



## Implementasi Algoritma Lin Kernighan Helsgaun Untuk Menentukan Jarak Terpendek dalam Sistem Pengantaran Pos di Kecamatan Mariso

### INFO PENULIS

Rahmat Aryadi  
Universitas Muhammadiyah Makassar  
105841109520@student.unismuh.ac.id

### INFO ARTIKEL

ISSN: 3026-3603  
Vol. 3, No. 2 Oktober 2025  
<http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst>

© 2025 Arden Jaya Publisher All rights reserved

### **Saran Penulisan Referensi:**

Aryadi, R. (2025) Implementasi Algoritma Lin Kernighan Helsgaun Untuk Menentukan Jarak Terpendek dalam Sistem Pengantaran Pos di Kecamatan Mariso. *Arus Jurnal Sains dan Teknologi*, 3 (2), 233-243.

### **Abstrak**

Dalam industri jasa pengiriman, efisiensi rute pengantaran merupakan faktor utama dalam meningkatkan kecepatan dan menekan biaya operasional. PT Pos Indonesia sebagai penyedia layanan pengiriman menghadapi tantangan dalam menentukan rute optimal bagi kurirnya, terutama di wilayah perkotaan yang memiliki jaringan jalan kompleks seperti Kecamatan Mariso. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan Algoritma Lin-Kernighan-Helsgaun (LKH) dalam optimasi rute pengiriman pos guna memperoleh rute terpendek yang lebih efisien dibandingkan metode konvensional. Penelitian ini menggunakan data geografis dan pemetaan wilayah Kecamatan Mariso untuk membangun model graf berbobot. Jarak antar titik dihitung menggunakan Rumus Haversine, kemudian diterapkan Algoritma LKH untuk menemukan rute optimal. Hasil simulasi menunjukkan bahwa algoritma ini mampu mengurangi total jarak tempuh pengiriman dibandingkan dengan metode manual yang biasa digunakan kurir. Implementasi Algoritma LKH menghasilkan efisiensi dalam distribusi paket, mengurangi waktu perjalanan, serta menekan biaya operasional yang berhubungan dengan bahan bakar dan tenaga kerja. Dengan hasil yang diperoleh, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem logistik PT Pos Indonesia, serta menjadi referensi dalam optimasi rute pada bidang transportasi dan distribusi.

**Kata Kunci:** Algoritma Lin-Kernighan-Helsgaun, optimasi rute, pengiriman pos, Travelling Salesman Problem, efisiensi logistik .

### **Abstract**

In the shipping service industry, delivery route efficiency is a key factor in improving

speed and reducing operational costs. PT Pos Indonesia, as a postal service provider, faces challenges in determining optimal courier routes, especially in urban areas with complex road networks such as Kecamatan Mariso. This study aims to implement the Lin-Kernighan-Helsgaun (LKH) Algorithm in optimizing postal delivery routes to obtain the shortest and most efficient route compared to conventional methods. This research utilizes geographic data and mapping of Kecamatan Mariso to construct a weighted graph model. The distances between points are calculated using the Haversine Formula, followed by the application of the LKH Algorithm to determine the optimal route. The simulation results indicate that this algorithm successfully reduces the total delivery travel distance compared to the manual method commonly used by couriers. The implementation of the LKH Algorithm enhances package distribution efficiency, reduces travel time, and lowers operational costs related to fuel consumption and workforce. With these findings, this study is expected to contribute to the development of PT Pos Indonesia's logistics system and serve as a reference for route optimization in the transportation and distribution sectors.

**Keywords:** Lin-Kernighan-Helsgaun Algorithm, route optimization, postal delivery, Travelling Salesman Problem, logistics efficiency.

## A. Pendahuluan

PT. Pos Indonesia merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara yang bergerak di bidang jasa pengiriman dan logistik. Sebagai perusahaan yang telah beroperasi selama bertahun-tahun, PT. Pos memiliki peran penting dalam layanan distribusi surat, dokumen, dan paket ke seluruh wilayah Indonesia. Namun, dalam era persaingan industri logistik yang semakin ketat, sebagian besar pangsa pasar jasa pengiriman saat ini telah dikuasai oleh perusahaan swasta yang menawarkan layanan lebih cepat, inovatif, dan kompetitif. Kondisi ini menuntut PT. Pos untuk meningkatkan efisiensi operasional, salah satunya dalam proses pengiriman paket. (Sudaryana, 2020)

Dalam sistem yang berjalan saat ini, proses pengiriman paket di kantor pos melalui beberapa tahapan, dimulai dari penerimaan paket yang dapat dilakukan di kantor pos atau melalui layanan penjemputan oleh kurir dari lokasi tertentu. Setelah paket diterima, tahap berikutnya adalah penyortiran, di mana paket diklasifikasikan berdasarkan tujuan pengiriman menggunakan sistem manual maupun otomatis. Setelah penyortiran, dilakukan perencanaan rute pengantaran, yang umumnya masih bergantung pada pengalaman kurir atau peta rute standar tanpa mempertimbangkan optimasi algoritmik. Selanjutnya, proses pengiriman dilakukan oleh kurir yang membawa paket ke berbagai titik tujuan, dengan kondisi rute yang dapat berubah akibat kepadatan lalu lintas atau faktor eksternal lainnya. Setelah paket berhasil dikirim, kurir melakukan konfirmasi pengantaran, dan data diperbarui dalam sistem sebagai tahap penyelesaian.

