

# Perbandingan Algoritma Nearest Neighbor dan Cheapest Insertion Heuristic Dalam Menyelesaikan Pendistribusian Barang SPX Express Shopee

Sitti Rahmah<sup>\*1</sup>, Yulindawati<sup>2</sup>, Muh. Jamil<sup>3</sup>, Aldi Bastiatul Fawait<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup>Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Widya Gama Mahakam Samarinda

<sup>2</sup>Program Studi Teknik informatika, STMIK Widya Cipta Dharma

e-mail: <sup>\*1</sup>sitti.rahmah@uwgm.ac.id

## Abstrak

*Kajian ini membahas perbandingan algoritma Nearest Neighbor dan Cheapest Insertion Heuristic dalam menyelesaikan permasalahan pendistribusian barang pada SPX Express Shopee. Permasalahan distribusi barang sering dihadapi oleh perusahaan logistik karena banyaknya titik tujuan yang harus dikunjungi sehingga diperlukan penentuan rute yang efisien untuk meminimalkan jarak tempuh. Dalam riset dirancang untuk menentukan rute distribusi optimal dengan membandingkan kinerja kedua algoritma tersebut. Metode riset yang digunakan adalah metode komputasi heuristik berdasarkan data jarak antartitik distribusi. Proses studi dimulai dengan menentukan titik awal distribusi, menghitung jarak antar lokasi, kemudian menerapkan algoritma Nearest Neighbor dan Cheapest Insertion Heuristic untuk memperoleh rute penyaluran yang efisien. Temuan riset menunjukkan bahwa algoritma Nearest Neighbor menghasilkan dua alternatif rute dengan total jarak 102 km dan 107,3 km. Sementara itu, algoritma Cheapest Insertion Heuristic menunjukkan rute dengan total jarak perjalanan yang lebih pendek sebesar 95,4 km. Berdasarkan hasil tersebut, disimpulkan bahwa metode Cheapest Insertion Heuristic lebih optimal dalam menentukan rute pendistribusian barang karena mampu meminimalkan total jarak tempuh. Hasil riset diharapkan dapat memberikan referensi penentuan rute distribusi yang lebih efisien pada kegiatan logistik bagi pihak terkait dalam mengambil keputusan.*

**Kata kunci:** Algoritma Nearest Neighbor, Algoritma Cheapest Insertion Heuristic, Barang, Pendistribusian, Perbandingan

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi memungkinkan transaksi dilakukan secara daring melalui berbagai platform elektronik. Dalam perdagangan online, pengiriman barang menjadi bagian penting, salah satunya melalui SPX Express Shopee sebagai layanan logistik resmi Shopee yang mengirimkan paket dari penjual ke pembeli [1]. Layanan ini menyediakan pelacakan paket secara real-time dan memiliki jaringan distribusi yang menjangkau ratusan kota di Indonesia untuk memastikan pengiriman aman dan tepat waktu. Transportasi merupakan faktor penting dalam mendukung distribusi produk agar kegiatan usaha berjalan lancar dan menghasilkan keuntungan [2]. Distribusi yang efektif memengaruhi efisiensi jarak, biaya operasional, serta ketepatan waktu pengiriman [3]. Sebaliknya, perencanaan yang kurang optimal dapat meningkatkan biaya dan menyebabkan keterlambatan [4][5], sehingga penentuan rute distribusi sering dikaji sebagai masalah optimasi yang berkaitan dengan *Traveling Salesman Problem (TSP)* [6].

Untuk memodelkan permasalahan TSP pada distribusi paket SPX Express Shopee, digunakan konsep teori graf. Graf  $G(V,E)$  merupakan pasangan terurut yang terdiri atas himpunan simpul  $V$  sebagai representasi lokasi pengiriman dan himpunan sisi  $E$  sebagai jalur penghubung

antar lokasi. Setiap sisi  $e_{ij} \in E$  memiliki bobot  $c_{ij} \geq 0$  yang dapat menyatakan jarak, biaya, atau waktu tempuh perjalanan. Representasi graf tersebut memungkinkan hubungan antar lokasi pengiriman divisualisasikan dan dianalisis sehingga dapat digunakan untuk menentukan rute distribusi yang optimal [7][8]. Traveling Salesman Problem (TSP) kemudian digunakan untuk mencari lintasan terbaik yang mengunjungi seluruh lokasi pengiriman satu kali dan kembali ke titik awal dengan total jarak atau biaya minimum [9][10][11]. Permasalahan TSP banyak diselesaikan menggunakan berbagai algoritma, seperti Brute Force, Nearest Neighbor, Cheapest Insertion Heuristic, Algoritma Christofides, dan Algoritma Genetika [12].

Cheapest Insertion Heuristic (CIH) adalah metode dalam algoritma insertion yang menambahkan titik baru ke dalam subtour berdasarkan biaya tambahan paling kecil [13]. Metode heuristik sendiri adalah pendekatan percobaan untuk memperoleh solusi ketika penggunaan algoritma secara langsung kurang praktis [14]. Sementara itu, metode Nearest Neighbor memanfaatkan matriks jarak sebagai acuan dalam proses perhitungan dengan memilih titik terdekat sebagai tujuan berikutnya dari titik terakhir yang dikunjungi [15].

Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa penerapan algoritma penyelesaian Traveling Salesman Problem (TSP) mampu meningkatkan efisiensi rute distribusi pada sektor logistik. Menurut hasil penelitian [16], rute awal distribusi memiliki jarak 29,96 km (86 menit) pada pagi hari dan 35,18 km (95 menit) pada siang hari dengan biaya Rp56.520. Setelah optimasi menggunakan Nearest Neighbor, jarak berkurang menjadi 26,81 km dan 29,03 km dengan biaya Rp47.885. Penerapan Insertion Heuristic menghasilkan rute yang lebih optimal yaitu 23,46 km dan 28,73 km dengan biaya Rp45.451. Selain itu, penelitian [17] menunjukkan bahwa algoritma Nearest Neighbor pada permasalahan TSP dapat menentukan jalur pengiriman yang lebih optimal dengan jarak 55,3 km. Berdasarkan hasil pengujian, algoritma CIH menunjukkan performa yang lebih baik daripada NN dalam menentukan rute distribusi. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pemodelan TSP dan penerapan algoritma optimasi rute dapat memberikan penghematan jarak tempuh, waktu distribusi, dan biaya operasional. Oleh karena itu, pendekatan serupa perlu dikaji pada distribusi paket SPX Express Shopee untuk memperoleh rute pengiriman yang lebih efisien sesuai dengan karakteristik wilayah penelitian.

Studi ini bertujuan membandingkan algoritma Nearest Neighbor dan Cheapest Insertion Heuristic dalam menentukan lintasan distribusi lebih optimal pada layanan SPX Express. Dalam riset penting untuk mengetahui metode yang lebih efektif dalam mengoptimalkan jarak tempuh, waktu, dan biaya distribusi pada permasalahan rute yang berkaitan dengan Traveling Salesman Problem.

## 2. METODE PENELITIAN

Data pada riset ini merupakan data sekunder yang bersumber dari website <https://spx.co.id/service-point/around>. Data tersebut mencakup lokasi gudang serta titik tujuan distribusi di wilayah Kota Samarinda Kalimantan Timur, dengan jumlah tujuan yang dibatasi sebanyak 13 titik tujuan distribusi. Tahapan pengolahan data dalam riset dilakukan melalui beberapa langkah, yaitu:

1. Menentukan data alamat Gudang menuju titik-titik tujuan distribusi barang
2. Mengonversi data ke dalam bentuk matriks dan memberikan label pada setiap titik lokasi.
3. Menentukan jarak dari gudang menuju masing-masing titik tujuan serta jarak antar lokasi tujuan menggunakan bantuan Google Maps.
4. Menentukan rute distribusi barang dengan menggunakan algoritma Nearest Neighbor dan Cheapest Insertion Heuristic (CIH).
5. Menarik kesimpulan dan menyusun saran berdasarkan hasil pengolahan data yang diperoleh.

### 2.1. Metode Nearest Neighbor

Metode Nearest Neighbor ialah metode heuristik yang terapkan untuk menyelesaikan

permasalahan rute dengan memulai dari titik awal kemudian memilih titik yang paling dekat. Metode ini menentukan rute distribusi dengan mengunjungi konsumen terdekat dari lokasi terakhir hingga akhirnya kembali ke depot asal [18]. Metode Nearest Neighbor Heuristic (NNH) memulai pembentukan rute dari satu simpul atau kota awal yang dipilih secara acak atau berdasarkan pertimbangan tertentu. Selanjutnya, metode ini secara bertahap menambahkan simpul berikutnya yang memiliki jarak paling dekat dengan simpul terakhir dalam rute hingga seluruh simpul telah dikunjungi. Teknik ini tergolong sederhana, namun dapat menghasilkan solusi yang kurang optimal terutama ketika jumlah simpul dan ruang pencarian semakin besar. Metode NNH memiliki kompleksitas  $O(n^2)$  [19].

## 2.2. *Algoritma Cheapest Insertion Heuristic (CIH)*

Algoritma Cheapest Insertion Heuristic (CIH) ialah algoritma yang menyusun lintasan dengan bobot minimum dengan menambahkan titik baru secara bertahap hingga terbentuk suatu tour. Titik yang terpilih berdasarkan nilai penyisipan paling kecil [20]. Pada setiap tahap, kota yang dipilih untuk dimasukkan ke dalam rute adalah kota yang memberikan tambahan jarak minimum dibandingkan alternatif lainnya. Langkah-langkah penerapan algoritma CIH sebagai berikut:

- Proses pencarian dimulai dengan menentukan sebuah kota sebagai titik awal yang kemudian dihubungkan kembali ke kota tersebut untuk membentuk rute awal.
- Setelah itu dibuat suatu sub-tur yang menghubungkan dua kota. Sub-tur adalah lintasan yang berawal dimulai dari suatu kota dan berakhir kembali di kota yang sama. Sebagai contoh rute  $(1,3) \rightarrow (3,2) \rightarrow (2,1)$ .
- Selanjutnya salah satu busur atau hubungan antar kota diganti dengan dua busur baru. Busur  $(i,j)$  diubah menjadi busur  $(i,k)$  dan  $(k,j)$ , dengan  $k$  merupakan kota yang belum termasuk dalam sub-tur. Kota yang dipilih adalah kota yang menghasilkan tambahan jarak paling kecil. Besarnya tambahan jarak dihitung menggunakan persamaan  $c_{ik} + c_{kj} - c_{ij}$ , di mana  $c_{ik}$  menyatakan jarak dari kota  $i$  ke kota  $k$ ,  $c_{kj}$  merupakan jarak dari kota  $k$  ke kota  $j$ , dan  $c_{ij}$  adalah jarak dari kota  $i$  ke kota  $j$ .
- Langkah tersebut dilakukan secara berulang hingga setiap kota telah dimasukkan ke dalam sub-tur sehingga terbentuk rute perjalanan yang lengkap [21].

