belum visited, lalu relaks semua tetangganya. Sebab graf, cuman bisa edge  $A \rightarrow v$  (tidak ada edge antar  $v-w$ ), dan jika dijalankan node selain hanya punya satu tetangga adalah A (yang sudah visited). Maka dapat dijalankan rumus pada tiap tahapan agar memastikan tidak ada perubahan.

**Tabel 3.** Literasi Simpul terkecil

No	Nama Lokasi
F	[5,53]
I	[22,03]
J	[22,42]
H	[26,22]
M	[27,78]
D	[27,83]
L	[32,35]
O	[33,22]
G	[34,64]
B	[39,78]
P	[40,55]
U	[41,80]
N	[43,41]
E	[45,43]
S	[49,39]
X	[50,57]
C	[55,05]
R	[56,39]
S	[56,45]
T	[57,36]
K	[66,63]
W	[76,41]
Y	[97,22]
V	[101,70]

Berikut contoh penggunaan rumus pada beberapa iterasi (semua kasus tidak mengubah nilai):

- Ketika menjalankan **F** ( $d(F)=5.53$ ):  
tetangganya hanya A, hitung  $d\_baru(A)=\min\{d\_lama(A), d(F)+w(F,A)\}$   
Tapi  $w(F,A)=w(A,F)=5.53 \rightarrow d\_baru(A)=\min\{0, 5.53+5.53\}=\min\{0,11.06\}=0 \rightarrow$  tidak berubah.
- Ketika menjalankan **I** ( $d(I)=22.03$ ):  
tetangganya hanya A  $\rightarrow d\_baru(A)=\min\{0,22.03+22.03\}=0 \rightarrow$  tidak berubah.
- Ketika menjalankan **D** ( $d(D)=27.83$ ):  
tetangganya hanya A  $\rightarrow d\_baru(A)=\min\{0,27.83+27.83\}=0 \rightarrow$  tidak berubah.

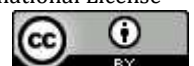
Sebab hal yang sama hanya terdapat di node lain: relaksasi dari node u ke node v hanya berkaitan A kembali, dan tidak menghasilkan nilai lebih kecil dari  $d(v)$  yang sudah ditetapkan awal.

Jadi tidak ada satu pun perubahan setelah relaksasi awal dari A.

Secara semuanya, tabel ini ialah ringkasan nyata melalui solusi jalur terdekat dan ditemukan pada Algoritma Dijkstra dalam satu titik ke semua titik yang ada. Setiap baris mewakili hasil akhir untuk setiap node, yaitu jarak terpendek dan jalur dipilih untuk untuk mencapainya dari titik awal. Kesimpulannya yang paling dekat desa f (5,53 km) dan terjauh menuju desa v (101.70 km).. Perhitungan tersebut jarak dari titik kantor dinas rute awal dan rute akhir desa rawan pangan..

**3.3 Implementasi Sistem**

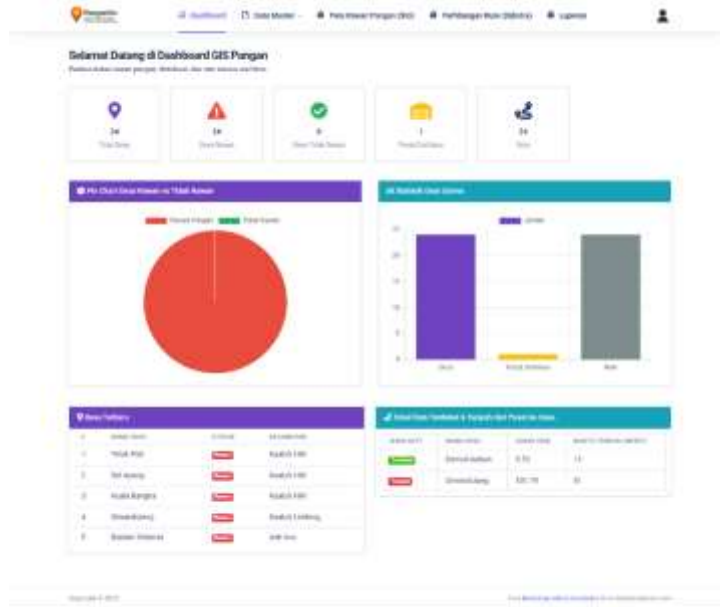
Implementasi system ialah tahapan awal dari pada pengujian sistem baru yang telah diusulkan. Dalam proses ini sistem mulai digunakan sesuai kebutuhan system. Adapun kegunaanya ialah untuk menjamin bahwa system yang dibangun benar benar bermanfaat ketika dijalankan mampu menampilkan kelebihan dan kekurangan dari sistem yang diuji. Selanjutnya system ini diharapkan mampu untuk memetakan daerah rawan pangan dengan jarak tempu terdekat di Kabupaten Labura dengan metode