Salah satu tantangan utama dalam proses pengiriman adalah efisiensi rute. Rute pengantaran yang tidak optimal dapat menyebabkan peningkatan jarak tempuh dan konsumsi bahan bakar. Kondisi ini berdampak pada meningkatnya biaya operasional. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang dapat mengoptimalkan penentuan rute pengiriman paket, terutama di wilayah perkotaan dengan tantangan geografis dan lalu lintas yang kompleks, seperti Kecamatan Mariso.

Algoritma Lin-Kernighan-Helsgaun merupakan salah satu metode yang efektif dalam menyelesaikan permasalahan Travelling Salesman Problem (TSP) yang relevan dalam optimasi rute pengiriman. Dengan menerapkan algoritma ini dalam sistem penentuan rute di kantor pos, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi melalui beberapa aspek utama. Optimasi rute memungkinkan pengurangan jarak tempuh, sehingga perjalanan kurir dapat diminimalkan, yang berdampak pada pengurangan konsumsi bahan bakar. Selain itu, pengiriman menjadi lebih cepat karena rute yang dipilih lebih optimal dibandingkan metode manual. Efisiensi rute ini juga membantu dalam menekan biaya operasional, termasuk penghematan bahan bakar, perawatan kendaraan, dan jam kerja kurir. Dengan pengiriman yang lebih cepat dan akurat, respon positif terhadap layanan PT. Pos Indonesia pun dapat meningkat.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini berjudul "Implementasi Algoritma LKH (Lin-Kernighan-Helsgaun) dalam Penentuan Rute Terpendek dalam Sistem Pengantaran Pos di Kecamatan Mariso". Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan sistem pengantaran PT. Pos Indonesia dengan menerapkan algoritma LKH, sehingga dapat mengurangi jarak tempuh dan meningkatkan daya saing perusahaan di industri jasa pengiriman.

### 1. Kantor Pos

Kantor Pos Indonesia didirikan pertama kali di Jakarta pada 26 Agustus 1746 oleh Gubernur Jenderal G.W. Baron van Imhoff, dengan mandat awal untuk mengamankan dan memfasilitasi pengiriman surat-menyurat, khususnya bagi kepentingan dagang dan komunikasi dengan Belanda (Nur Sabila et al., 2023). Awalnya, peran lembaga ini terbatas pada pengiriman surat dan uang, namun seiring waktu, fungsinya meluas hingga mencakup layanan modern seperti Western Union dan pembayaran tagihan. Peran sentral Kantor Pos dalam komunikasi masyarakat mulai terkikis signifikan seiring munculnya teknologi komunikasi canggih seperti telepon, ponsel, dan internet.

Kemudahan komunikasi langsung ini menyebabkan berkurangnya ketergantungan masyarakat pada layanan surat-menyurat yang dulunya vital (Sudaryana, 2020). Akibatnya, fokus operasional Kantor Pos kini telah bergeser dari penyedia komunikasi utama menjadi institusi yang lebih menekankan pada kolaborasi dengan perusahaan, instansi, dan perguruan tinggi. Untuk menghadapi persaingan ketat dari perusahaan jasa pengiriman swasta, Kantor Pos terus berupaya mengembangkan produk inovasi layanan publik serta meningkatkan kualitas layanan yang ada, mengingat kualitas pelayanan sangat memengaruhi persepsi individu dan opini publik terhadap institusi.

### 2. Pengiriman Pos

Pelayanan dalam jasa pengiriman barang adalah serangkaian aktivitas terorganisir, baik oleh individu maupun kelompok, yang didasarkan pada sistem, prosedur, dan metode untuk mengelola aspek material pengiriman. Tujuan utama dari pelayanan ini adalah memastikan barang atau paket tiba pada konsumen secara tepat waktu, aman, dan dalam kondisi baik, sehingga dapat memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen. Keberhasilan layanan tidak hanya terletak pada proses fisik pengiriman, tetapi juga pada aspek penting lainnya, seperti kemampuan menangani keluhan, menjaga komunikasi yang jelas, serta fleksibilitas dalam menghadapi permintaan konsumen.

Keberhasilan juga menuntut penyedia layanan untuk beradaptasi dengan teknologi dan ekspektasi konsumen yang menginginkan efisiensi dan kecepatan (Zahra et al., 2024). Sementara Paket POS didefinisikan sebagai barang yang dikemas dan dikirim melalui layanan pos atau ekspedisi, mulai dari dokumen hingga barang elektronik, ekspedisi sendiri merujuk pada keseluruhan proses perjalanan paket atau "pengiriman". Proses ekspedisi ini mencakup seluruh rangkaian aktivitas logistik, mulai dari penjemputan, pengemasan, pengangkutan, hingga penyerahan akhir di lokasi tujuan (Pipit Mulyah et al., 2020).

### 3. Algoritma LKH (Lin-Kernighan Helsgaun)

Algoritma Lin-Kernighan Helsgaun (LKH) adalah metode heuristik terkemuka yang dirancang untuk mengatasi masalah Travelling Salesman Problem (TSP), sebuah tantangan optimasi kombinatorial. Mekanisme inti LKH melibatkan serangkaian pertukaran segmen rute, dikenal sebagai k-opt moves, dengan tujuan menemukan jalur yang lebih efisien dan pendek. Untuk meningkatkan performa, algoritma ini memanfaatkan Candidate Set untuk membatasi opsi pertukaran yang diperiksa dan menggunakan Algoritma Nearest Neighbor dalam pemilihan titik berikutnya.