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Tahap Penentuan Data

Data yang diperoleh data alamat dan jarak antara gudang dengan setiap titik tujuan, serta jarak antar titik tujuan. Terdapat 13 titik tujuan distribusi dan satu titik gudang. Ketiga belas titik tujuan tersebut kemudian diberi label B sampai N, sedangkan gudang diberi label A.

Tabel 1. Data titik gudang alamat tujuan cabang

KODE	CABANG	ALAMAT
A	Gudang SPX Shopee Express Samarinda (Teuku Umar)	Jl. Teuku Umar, Karang Asam Ulu, Sungai Kunjang, Samarinda, Kalimantan Timur
B	SPX Express Sungai Kunjang 2 Hub	SPX Express Sungai Kunjang 2 Hub, Jl. Banggeris, Teluk Lerong Ulu, Sungai Kunjang, Samarinda City, East Kalimantan 75243
C	SPX Express Samarinda Kota Hub	Jl. Kyai Haji Ahmad Dahlan, Sungai Pinang Luar, Kec. Samarinda Kota, Kota Samarinda, Kalimantan Timur (Samping Warung Nasi Goreng Cak Deni) 75117
D	SPX Express Samarinda Seberang Hub	Jl. Pattimura, Kel. Mesjid Kec. Samarinda Seberang, Kota Samarinda, Kalimantan Timur 75251 (EX Aries Futsal)
E	SPX Express Sungai Pinang Kota Samarinda Hub	SPX Express Samarinda Hub, Jl. Kemakmuran No.04-06, Sungai Pinang Dalam, Kec. Sungai Pinang, Kota Samarinda, Kalimantan Timur 75117

F	SPX Express Samarinda Ilir Hub	SPX Express Samarinda Hub, F5W6+CFH, Rumah Makan Anis Enaak, Dekat, Jl. Otto Iskandardinata, Sidodamai, Kec. Samarinda Ilir, Kota Samarinda, Kalimantan Timur 75242
G	SPX Express Sungai Kunjang Hub	SPX Express Sungai Kunjang Hub, Jl. KH. Mas Mansyur, Loa Bakung, Sungai Kunjang, Samarinda City, East Kalimantan 75243
H	SPX Express ZY.Ashop	SPX Express Hub, Gg. 5 No.depan, Air Putih, Kec. Samarinda Ulu, Kota Samarinda, Kalimantan Timur 75124
I	SPX Express Palaran Hub	kurir palaran, C5GC+3H5, Gg. Anugrah, Rw. Makmur, Kec. Palaran, Kota Samarinda, Kalimantan Timur 75251
J	SPX Express Samarinda Utara Hub	Jalan Wahid Hasyim II (Masuk Samping Alfamidi) 75119
K	SPX Express Sambutan Hub	SPX Express Tinangkung Hub, F6J2+V75, Sambutan, Samarinda City, East Kalimantan 75251
L	SPX Express Siti mariam	Jl. Bung Tomo, Sungai Keledang, Kec. Samarinda Seberang, Kota Samarinda, Kalimantan Timur
M	SPX Express Nadhifa_shop	Toko Arif/Adinda, C6VM+CQX, Jl. Pasundan, Sindang Sari, Kec. Sambutan, Kota Samarinda, Kalimantan Timur 75381
N	SPX Express HIDAYAH MITRA	Jl.SERAYU NO.22 RT.20 RW.0 Tanah Merah, Kec. Samarinda Utara, Kota Samarinda, Kalimantan Timur 75116

### 3.2 Penentuan Jarak Antar Titik Tujuan

Tahap berikutnya adalah menghitung jarak antar-titik, dari gudang menuju titik tujuan maupun antar titik tujuan. Proses ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi Google Maps sehingga diperoleh nilai jarak antar lokasi yang ditampilkan Tabel 2.

Tabel 2. Data Jarak Antar Titik Distribusi (Km)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
A	0	3.9	7.9	7.2	9.7	8.4	4	5.1	15.1	11.8	14.2	3.9	21.7	19.7
B	3.9	0	5	9.2	6.7	5.6	7.1	2	17	8.7	11.3	5.8	18.9	16.6
C	7.9	5	0	8.9	2.3	1.7	10	5.1	13.5	7.7	7.5	8.8	15.5	12.8
D	7.2	9.2	8.9	0	10.8	7.5	11	11.4	8.3	18.1	8.6	3.7	16.2	20.7
E	9.7	6.7	2.3	10.8	0	3.3	12.4	6.1	15.6	7	8.2	11.1	16	10.6
F	8.4	5.6	1.7	7.5	3.3	0	10.3	6.6	12.3	9.3	5.8	9	13.3	13.8
G	4	7.1	10	11	12.4	10.3	0	8.5	16.7	16.2	16.3	5.5	24.6	22.6
H	5.1	2	5.1	11.4	6.1	6.6	8.5	0	17.6	7.1	12.3	6.8	19.8	15.5
I	15.1	17	13.5	8.3	15.6	12.3	16.7	17.6	0	21.2	13	11.3	20.5	25.2
J	11.8	8.7	7.7	18.1	7	9.3	16.2	7.1	21.2	0	14.2	13.6	21.7	12.4
K	14.2	11.3	7.5	8.6	8.2	5.8	16.3	12.3	13	14.2	0	12	7.6	16.3
L	3.9	5.8	8.8	3.7	11.1	9	5.5	6.8	11.3	13.6	12	0	19.1	22.7
M	21.7	18.9	15.5	16.2	16	13.3	24.6	19.8	20.5	21.7	7.6	19.1	0	20.2
N	19.7	16.6	12.8	20.7	10.6	13.8	22.6	15.5	25.2	12.4	16.3	22.7	20.2	0