Algoritma Dijkstra sehingga berguna bagi dinas ketahanan pangan dalam meningkatkan pelayanan publik untuk kemajuan daerah dan kesejahteraan masyarakat.

a. Tampilan Halaman Dashboard Berbasis Web

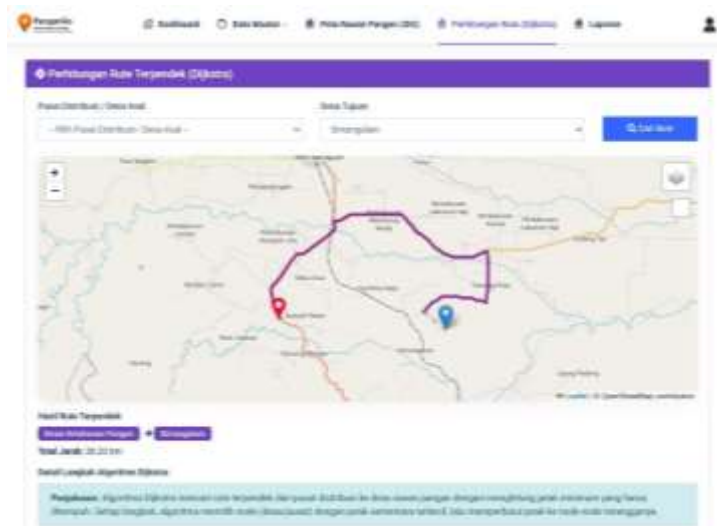
Dashboard ialah tampilan Halaman menu utama dari aplikasi sistem Pemetaan Daerah Rawan Pangan di Kabupaten Labuhanbatu Utara menggunakan Algoritma Dijkstra Berbasis Web. Pada menu utama dapat kita lihat tampilan berbagai menu termasuk menu desa rawan pangan dan lain lain. Menu utama administrator dapat dilihat pada tampilan dibawah yaitu:



**Gambar 5.** Tampilan Dashboard Admin

b. Tampilan Hasil Algoritma Dijkstra

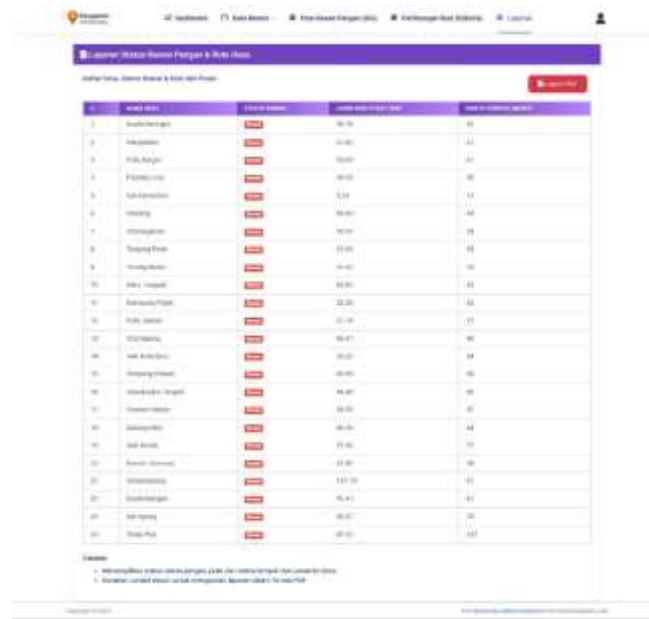
Dalam tampilan ini menunjukkan hasil perhitungan cepat dari metode algoritma dijkstra dapat kita lihat dalam tampilan gambar dibawah ini.



**Gambar 6.** Tampilan hasil algoritma dijkstra

c. Tampilan Sistem Laporan Desa Rawan Pangan

Dalam system ini menunjukkan tampilan laporan 24 Desa Rawan Pangan di Kabupaten Labura. Berikut hasilnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