Karena kemampuannya menangani kompleksitas graf berbobot, LKH sangat relevan untuk aplikasi dunia nyata seperti optimasi rute logistik (Zheng et al., 2021). Dalam konteks optimasi rute pengiriman, LKH diimplementasikan setelah menghitung jarak geografis antar titik menggunakan metode berdasarkan koordinat lintang dan bujur. Setelah jarak diketahui, proses optimasi utama dilakukan dengan pertukaran segmen, seperti 3-OPT, di mana tiga segmen rute diubah urutannya untuk memverifikasi apakah perubahan tersebut menghasilkan total jarak yang lebih pendek; perubahan akan diterima jika rute baru terbukti lebih efisien.

Dalam penelitian ini, LKH diaplikasikan pada sistem pengantaran pos di Kecamatan Mariso. Tahapannya meliputi pengumpulan data koordinat pengantaran, pemetaan ke dalam graf berbobot, perhitungan jarak, dan penerapan Algoritma LKH untuk menghasilkan rute kurir

yang paling optimal, yang pada akhirnya akan meningkatkan efektivitas operasional pengiriman.

#### 4. Kecamatan Mariso

Kecamatan Mariso dikategorikan sebagai kawasan kumuh berat di perkotaan dengan kepadatan penduduk tinggi, diperkirakan mencapai \$40.000\$ hingga \$50.000\$ jiwa dalam luas area sekitar \$3,67 \text{ km}^2\$. Permasalahan utama di kawasan ini meliputi dominasi perumahan sederhana yang sering dibangun di lahan non-resmi, menyebabkan kondisi hunian yang jauh dari standar kesehatan. Infrastruktur dasar masih memerlukan perbaikan signifikan, ditandai dengan kualitas jalan yang buruk dan akses yang terbatas terhadap fasilitas umum esensial, termasuk institusi pendidikan dan kesehatan. Dari aspek lingkungan, Mariso menghadapi isu pencemaran air dan penumpukan sampah yang diperparah oleh rendahnya kesadaran kebersihan masyarakat. Secara sosio-ekonomi, mayoritas penduduk bekerja di sektor informal dengan tingkat pendapatan yang rendah. Meskipun demikian, kawasan ini memiliki keragaman budaya yang kuat dan tradisi lokal yang masih dijaga. Untuk mengatasi permasalahan struktural ini, intervensi penanganan kawasan kumuh, seperti rehabilitasi perumahan dan pembangunan infrastruktur yang dilakukan oleh pemerintah kota dan lembaga terkait, menjadi krusial dalam upaya meningkatkan kualitas hidup dan menciptakan lingkungan yang berkelanjutan di Mariso (Khaedar et al., 2020).



#### 5. Traveling Salesmen Problem (TSP)

Traveling Salesman Problem (TSP) adalah masalah untuk menemukan rute terpendek atau jarak minimum yang harus ditempuh oleh seorang salesman untuk mengunjungi kota, dengan setiap kota hanya dikunjungi satu kali dan kembali ke kota awal. TSP dapat diwakili dalam bentuk graf lengkap berbobot, di mana bobot pada setiap sisi mewakili jarak antar kota. Tujuan dari TSP adalah untuk menentukan rute yang mencakup semua kota tersebut, dengan total bobot atau jarak yang minimal. (Prasetyo, 2017)

Sebagian besar masalah Traveling Salesman Problem bersifat simetris. Artinya, jarak antara dua kota, misalnya kota A dan kota B, adalah sama baik dari A ke B maupun dari B ke A. Dengan demikian, rute perjalanan yang mengelilingi seluruh kota akan menghasilkan jarak total yang identik jika rute tersebut dibalik. Masalah TSP dapat dimodelkan dalam bentuk graf.

Dalam representasi ini, kota-kota yang perlu dikunjungi diwakili oleh simpul atau titik pada graf, sedangkan jarak antar kota diwakili oleh sisi atau garis yang menghubungkan simpul-simpul tersebut. Di lapangan, model graf sering kali melibatkan sejumlah besar simpul dan sisi, sehingga sulit dan memakan waktu lama jika hanya menggunakan representasi grafis. Untuk mengatasi hal ini, graf dapat direpresentasikan dalam bentuk matriks. Representasi matriks memungkinkan pengolahan data graf menjadi lebih efisien dan mudah dilakukan menggunakan bantuan komputer. (Prasetyo, 2017).

#### 6. Jalur Terpendek (Shortest Route)

Jalur Terpendek (Shortest Route) didefinisikan sebagai jalur yang menuntut biaya atau jarak minimal untuk menghubungkan titik awal dan titik tujuan. Masalah ini secara konvensional dimodelkan menggunakan graf, di mana lokasi atau kondisi diwakili sebagai simpul (vertex) dan pergerakan atau koneksi diwakili sebagai sisi (edge) yang memiliki bobot (Winarta et al., 2021).

Dalam konteks ini, tujuan utama pencarian Jalur Terpendek adalah meminimalkan total bobot yang harus dilalui, yang secara praktis berarti mengoptimalkan waktu, jarak, atau biaya perjalanan (Dendi et al., 2021; Rahayu et al., 2021). Oleh karena itu, Jalur Terpendek memiliki nilai minimal dari suatu lintasan keseluruhan, yang sangat penting karena berhubungan langsung dengan optimisasi penggunaan waktu dan penghematan biaya, memungkinkan pekerjaan dilakukan secara lebih efisien dan cepat (Rahayu et al., 2021).