### 3.3 Penentuan Rute Distribusi Barang dengan Menggunakan Algoritma Nearest Neighbor

Tahap iterasi kesatu diawali kolom A dengan mengidentifikasi sel yang memiliki nilai minimum. Nilai terkecil ditemukan pada baris B dan L dengan jarak 3,9 km sehingga titik A terhubung dengan titik B dan L. Dikarenakan terdapat 2 titik tujuan yang nilainya sama maka akan dibuat 2 rute distribusi barang.

#### Rute 1

Tabel 3. Hasil Perhitungan dengan iterasi diawali dari titik A menuju titik B

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
A	0	3.9	7.9	7.2	9.7	8.4	4	5.1	15.1	11.8	14.2	3.9	21.7	19.7
B	3.9	0	5	9.2	6.7	5.6	7.1	2	17	8.7	11.3	5.8	18.9	16.6
C	7.9	5	0	8.9	2.3	1.7	10	5.1	13.5	7.7	7.5	8.8	15.5	12.8
D	7.2	9.2	8.9	0	10.8	7.5	11	11.4	8.3	18.1	8.6	3.7	16.2	20.7
E	9.7	6.7	2.3	10.8	0	3.3	12.4	6.1	15.6	7	8.2	11.1	16	10.6

F	8.4	5.6	1.7	7.5	3.3	0	10.3	6.6	12.3	9.3	5.8	9	13.3	13.8
G	4	7.1	10	11	12.4	10.3	0	8.5	16.7	16.2	16.3	5.5	24.6	22.6
H	5.1	2	5.1	11.4	6.1	6.6	8.5	0	17.6	7.1	12.3	6.8	19.8	15.5
I	15.1	17	13.5	8.3	15.6	12.3	16.7	17.6	0	21.2	13	11.3	20.5	25.2
J	11.8	8.7	7.7	18.1	7	9.3	16.2	7.1	21.2	0	14.2	13.6	21.7	12.4
K	14.2	11.3	7.5	8.6	8.2	5.8	16.3	12.3	13	14.2	0	12	7.6	16.3
L	3.9	5.8	8.8	3.7	11.1	9	5.5	6.8	11.3	13.6	12	0	19.1	22.7
M	21.7	18.9	15.5	16.2	16	13.3	24.6	19.8	20.5	21.7	7.6	19.1	0	20.2
N	19.7	16.6	12.8	20.7	10.6	13.8	22.6	15.5	25.2	12.4	16.3	22.7	20.2	0

Proses pembentukan rute dimulai dari titik A sebagai gudang atau titik awal distribusi. Dari titik A dipilih lokasi dengan jarak terdekat yang belum dikunjungi, yaitu titik B dengan jarak 3,9 km sehingga rute dimulai dari A → B. Selanjutnya dari B dipilih titik H dengan jarak 2 km, kemudian dilanjutkan ke titik C (5,1 km), F (2,3 km), dan E (3,3 km). Perjalanan berikutnya menuju J (7 km), N (12,4 km), K (16,3 km), M (7,6 km), D (16,2 km), dan L (3,7 km). Selanjutnya rute dilanjutkan dari L ke G (5,5 km) dan dari G ke I (16,7 km) hingga seluruh titik distribusi dikunjungi satu kali, kemudian kembali ke titik awal.

Dengan demikian, rute distribusi yang terbentuk dari proses perhitungan tersebut adalah:

A → B → H → C → F → E → J → N → K → M → D → L → G → I

Berdasarkan rute 1 yang telah diperoleh, akumulasi jarak tempuh yang dihasilkan dengan menggunakan algoritma Nearest Neighbor Algorithm adalah sebagai berikut.

Rute 1 = 3,9 + 2 + 5,1 + 2,3 + 3,3 + 7 + 12,4 + 16,3 + 7,6 + 16,2 + 3,7 + 5,5 + 16,7 = 102 Km