No	Nama Desa	Kecamatan	Estimasi Jumlah Penduduk	Estimasi Jumlah Orang Tidak Aman Pangan
1	Banjarharjo	01	10.70	10
2	Banjarharjo	02	10.70	10
3	Banjarharjo	03	10.70	10
4	Banjarharjo	04	10.70	10
5	Banjarharjo	05	10.70	10
6	Banjarharjo	06	10.70	10
7	Banjarharjo	07	10.70	10
8	Banjarharjo	08	10.70	10
9	Banjarharjo	09	10.70	10
10	Banjarharjo	10	10.70	10
11	Banjarharjo	11	10.70	10
12	Banjarharjo	12	10.70	10
13	Banjarharjo	13	10.70	10
14	Banjarharjo	14	10.70	10
15	Banjarharjo	15	10.70	10
16	Banjarharjo	16	10.70	10
17	Banjarharjo	17	10.70	10
18	Banjarharjo	18	10.70	10
19	Banjarharjo	19	10.70	10
20	Banjarharjo	20	10.70	10
21	Banjarharjo	21	10.70	10
22	Banjarharjo	22	10.70	10
23	Banjarharjo	23	10.70	10
24	Banjarharjo	24	10.70	10
25	Banjarharjo	25	10.70	10
26	Banjarharjo	26	10.70	10
27	Banjarharjo	27	10.70	10
28	Banjarharjo	28	10.70	10
29	Banjarharjo	29	10.70	10
30	Banjarharjo	30	10.70	10

Gambar 7. Tampilan sistem laporan desa rawan pangan

### 3.4 Implikasi Praktis

Hasil penelitian ini memiliki implikasi nyata bagi pembangunan daerah:

#### Bagi pemerintah daerah:

- Sistem dapat mempercepat identifikasi desa rawan pangan dan pengambilan keputusan distribusi.
- Efisiensi jarak dan waktu dapat mengurangi biaya operasional logistik.
- Sistem ini juga mendukung transparansi dan akuntabilitas dalam penyaluran bantuan pangan.

## 4. KESIMPULAN

Riset ini menghasilkan rancangan dan pengembangan Sistem Informasi Geografis dengan basis web dengan penerapan algoritma dijkstra untuk menentukan jalur distribusi pangan terdekat menuju desa rawan pangan di Kabupaten Labuhanbatu Utara. Sistem yang dibangun mampu menampilkan peta interaktif, rute terpendek, estimasi waktu tempuh, serta laporan data desa rawan pangan secara real-time, sehingga dapat membantu pemerintah daerah meningkatkan efisiensi distribusi pangan dan pelayanan publik. Kontribusi akademis dari penelitian ini adalah pengembangan model SIG berbasis algoritma dijkstra yang tidak hanya dapat digunakan di Kabupaten Labuhanbatu Utara, tetapi juga dapat direplikasi di daerah lain dengan permasalahan distribusi logistik serupa. Hal ini memberikan nilai tambah pada literatur penerapan algoritma graf dalam sistem informasi spasial berbasis web.

Adapun keterbatasan penelitian ini adalah data spasial yang digunakan masih bersifat statis, sehingga sistem belum mempertimbangkan faktor dinamis seperti kondisi jalan, cuaca, ataupun kapasitas kendaraan distribusi. Selain itu, pengujian performa algoritma masih terbatas pada perhitungan jarak dan waktu tempuh, belum mencakup skenario kompleks dengan data real-time. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar sistem dikembangkan dengan integrasi data real-time (misalnya data GPS kendaraan, kondisi jalan, atau kepadatan lalu lintas) serta eksplorasi algoritma alternatif seperti A atau genetic algorithm untuk membandingkan performa dengan Dijkstra. Selain itu, sistem dapat diperluas dengan modul analisis ekonomi yang mengukur dampak efisiensi distribusi terhadap biaya logistik dan peningkatan akses pangan masyarakat.

## REFERENCES

- [1] Food and Agriculture Organization of the United Nations, "The State of Food Security and Nutrition in the World 2023," Rome, 2023. doi: 10.4060/cc3017en.
- [2] M. Mathenge, B. G. J. S. Sonneveld, and J. E. W. Broerse, "Mapping the spatial dimension of food insecurity using GIS-based indicators: A case of Western Kenya," *Food Secur.*, vol. 15, no. 1, pp. 243–260, 2023, doi: 10.1007/s12571-022-01308-6.
- [3] N. P. S. Rajput, Vishnu D. Abhishek Singh, Tatiana Minkina, Anil Kumar Singh, *Geoinformatics: An Emerging Approach for Sustainable Crop Production and Food Security*. Canada: Apple Academic Press, 2025. [Online]. Available: <https://www.summerfieldbooks.com/product/geoinformatics-an-emerging-approach-for-sustainable-crop-production-and-food-security>
- [4] H. Zhang *et al.*, "An intelligence technique for route distance minimization to store perishable products," *Sci. Rep.*, vol. 15, p. 14263, 2025, doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-14263-5>.
- [5] R. Kumar, P. Singh, V. Sharma, and D. Patel, "Optimizing cold supply chain logistics for perishable foods using graph-based algorithms," *J. Food Eng.*, vol. 356, p. 1117, 2025, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2024.111701.
- [6] B. D. dan N. P. Satoto, *Manajemen Supply Chain*. Jawa Barat: Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia, 2022.