Untuk memecahkan masalah optimasi ini, berbagai metode kecerdasan buatan dapat digunakan, salah satunya adalah Algoritma Genetika, yang efektif dalam mencari solusi optimal untuk masalah optimasi multivariabel (Melladia, 2020). Penerapan konsep ini sangat luas, mencakup bidang navigasi, perencanaan rute logistik, optimasi jaringan, dan pemodelan sistem dinamis.

## 7. Konsep Teori Graph

Teori graf, salah satu cabang matematika yang diperkenalkan oleh Leonhard Euler pada tahun 1736 untuk menyelesaikan masalah jembatan Königsberg, pada awalnya lebih dikenal sebagai alat untuk memecahkan teka-teki, ia mengangkat status matematis teori graf ke tingkat yang lebih serius dan terapan. (Syihabuddin et al., 2022) Teori Graf, dalam matematika dan ilmu komputer, adalah studi tentang sifat-sifat graf atau grafik. Graf adalah kumpulan objek terstruktur di mana beberapa pasangan objek memiliki hubungan atau keterkaitan. (Buhaerah et al., 2019)

Selama hampir seratus tahun setelah tulisan Euler diterbitkan, perkembangan dalam teori graf tidak menunjukkan kemajuan yang signifikan. Baru pada tahun 1847, G.R. Kirchoff (1824–1887) berhasil membuat terobosan dengan mengembangkan teori pohon (Theory of Trees), yang kemudian diaplikasikan untuk menyelesaikan masalah dalam jaringan listrik. Sepuluh tahun kemudian, pada tahun 1857, A. Cayley (1821–1895) memperluas penggunaan konsep pohon untuk memecahkan masalah dalam bidang kimia, khususnya dalam memahami struktur senyawa hidrokarbon. Selain kontribusi Kirchoff dan Cayley, masa tersebut juga menjadi saksi lahirnya dua ide penting dalam teori graf.

## B. Hasil dan Pembahasan

### 1. Pengambilan Data

Penelitian ini bertujuan untuk menemukan rute terpendek yang dapat ditempuh bagi pengantar pos dalam mencapai lokasi tujuan pengantaran di Kecamatan Mariso. Pengumpulan data peta wilayah dilakukan secara sistematis dengan mengikuti prosedur perizinan yang berlaku. Tahapan pertama dalam proses ini adalah memperoleh surat izin penelitian dari kampus sebagai dasar legalitas penelitian. Setelah surat izin diperoleh, dokumen tersebut diajukan ke Kantor pos kecamatan Mariso. Setelah izin sudah diterbitkan, penelitian akhirnya dapat dilaksanakan di Kecamatan Mariso dengan dukungan serta koordinasi dari pihak Kantor Pos. Dengan mengikuti prosedur ini, kami memastikan bahwa seluruh aktivitas penelitian dilakukan secara resmi dan sesuai dengan ketentuan yang berlaku, sehingga data yang diperoleh valid, dapat dipertanggungjawabkan, dan bermanfaat bagi kepentingan yang lebih luas.

Selain itu, data juga dikumpulkan melalui wawancara dengan petugas pengantar Pos di Kantor Pos Kecamatan Mariso. Melalui wawancara ini, diperoleh informasi penting mengenai rute yang paling sering dilalui, kendala yang dihadapi selama perjalanan menuju lokasi tujuan, serta strategi yang digunakan untuk menentukan jalur terpendek dan paling efektif. Dan berikut Adalah gambar geografis atau peta kecamatan mariso

### 2. Penggambaran Peta

Sebagai bagian dari upaya meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam menentukan rute terpendek untuk sistem pengiriman pos di Kecamatan Mariso, kami telah melakukan pemetaan ulang data wilayah ini. Pemetaan ulang ini bertujuan untuk memastikan bahwa semua elemen penting, seperti jalur pengiriman, titik distribusi, serta aksesibilitas ke area penerima, terwakili secara akurat. Dalam prosesnya, kami tidak hanya memverifikasi data yang sudah ada, tetapi juga menambahkan informasi terbaru yang diperoleh dari survei lapangan dan berbagai sumber data terkini.

Langkah ini sangat penting untuk mengidentifikasi perubahan yang mungkin terjadi di lapangan, seperti penambahan jalan baru, perubahan aksesibilitas, atau pembangunan infrastruktur yang dapat memengaruhi efisiensi rute pengiriman pos. Melalui pemetaan ulang

ini, diharapkan data peta yang dihasilkan lebih komprehensif dan akurat dalam menggambarkan kondisi wilayah Kecamatan Mariso. Keakuratan data ini akan sangat bermanfaat dalam analisis rute, di mana kecepatan dan ketepatan waktu menjadi faktor krusial dalam memastikan pengiriman pos yang efisien dan tepat waktu. Selain itu, peta yang lebih akurat juga dapat mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif dalam perencanaan dan optimalisasi sistem pengantaran pos di masa depan.

Gambar berikut adalah penggambaran ulang denah peta kecamatan mariso yang memfokuskan rute-rute yang bisa di lalui unit pengantar pos



### 3. Penentuan Titik Graph

Setiap pembelokan dan persimpangan jalan direpresentasikan sebagai simpul (node) dalam graf. Titik-titik ini terletak di lokasi pertemuan dua atau lebih jalan yang memungkinkan kurir Pos untuk memilih rute yang bervariasi sesuai dengan arah yang akan dituju. Dengan kata lain, pada setiap titik persimpangan atau pembelokan, kurir memiliki opsi untuk melanjutkan perjalanan ke rute alternatif, tergantung pada tujuan pengiriman.