## Rute 2

Tabel 4. Hasil Perhitungan dengan iterasi diawali dari titik A menuju titik L

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
A	0	3.9	7.9	7.2	9.7	8.4	4	5.1	15.1	11.8	14.2	3.9	21.7	19.7
B	3.9	0	5	9.2	6.7	5.6	7.1	2	17	8.7	11.3	5.8	18.9	16.6
C	7.9	5	0	8.9	2.3	1.7	10	5.1	13.5	7.7	7.5	8.8	15.5	12.8
D	7.2	9.2	8.9	0	10.8	7.5	11	11.4	8.3	18.1	8.6	3.7	16.2	20.7
E	9.7	6.7	2.3	10.8	0	3.3	12.4	6.1	15.6	7	8.2	11.1	16	10.6
F	8.4	5.6	1.7	7.5	3.3	0	10.3	6.6	12.3	9.3	5.8	9	13.3	13.8
G	4	7.1	10	11	12.4	10.3	0	8.5	16.7	16.2	16.3	5.5	24.6	22.6
H	5.1	2	5.1	11.4	6.1	6.6	8.5	0	17.6	7.1	12.3	6.8	19.8	15.5
I	15.1	17	13.5	8.3	15.6	12.3	16.7	17.6	0	21.2	13	11.3	20.5	25.2
J	11.8	8.7	7.7	18.1	7	9.3	16.2	7.1	21.2	0	14.2	13.6	21.7	12.4
K	14.2	11.3	7.5	8.6	8.2	5.8	16.3	12.3	13	14.2	0	12	7.6	16.3
L	3.9	5.8	8.8	3.7	11.1	9	5.5	6.8	11.3	13.6	12	0	19.1	22.7
M	21.7	18.9	15.5	16.2	16	13.3	24.6	19.8	20.5	21.7	7.6	19.1	0	20.2
N	19.7	16.6	12.8	20.7	10.6	13.8	22.6	15.5	25.2	12.4	16.3	22.7	20.2	0

Proses pembentukan rute dimulai dari titik A sebagai gudang atau titik awal distribusi. Dari titik A dipilih lokasi terdekat yang belum dikunjungi, yaitu titik L dengan jarak 3,9 km sehingga rute dimulai dari A → L. Selanjutnya dari L dipilih titik D dengan jarak 3,7 km, kemudian dilanjutkan ke titik F (7,5 km), C (1,7 km), dan E (2,3 km). Perjalanan berikutnya menuju H (6,1 km), kemudian ke B (2 km) sebagai titik terdekat berikutnya. Selanjutnya rute dilanjutkan dari B ke G dengan jarak 7,1 km, kemudian dari G ke J (16,2 km). Dari titik J perjalanan dilanjutkan menuju N dengan jarak 12,4 km, kemudian ke K (16,3 km), selanjutnya ke M (7,6 km), dan terakhir menuju I dengan jarak 20,5 km sebagai titik berikutnya yang belum dikunjungi.

Setelah seluruh titik distribusi dikunjungi, maka diperoleh rute 2 perjalanan sebagai berikut:

$A \rightarrow L \rightarrow D \rightarrow F \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow H \rightarrow B \rightarrow G \rightarrow J \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow M \rightarrow I$

Total jarak Rute 2 =  $3,9 + 3,7 + 7,5 + 1,7 + 2,3 + 6,1 + 2 + 7,1 + 16,2 + 12,4 + 16,3 + 7,6 + 20,5 = 107,3$

Dari kedua rute tersebut dapat disimpulkan bahwa rute pertama memiliki jumlah total jarak yang lebih singkat dibandingkan rute kedua, yaitu 102 km, sedangkan rute kedua memiliki jarak 107,3 km. Oleh karena itu, rute pertama dapat dianggap sebagai rute yang lebih efisien untuk digunakan dalam proses pendistribusian barang, karena mampu meminimalkan jarak tempuh kendaraan distribusi. Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan metode Nearest Neighbor dapat membantu dalam menentukan jalur distribusi yang lebih optimal dengan cara memilih lokasi yang paling dekat pada setiap langkah perjalanan.

### 3.4 Penentuan Rute Distribusi Barang dengan Menggunakan Algoritma Cheapest Insertion Heuristic (CIH)

Menentukan rute efisien melalui 13 titik, dilakukan beberapa tahapan sebagai berikut:

- Menetapkan titik A dijadikan titik awal sekaligus titik tujuan akhir rute perjalanan.
- Membentuk subtour awal yang terdiri dari dua titik, contohnya  $(A, B) \rightarrow (B, A)$ .
- Menyusun tabel yang berisi daftar titik yang memungkinkan untuk disisipkan ke dalam subtour beserta nilai penambahan bobot yang dihasilkan, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Subtour pertama