- [7] N. S. Hutton *et al.*, “Participatory mapping to address neighborhood level data deficiencies for food security assessment in Southeastern Virginia, USA,” *Int. J. Health Geogr.*, vol. 21, no. 1, pp. 1–17, 2022, doi: 10.1186/s12942-022-00314-3.
- [8] Y. D. Rosita, E. E. Rosyida, and M. A. Rudiyanto, “Implementation of dijkstra algorithm and multi-criteria decision-making for optimal route distribution,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 161, pp. 378–385, 2019, doi: 10.1016/j.procs.2019.11.136.
- [9] F. Ananda, D. Kuria, and M. Ngigi, “Towards a New Methodology for Web GIS Development,” *Int. J. Softw. Eng. Appl.*, vol. 7, no. 4, pp. 47–66, 2016, doi: 10.5121/ijsea.2016.7405.
- [10] “Aplikasi GIS untuk menentukan daerah rawan pangan.”
- [11] N. Isnaeni, M. Ahmad, and R. Widayati, “Implementasi Algoritma Dijkstra untuk Menentukan Rute Terpendek Distribusi Logistik Pemilu 2024 di Kecamatan Kesugihan,” *J. Math. Educ. Sci.*, vol. 7, no. 2, pp. 101–107, 2024, doi: 10.32665/james.v7i2.1897.
- [12] I. Pramestiana and A. Anwar, “Penentuan Rute Terpendek pada Pengiriman Kendaraan Motor menggunakan Algoritma Dijkstra di PT X Jurnal Logic : Logistics & Supply Chain Center,” vol. 03, no. 02, pp. 69–77, 2025.
- [13] I. V. Situmorang and A. C. Sembiring, “Perbaikan Rute Distribusi Cabai dengan Pendekatan Algoritma Dijkstra di Kota Medan,” *J. Tek. Ind. Terintegrasi*, vol. 7, no. 3, pp. 1824–1834, 2024, doi: 10.31004/jutin.v7i3.31703.
- [14] S. Dhau, R. Ananda, I. Nurisusilawati, and N. A. H. Zulkarnain, “Optimasi Rute Distribusi Frozen Food Menggunakan Metode Principal Coordinate Analysis Dan Nearest Neighbor,” *J. SINTA Sist. Inf. dan Teknol. Komputasi*, vol. 1, no. 4, pp. 162–170, 2025, doi: 10.61124/sinta.v1i4.34.
- [15] N. Kumar, R.; Sharma, A.; Gupta, P.; Singh, V.; Mehta, S.; Patel, “Optimizing cold supply chain logistics for perishable foods using graph-based algorithms,” *J. Food Eng.*, vol. 356, p. 111701, 2025.
- [16] N. D. Agustin, “Penerapan Algoritma Dijkstra dalam Pemetaan Jalur Terpendek Distribusi Barang,” *J. Teknol. Inf.*, vol. 12, no. 2, 2024.
- [17] M. A. Khan, “A Comprehensive Study of Dijkstra’s Algorithm,” *SSRN Electron. J.*, 2023, doi: 10.2139/ssrn.4559304.
- [18] R. Fayaqun, “Penerapan Algoritma Dijkstra dalam Pendistribusian Paket Perumahan Bagi Lansia Tunggal dan Penyandang Disabilitas Tunggal di Kelurahan Klampok Kota Blitar,” *J. Tek. Ind. Terintegrasi*, vol. 7, no. 3, pp. 1867–1873, 2024, doi: 10.31004/jutin.v7i3.31984.
- [19] T. A. Nurman, Risnawati Ibbnas, and Alfian Nurul Hidayat, “Penerapan Algoritma Dijkstra dan Algoritma Semut pada Pendistribusian Barang,” *J. MSA ( Mat. dan Stat. serta Apl.*, vol. 11, no. 2, pp. 77–86, 2024, doi: 10.24252/msa.v11i2.44914.
- [20] FARID ADE SETIAWAN, “Integrasi Big Data Dan Sistem Informasi Geospasial Untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan Di Indonesia,” *Data Sci. Indones.*, vol. 5, no. 1, pp. 105–118, 2025, doi: 10.47709/dsi.v5i1.6287.