Peta kawasan yang ditampilkan di bawah ini memberikan gambaran visual tentang bagaimana simpul-simpul tersebut terhubung satu sama lain. Setiap titik biru pada peta secara khusus menandai titik pembelokan dan persimpangan jalan yang ada di area tersebut, yang menjadi tempat bagi kurir untuk memilih jalur yang sesuai. Di dalam graf, titik-titik ini berfungsi sebagai simpul yang dihubungkan oleh jalan-jalan yang mewakili edge, dan masing-masing edge ini bisa memiliki bobot yang mencerminkan jarak, waktu tempuh, atau faktor lainnya.

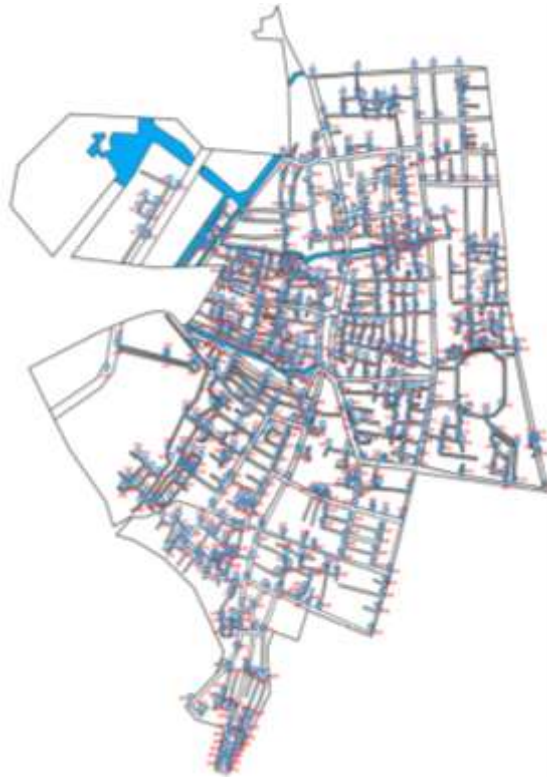
Gambar berikut adalah gambar denah peta kecamatan mariso setelah ditandai dengan titik biru pada setiap perempatan dan belokan jalan



#### 4. Penamaan Titik Graph

Penamaan titik-titik dalam graf ini dilakukan secara sistematis menggunakan huruf abjad untuk memastikan identifikasi yang jelas dan konsisten. Proses ini dimulai dengan huruf A hingga Z, di mana setiap titik mendapatkan label unik. Setelah mencapai Z, penamaan dilanjutkan dengan menambahkan angka di belakang huruf, seperti A1, A2, A3, sampai A50 atau lebih dan lanjut berulang kembali ke huruf B1, B2, B3, dan seterusnya.

Proses ini berlangsung hingga seluruh 675 titik dalam graf teridentifikasi, dengan titik terakhir diberi label M53. Sistem penamaan ini tidak hanya mempermudah pelacakan setiap titik dalam graf, tetapi juga mendukung analisis dan interpretasi data secara lebih sistematis dan terstruktur. Secara keseluruhan, jumlah titik yang menggunakan sistem penamaan ini adalah 675 titik.



Ilustrasi ini menampilkan peta wilayah dengan penanda berwarna biru, di mana setiap titik biru merepresentasikan simpul dalam graf yang berjumlah total 675 titik, dimulai dari Titik A hingga Titik M53. Secara khusus, titik F37 digunakan untuk menandai lokasi kantor pos di Kecamatan Mariso. Sistem penamaan ini dirancang untuk mempermudah identifikasi dan analisis rute dalam menentukan jalur pengantaran pos yang paling optimal.

#### 5. Pengukuran Jarak

Dalam penelitian ini, pengukuran jalan dilakukan untuk menentukan jarak antara titik persimpangan dan belokan jalan, dengan mempertimbangkan arah utama (barat, timur, utara, selatan). Data jarak ini digunakan sebagai input dalam Algoritma Lin-Kernighan-Helsgaun untuk mencari rute terpendek dalam sistem pengantaran pos secara optimal. Dengan mengoptimalkan rute dengan melakukan pertukaran jalur secara lokal untuk meminimalkan jarak atau waktu tempuh, sehingga menghasilkan rute terbaik yang menghubungkan semua titik persimpangan secara efisien.

Langkah-langkah Pengukuran Jalan:

##### 1. Identifikasi Titik-Titik pada Graf:

Titik-titik dalam graf ditempatkan pada setiap perempatan dan belokan jalan yang ada di jaringan jalan Kecamatan Mariso, dengan mempertimbangkan arah utama seperti barat, timur, utara, dan selatan. Setiap titik dalam graf merepresentasikan lokasi fisik, seperti perempatan jalan, pembelokan, atau persimpangan penting lainnya yang memiliki peran signifikan dalam navigasi. Penentuan titik ini berdasarkan pada struktur jaringan jalan yang ada, di mana setiap titik menunjukkan persimpangan yang dapat mengubah arah perjalanan atau menentukan jalur yang akan dilalui. Hal ini bertujuan untuk memberikan representasi yang lebih akurat dari kondisi nyata di lapangan, sehingga algoritma yang diterapkan dapat menghitung rute dengan mempertimbangkan titik-titik kritis yang mempengaruhi alur perjalanan.