Arc yang diganti	Arc yang ditambahkan	Panjang yang di tambahkan	Total Bobot
(A,B)	(A,C) - (C,B)	$C_{AC} + C_{CB} - C_{AB}$	9
(A,B)	(A,D) - (D,B)	$C_{AD} + C_{DB} - C_{AB}$	12,5
(A,B)	(A,E) - (E,B)	$C_{AE} + C_{EB} - C_{AB}$	12,5
(A,B)	(A,F) - (F,B)	$C_{AF} + C_{FB} - C_{AB}$	10,1
(A,B)	(A,G) - (G,B)	$C_{AG} + C_{GB} - C_{AB}$	7,2
(A,B)	(A,H) - (H,B)	$C_{AH} + C_{HB} - C_{AB}$	3,2
(A,B)	(A,I) - (I,B)	$C_{AI} + C_{IB} - C_{AB}$	28,2
(A,B)	(A,J) - (J,B)	$C_{AJ} + C_{JB} - C_{AB}$	16,6
(A,B)	(A,K) - (K,B)	$C_{AK} + C_{KB} - C_{AB}$	21,6
(A,B)	(A,L) - (L,B)	$C_{AL} + C_{LB} - C_{AB}$	5,8
(A,B)	(A,M) - (M,B)	$C_{AM} + C_{MB} - C_{AB}$	36,7
(A,B)	(A,N) - (N,B)	$C_{AN} + C_{NB} - C_{AB}$	32,4
(B,A)	(B,C) - (C,A)	$C_{BC} + C_{CA} - C_{BA}$	9
(B,A)	(B,D) - (D,A)	$C_{BD} + C_{DA} - C_{BA}$	12,5
(B,A)	(B,E) - (E,A)	$C_{BE} + C_{EA} - C_{BA}$	12,5
(B,A)	(B,F) - (F,A)	$C_{BF} + C_{FA} - C_{BA}$	10,1
(B,A)	(B,G) - (G,A)	$C_{BG} + C_{GA} - C_{BA}$	7,2
(B,A)	(B,H) - (H,A)	$C_{BH} + C_{HA} - C_{BA}$	3,2
(B,A)	(B,I) - (I,A)	$C_{BI} + C_{IA} - C_{BA}$	28,2
(B,A)	(B,J) - (J,A)	$C_{BJ} + C_{JA} - C_{BA}$	16,6
(B,A)	(B,K) - (K,A)	$C_{BK} + C_{KA} - C_{BA}$	21,6
(B,A)	(B,L) - (L,A)	$C_{BL} + C_{LA} - C_{BA}$	5,8
(B,A)	(B,M) - (M,A)	$C_{BM} + C_{MA} - C_{BA}$	36,7
(B,A)	(B,N) - (N,A)	$C_{BN} + C_{NA} - C_{BA}$	32,4

Berdasarkan hasil pada Tabel 5, bobot minimum yaitu 3,2 yang menghasilkan subtour yaitu  $(A, H) \rightarrow (H, B) \rightarrow (B, A)$

- Terapkan kembali langkah penyisipan pada titik-titik yang belum tergabung dalam subtour. Adapun hasil dari subtour selanjutnya disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Pembentukan Subtour

Iterasi	Subtour yang Dihasilkan	Bobot Minimum
1	(A,H) → (H,B) → (B,A)	3,2
2	(A,L) → (L,H) → (H,B) → (B,A)	5,6
3	(A,G) → (G,L) → (L,H) → (H,B) → (B,A)	5,6
4	(A,G) → (G,L) → (L,C) → (C,H) → (H,B) → (B,A)	7,1
5	(A,G) → (G,L) → (L,F) → (F,C) → (C,H) → (H,B) → (B,A)	1,9
6	(A,G) → (G,L) → (L,D) → (D,F) → (F,C) → (C,H) → (H,B) → (B,A)	2,2
7	(A,G) → (G,L) → (L,D) → (D,F) → (F,C) → (C,E) → (E,H) → (H,B) → (B,A)	3,3
8	(A,G) → (G,L) → (L,D) → (D,K) → (K,F) → (F,C) → (C,E) → (E,H) → (H,B) → (B,A)	6,9
9	(A,G) → (G,L) → (L,D) → (D,K) → (K,F) → (F,C) → (C,E) → (E,J) → (J,H) → (H,B) → (B,A)	8,0
10	(A,G) → (G,L) → (L,D) → (D,I) → (I,K) → (K,F) → (F,C) → (C,E) → (E,J) → (J,H) → (H,B) → (B,A)	12,7
11	(A,G) → (G,L) → (L,D) → (D,I) → (I,K) → (K,M) → (M,F) → (F,C) → (C,E) → (E,J) → (J,H) → (H,B) → (B,A)	15,1
12	(A,G) → (G,L) → (L,D) → (D,I) → (I,K) → (K,M) → (M,F) → (F,C) → (C,E) → (E,N) → (N,J) → (J,H) → (H,B) → (B,A)	16,0

Berdasarkan hasil iterasi ke-12, seluruh simpul telah berhasil dimasukkan ke dalam subtour sehingga diperoleh rute akhir:

(A,G) → (G,L) → (L,D) → (D,I) → (I,K) → (K,M) → (M,F) → (F,C) → (C,E) → (E,N) → (N,J) → (J,H) → (H,B) → (B,A).

Total jarak rute tersebut diperoleh dari penjumlahan seluruh bobot antar simpul, yaitu sebesar 95,4 km. Dengan demikian, rute tersebut merupakan rute hasil optimasi yang diperoleh melalui proses penyisipan simpul secara bertahap menggunakan metode Cheapest Insertion.

Hasil analisis data dengan menerapkan algoritma Nearest Neighbour serta metode Cheapest Insertion Heuristic (CIH) menunjukkan perbandingan performa pengantaran untuk satu perjalanan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 7 Perbandingan hasil Algoritma Nearest Neighbour dan Algoritma CIH

Perbandingan	Algoritma Nearest Neighbour (Rute 1)	Algoritma Nearest Neighbour (Rute 2)	Algoritma CIH
Rute Terpendek	A → B → H → C → F → E → J → N → K → M → D → L → G → I	A → L → D → F → C → E → H → B → G → J → N → K → M → I	(A,G) → (G,L) → (L,D) → (D,I) → (I,K) → (K,M) → (M,F) → (F,C) → (C,E) → (E,N) → (N,J) → (J,H) → (H,B) → (B,A)
Total Jarak Rute Terpendek	102 Km	107,3 Km	95,4 Km

Hasil ini menunjukkan bahwa metode CIH mampu menghasilkan rute yang lebih pendek dibandingkan metode Nearest Neighbour, karena metode ini mempertimbangkan biaya tambahan jarak secara keseluruhan pada rute, bukan hanya jarak terdekat dari titik sebelumnya. Dengan demikian, metode Cheapest Insertion Heuristic menghasilkan rute distribusi yang paling optimal karena memiliki total jarak paling pendek, sehingga lebih efisien untuk digunakan dalam proses pendistribusian barang.