## 2. Pengukuran Jarak Antar Titik

Pengukuran dilakukan dengan cara mengukur jarak langsung antara dua titik dalam graf yang terhubung secara horizontal (barat-timur) dan vertikal (utara-selatan), mengikuti arah utama yang ada di jaringan jalan. Untuk memastikan akurasi, pengukuran ini dilakukan dengan memanfaatkan data peta digital seperti Google Maps untuk menggambarkan kondisi jalan secara terperinci dan mendapatkan estimasi jarak yang akurat.



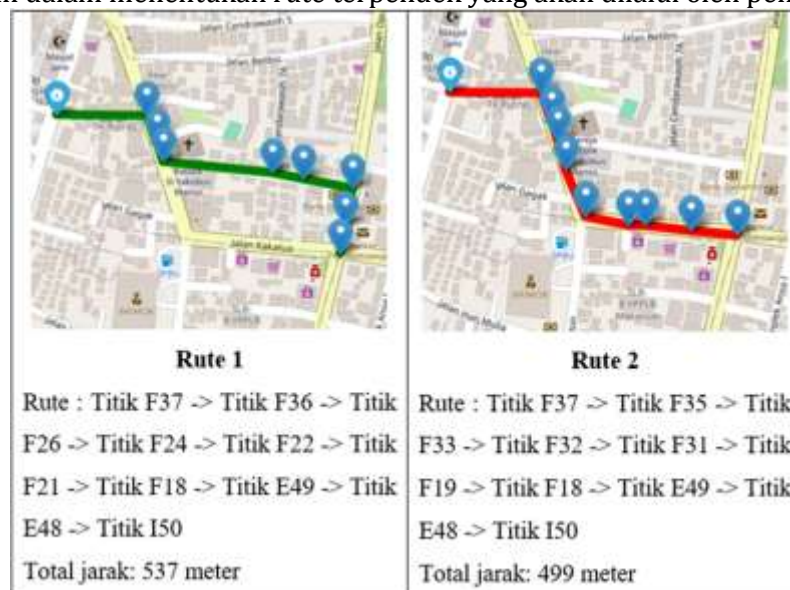
Selain itu, untuk jalan yang memiliki belokan diagonal (misalnya, dari barat laut ke tenggara), pengukuran dilakukan dengan mengukur panjang jalan yang mengikuti arah belokan tersebut. Dalam hal ini, jarak dihitung dengan memperhatikan perubahan arah yang lebih kompleks, yang tidak hanya mengikuti garis lurus horizontal atau vertikal. Pendekatan ini memastikan bahwa perhitungan jarak mencerminkan kondisi geografis yang sebenarnya, sehingga hasilnya lebih representatif terhadap jaringan jalan yang ada di lapangan dan dapat digunakan secara akurat dalam algoritma perencanaan rute. Pengukuran Jarak Antar titik

## 6. Simulasi dan Hasil Rute Terpendek

Hasil Pengujian:

Pada bagian ini, akan disajikan hasil evaluasi terhadap algoritma yang saya kembangkan untuk menentukan rute terpendek menuju lokasi titik pengantaran di kecamatan Mariso. Pengujian dilakukan dalam lima seri dengan kondisi dan parameter yang bervariasi untuk mengevaluasi kinerja algoritma dalam berbagai situasi. Pengukuran dilakukan dengan pendekatan manual berdasarkan data geografis dan panjang ruas jalan yang menghubungkan setiap simpul. Jarak antar titik dihitung menggunakan rumus perhitungan jarak berdasarkan koordinat geografis atau panjang ruas jalan yang tersedia.

Analisis ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai kinerja algoritma LKH yang diuji dan menilai sejauh mana algoritma tersebut dapat memenuhi tujuan penelitian dalam menentukan rute terpendek yang akan dilalui oleh pengantar Pos.



Gambar di atas merupakan 2 jalur berbeda, namun memiliki titik awal dan titik tujuan sama yang akan dilalui oleh pengantar pos. Pada rute 1 dimulai dari titik F37 yang merupakan kantor pos dan melalui beberapa titik yaitu: Titik F36, Titik F26, Titik F24, Titik F22, Titik F21, Titik F18, Titik E49, Titik E48, untuk sampai di titik tujuan yaitu I50. Sedangkan pada rute 2 dimulai dari Titik F37 sebagai titik awal dan melalui beberapa titik yaitu: Titik F35, Titik F33, Titik F32, Titik F31, Titik F19, Titik F18, Titik E49, Titik E48, dan Titik I50.