Perbandingan hasil studi ini dapat dianalisis dengan mengacu pada penelitian [16]. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penerapan metode optimasi rute seperti Nearest Neighbor dan Insertion Heuristic mampu menghasilkan rute distribusi yang lebih efisien dibandingkan rute

awal. Kesamaan hasil antara kedua penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode Insertion Heuristic cenderung memberikan hasil rute yang lebih optimal karena mempertimbangkan biaya penambahan jarak pada keseluruhan rute, bukan hanya jarak terdekat dari titik sebelumnya. Dengan demikian, metode ini mampu meminimalkan total jarak tempuh, waktu distribusi, serta biaya operasional secara lebih efektif dibandingkan metode Nearest Neighbor.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil riset yang telah dikerjakan mengenai pengoptimalan jalur distribusi melalui metode Nearest Neighbour dan Cheapest Insertion Heuristic (CIH), diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisis menggunakan metode Nearest Neighbour menghasilkan dua alternatif rute dengan total jarak masing-masing 102 km pada rute 1 dan 107,3 km pada rute 2. Metode ini bekerja dengan menetapkan titik tujuan berikutnya berdasarkan jarak terpendek dari titik sebelumnya hingga seluruh titik tercapai
2. Penerapan metode Cheapest Insertion Heuristic (CIH) menunjukan lintasan distribusi dengan total jarak 95,4 km, sehingga lebih efisien dibandingkan hasil yang diperoleh dari metode Nearest Neighbour. Hal ini menunjukkan bahwa metode CIH lebih optimal dalam meminimalkan jarak tempuh distribusi karena mempertimbangkan biaya penambahan jarak terkecil pada setiap penyisipan titik ke dalam rute.
3. Kelebihan metode Nearest Neighbour adalah proses perhitungannya relatif sederhana dan mudah diterapkan dalam penentuan rute distribusi. Namun, kekurangannya adalah hasil rute yang diperoleh belum tentu merupakan rute global yang paling optimal karena hanya mempertimbangkan jarak terdekat dari titik sebelumnya.
4. Sementara itu, metode Cheapest Insertion Heuristic memiliki kelebihan dalam menghasilkan rute yang lebih efisien karena mempertimbangkan tambahan jarak secara keseluruhan pada rute. Akan tetapi, metode ini memerlukan proses perhitungan yang lebih kompleks dibandingkan metode Nearest Neighbour.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. I. Maulidan, G. Gunawan, and M. Y. Fajar, "Perbandingan Algoritma K-Nearest Neighbor, Greedy dan Brute Force dalam Menentukan Rute Pengiriman Barang," *Bandung Conf. Ser. Math.*, vol. 3, no. 1, pp. 35–43, 2023, doi: <https://doi.org/10.29313/bcsm.v3i1.6403>.
- [2] N. Rinaldi, "Optimalisasi Pendistribusian Dengan Metode Travelling Salesman Problem Untuk Menentukan Rute Terpendek Di PT XYZ," *Tekmapro J. Ind. Eng. Manag. Vol.*, vol. 16, no. 02, pp. 84–95, 2021, doi: <https://doi.org/10.33005/tekmapro.v16i2.264>.
- [3] R. N. Aziz, "Optimasi Rute Distribusi Sayuran Pada Hotel Untuk Meminimalkan Biaya Dan Efisiensi Jarak Dengan Menggunakan Metode Saving Matrik S, Nearest Neighbour Dan Nearest Insert," *J. Multidisiplin Ilmu Akad.*, vol. 3, no. 1, pp. 558–568, 2026, doi: <https://doi.org/10.61722/jmia.v3i1.8062>.
- [4] M. Azahra, "Minimasi Biaya Bbm Pada Distribusi Obat Menggunakan Metode Clarke Wright Savings Heuristic Dan Nearest Neighbor," *MATHunesa J. Ilm. Mat.*, vol. 13, no. 3, pp. 545–553, 2025, doi: <https://doi.org/10.26740/mathunesa.v13n3.p545-553>.
- [5] N. Shafa, "Analisis Optimasi Jalur Distribusi Menggunakan Pendekatan Tsp (Traveling Salesman Problem) Untuk Meningkatkan Efisiensi Biaya Distribusi Pada Toko Uthe Grosir Nasywa," *Humanit. J. Humaniora, Sos. dan Bisnis*, vol. 2, no. 6, pp. 542–553, 2024.