Cara untuk mendapatkan total jarak yang akan di tempuh oleh oleh kedua rute adalah dengan menjumlahkan jarak antar titik yang di lalui seperti pada titik F37 ke titik F36 dengan jarak 38 meter dijumlahkan dengan titik yang akan dilalui selanjurnya yaitu jarak antara titik F36 ke titik F26 dengan jarak 52 meter. Berikut ini adalah cara perhitungan kedua rute di atas:

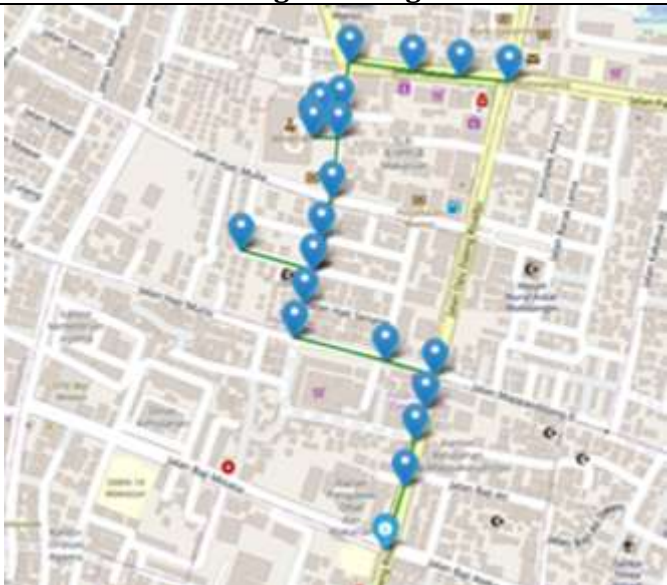
**(a)Rute 1**

=Titik F37 ke Titik F36 + Titik F36 ke Titik F26 + Titik F26 ke Titik F24 + Titik F24 ke Titik F22 + Titik F22 ke Titik F21 + Titik F21 ke Titik F18 + Titik F18 ke Titik E49 + Titik E49 ke Titik E48 + Titik E48 ke Titik I50  
 = 38 + 52 + 66 + 42 + 16 + 132 + 26 + 50 + 115  
 = 537 meter.

**(b)Rute 2**

=Titik F37 ke Titik F35 + Titik F35 ke Titik F33+ Titik F33 ke Titik F32 + Titik F32 ke Titik F31 + Titik F31 ke Titik F19 + Titik F19 ke Titik F18 + Titik F18 ke Titik E49 + Titik E49 ke Titik E48 + Titik E48 ke Titik I50  
 =63 + 60 + 22 + 42 + 35 + 45+ 41 + 26 + 50 + 115  
 = 499 meter.

Tabel 1 Hasil Pengujian Algoritma LKH

Titik Asal	Titik Tujuan	Total Jarak dan Output Hasil Gambar Dari Algoritman Lin-Kernighan Helsgaun
Titik F37	1. Titik F31 2. Titik M38 3. Titik K22 4. Titik K30 5. Titik K35	 <p>1. Titik F37 -&gt; Titik F35 -&gt; Titik F33 -&gt; Titik F31= 202.96 meter          2. Titik F31-&gt; Titik K4 -&gt; Titik M39 -&gt; Titik M38= 111.02 meter          3. Titik M38 -&gt; Titik K11-&gt; Titik K12 -&gt; Titik K14 -&gt;Titik K23 -&gt; Titik K24 -&gt; Titik K22 = 308.98 meter          4.K22 -&gt; K24 -&gt; K25 -&gt; K26 -&gt; K30 = 302.55 meter          5.Titik K30 -&gt; Titik K31-&gt; Titik K32 -&gt; Titik K33 -&gt; Titik K34 -&gt; Titik K35= 296.83 meter          Total jarak yang ditempuh = 1222.34 meter</p>

Tabel diatas adalah hasil pengujian algoritma LKH yang menunjukkan bagaimana algoritma ini diterapkan dalam menentukan rute terpendek dalam sistem pengantaran pos di Kecamatan Mariso. Titik asal dalam setiap pengujian adalah titik F37, yang merupakan lokasi Kantor Pos Kecamatan Mariso, sedangkan titik tujuan bervariasi untuk mencakup berbagai skenario perjalanan kurir pos. Dalam setiap pengujian, algoritma LKH menghasilkan rute optimal dengan menentukan urutan titik yang harus dilalui agar jarak tempuh seminimal mungkin. Jalur yang terbentuk merupakan hasil optimasi algoritma, yang mempertimbangkan panjang jalan serta keterkaitan antar titik dalam jaringan jalan di Kecamatan Mariso.

Hasil pengujian saya menunjukkan bahwa total jarak yang ditempuh dalam setiap skenario bervariasi tergantung pada titik tujuan yang dipilih. Misalnya, dalam salah satu pengujian, algoritma menentukan jalur dari titik F37 menuju titik F31 melalui titik F35 dan F33 dengan jarak 202.96 meter, sementara dalam pengujian lain, jalur yang menghubungkan beberapa titik seperti K35, K40, M6, hingga M32 menghasilkan jarak tempuh total mencapai 1839.47 meter. Metode pengukuran jarak dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data geografis

dari peta digital serta perhitungan manual berbasis panjang ruas jalan yang menghubungkan setiap titik graf.

Dari hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa algoritma LKH mampu menghasilkan rute terpendek dibandingkan dengan penentuan rute berdasarkan pengalaman kurir. Dengan melalui rute yang lebih pendek, dapat memungkinkan kurir hemat bahan bakar serta mengurangi biaya operasional.

### C. Kesimpulan

Algoritma LKH telah berhasil kami terapkan dalam sistem pengantaran pos di Kecamatan Mariso. Algoritma ini mampu menghasilkan rute optimal dengan menentukan urutan titik yang harus dilalui agar jarak tempuh seminimal mungkin. Proses optimasi mempertimbangkan panjang jalan serta keterkaitan antar titik dalam jaringan jalan di wilayah penelitian.

Algoritma LKH terbukti lebih efisien dibandingkan dengan hanya mengandalkan pengalaman kurir dalam menentukan rute. Dengan penerapan algoritma ini jarak yang tempuh oleh kurir menjadi lebih pendek, serta terdapat penghematan bahan bakar dan biaya operasional.