- [6] S. Mas'ud, "Route Determination for Distribution by Using a Combination of Branch and Bound Algorithm and Cheapest Insertion Heuristic," *ARRUS J. Math. Appl. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 20–27, 2024, doi: <https://doi.org/10.35877/mathscience2636>.
- [7] R. Dinata and M. Ansori, "Jurnal Pepadun Determining the Shortest Tour Location of Tourist Attractions in Bandar Lampung Using Cheapest Insertion Heuristic ( CIH ) and Modified Sollin Algorithm Jurnal Pepadun," *J. Pepadun*, vol. 6, no. 1, pp. 92–102, 2025, doi: [10.23960/pepadun.v6i1.265](https://doi.org/10.23960/pepadun.v6i1.265).
- [8] Y. Aswin and M. Ansori, "Jurnal Pepadun Perbandingan Cheapest Insertion Heuristic dan Algoritma Christofides untuk Menentukan Tour Pasar Tradisional di Kota Bandar Lampung Jurnal Pepadun," *J. Pepadun*, vol. 5, no. 2, pp. 182–194, 2024, doi: <https://doi.org/10.23960/pepadun.v5i2.228>.
- [9] S. Ramadhania, SE and Rani, "Implementasi Kombinasi Algoritma Genetika dan Tabu Search untuk Penyelesaian Travelling Salesman Problem," *Pros. Autom.*, vol. 2, no. 1, pp. 99–106, 2021.
- [10] W. A. F. B and S. Rosnafi, "Product Distribution Route using Nearest Neighbor Algorithm Rute Pendistribusian Barang dengan Algoritma Nearest Neighbor," *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 4, no. July, pp. 894–900, 2024, doi: <https://doi.org/10.57152/malcom.v4i3.1355>.
- [11] D. W. Saputra, "Optimalisasi Rute Distribusi Kurir Menggunakan Metode Traveling Salesman Problem (Studi Kasus: JNE Balige)," *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 6, no. 2, pp. 159–165, 2022, doi: <https://doi.org/10.33379/gtech.v6i2.1577>.
- [12] A. D. Maharani, D. Putri, N. M. Sapitri, and M. Ansori, "Integra : Journal of Integrated Mathematics and Computer Science The Comparison of the Nearest Neighbor and Modified Sollin Algorithms for Determining the Shortest Tour for BNI Bank Branches in Lampung Province," *Integr. J. Integr. Math. Comput. Sci.*, vol. 2, no. 3, pp. 89–97, 2025, doi: <https://doi.org/10.26554/integracijmcs.20252342>.
- [13] D. E. Wijayanti, A. Thobirin, and P. W. Prasetyo, "Menentukan Rute Kendaraan Pengangkut Sampah Kota Yogyakarta dengan Algoritma Cheapest Insertion Heuristic Modifikasi Route Construction," *J. FOURIER*, vol. 9, no. 2, pp. 85–95, 2020, doi: [10.14421/fourier.2020.92.85-95](https://doi.org/10.14421/fourier.2020.92.85-95).
- [14] D. M. Syahri Nur Afif, "Optimisasi Rute Pengiriman Produk Komponen Otomotif (Traveling Salesman Problem) Melalui Pendekatan Heuristik," *J. Tek. Ind.*, vol. 3, no. 1, pp. 38–46, 2022, doi: <https://doi.org/10.37366/jutin0301.3846>.
- [15] D. Yudho Purnomo, "Penentuan Rute Distribusi Dan Biaya Transportasi Kantor Pos Ungaran Dalam Rangka Efisiensi Dengan Metode Saving Matrix, Nearest Insertion Dan Nearest Neighbor Yudho," *E-logis J. Ekon. Logistik*, vol. 4, no. 1, pp. 56–71, 2023, doi: <https://doi.org/10.70375/e-logis.v4i1.16>.
- [16] I. C. Kurniawan, "Penentuan Rute Terpendek Menggunakan Algoritma Nearest Neighbour Dan Insertion ( Studi Kasus Es Kristal Barokah )," *J. Ilm. Intech Inf. Technol. J. UMUS*, vol. 4, no. 1, pp. 1–9, 2022, doi: <https://doi.org/10.46772/intech.v4i01.590>.
- [17] R. S. Yuanza and C. Sormin, "Optimasi Rute Pengiriman Gas Medis dan Industri Menggunakan Algoritma Nearest Neighbor di PT RSG," *JISTech (Journal Islam. Sci. Technol.*, vol. 10, no. June, pp. 30–37, 2025, doi: <https://dx.doi.org/10.30829/jistech.v10i1.23695>.
- [18] B. H. Purnomo, N. Novijanto, and C. W. Ramadhan, "Analisis rute distribusi dengan jarak

- tempuh terpendek pada produk air mineral dalam kemasan ( AMDK ) ( studi kasus CV . XYZ ),” *J. Teknol. Ind. Pertan.*, vol. 17, no. 3, pp. 674–683, 2023, doi: 10.21107/agrointek.v17i3.15862.
- [19] E. O. Asani *et al.*, “A Novel Insertion Solution for the Travelling Salesman Problem,” *Comput. Mater. Contin.*, vol. 79, no. 1, pp. 1581–1597, 2024, doi: 10.32604/cmc.2024.047898.
- [20] M. A. S. Nur, “Kombinasi Algoritma Branch And Bound Dan Cheapest Insertion Heuristic Dalam Menyelesaikan Asymmetric Travelling Salesman Problem,” *MATHunesa J. Ilm. Mat.*, vol. 09, no. 02, pp. 351–358, 2021.
- [21] K. G. Nusantara, N. Alfi, N. Farikha, T. B. Nagari, and N. Oktyajati, “Determining Newspaper Distribution Routes using Cheapest Insertion Heuristic Algorithm with Sweep Clustering : A Case Study,” *Proc. Int. Conf. Ind. Eng. Oper. Manag. Istanbul, Turkey*, vol. 7, no. 10, pp. 2918–2929, 2022.