### D. Referensi

- Buhaerah, Busrah, Z., & Sanjaya, H. (2019). Teori Graf dan Aplikasinya. In *Living Spiritual Quotient*.
- Dendi, M., Santoso, A., Daru Kusuma, P., & Ningsih, C. S. (2021). Pemilihan Rute Terpendek Pasien Untuk Penanganan Covid-19 Di Jakarta Menggunakan Algoritma Steepest Ascent Hill Climbing Shortest Route Selection of Patients for Handling Covid-19 in Jakarta Using Steepest Ascent Hill Climbing Algorithm. *Jurnal Teknik Informatika*, 8(5), 6402–6410.
- Informatika, J., & Informasi, S. (2023). *INFORMASI (Jurnal Informatika dan Sistem Informasi) Volume 15 No.1 / Mei / 2023*. 15(1), 70–80.
- Khaedar, M., Supardi, R., & Alam, S. (2020). DIKDAS MATAPPA : Jurnal Ilmu Pendidikan Dasar. *Jurnal Ilmu Pendidikan Dasar*, 3(April), 794–800.
- Melladia. (2020). Algoritma Genetika Menentukan Jalur Jalan dengan Lintasan Terpendek (Shortest Path). *Prosiding Seminar Nasional Sistem Informasi Dan Teknologi (SISFOTEK)*, 4(1), 112–117.
- Nur Sabila, S., Subarno, A., & Susantiningrum, S. (2023). Penerapan i-pos dalam meningkatkan pelayanan pelanggan di PT Pos Indonesia Wilayah Surakarta. *JIKAP (Jurnal Informasi Dan Komunikasi Administrasi Perkantoran)*, 7(6), 487. <https://doi.org/10.20961/jikap.v7i6.65910>
- Pipit Mulyah, Dyah Aminatun, Sukma Septian Nasution, Tommy Hastomo, Setiana Sri Wahyuni Sitepu, T. (2020). 濟無No Title No Title No Title. *Journal GEEJ*, 7(2), 4–8.
- Prasetyo, Y. D. (2017). Penyelesaian Travelling Salesman Problem Dengan Algoritma Branch and Bound. *Jurnal MATEMATICS PAEDAGOGIC*, 1(2), 162–168. [www.jurnal.una.ac.id/indeks/jmp](http://www.jurnal.una.ac.id/indeks/jmp)
- Rahayu, C. S., Gata, W., Rahayu, S., Salim, A., & Budiarto, A. (2021). Penerapan Algoritma Dijkstra Dalam Penentuan Lintasan Terpendek Menuju Upt. Puskesmas Cilodong Kota Depok. *Jurnal Teknik Informatika*, 14(1), 81–92. <https://doi.org/10.15408/jti.v14i1.18721>
- Simarmata, J. E. (2020). Penerapan Algoritma Branch and Bound Pada Persoalan Pedagang Keliling (Travelling Salesman Problem). *RANGE: Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(2), 111–121. <https://doi.org/10.32938/jpm.v1i2.366>
- Sisi, D. U. A., Pada, O., Es, P. T., & Boyolali, M. (2019). *MENYELESAIKAN TRAVELLING SALESMAN PROBLEM DENGAN METODE*. 8(1).
- Sudaryana, Y. (2020). Pengaruh Kualitas Pelayanan, Kepercayaan Dan Harga Terhadap Kepuasan Konsumen Pada Kantor Pos Indonesia (Persero) Kota Tangerang. *Journal of Management Review*, 4(1), 447–455.
- Syihabuddin, R. F., Jauhari, M. N., Khudzaifah, M., & Fahmi, H. (2022). Implementasi Algoritma A-Star dalam Menentukan Rute Terpendek Destinasi Wisata Kota MalSyihabuddin, R. F., Jauhari, M. N., Khudzaifah, M., & Fahmi, H. (2022). Implementasi Algoritma A-Star dalam Menentukan Rute Terpendek Destinasi Wisata Kota Malang. *Jurn. Jurnal Riset Mahasiswa Matematika*, 1(5), 236–245.
- Tani, F., Warsito, A., & Lapono, L. A. S. (2022). Kajian Optimasi Rute Terpendek Menggunakan Metode Simulated Annealing untuk Distribusi Obat pada Jaringan Apotek Kimia Farma di

- Kota Kupang. *Magnetic: Research Journal Of Physics and It's Application*, 2(2), 179–187.
- Winarta, L. M. A., Daru Kusuma, P., & Setianingsih, C. (2021). *Analisa Sistem Pencarian Jalur Pada Aplikasi Panggilan Darurat Menggunakan Algoritma A\* (A STAR) dan PRIM Routing*. 8(6), 11901–11908.
- Zahra, A., Herawaty, T., & Muttaqin, Z. (2024). Pengembangan Kualitas Pelayanan Jasa Pengiriman Barang pada PT Pos Indonesia (Persero) KCU Bandung. *Jurnal Administrasi Bisnis (JAB)*, 14(1), 95–103.
- Zheng, J., He, K., Zhou, J., Jin, Y., & Li, C. M. (2021). Combining Reinforcement Learning with Lin-Kernighan-Helsgaun Algorithm for the Traveling Salesman Problem. *35th AAAI Conference on Artificial Intelligence, AAAI 2021*, 14A, 12445–12452. <https://doi.org/10.1609/aaai.v35i14.17476>