

**SOLUSI *TRAVELLING SALESMAN PROBLEM* (TSP) DENGAN
ALGORITMA *CHEAPEST INSERTION HEURISTICS* (CIH)
DAN *NEARST NEIGHBOR HEURISTICS* (NNH)**

(Skripsi)

Oleh

**FITRI HANDAYANI
NPM. 2117031061**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2025

ABSTRACT

TRAVELLING SALESMAN PROBLEM (TSP) SOLUTION WITH CHEAPEST INSERTION HEURISTICS (CIH) AND NEAREST NEIGHBOR HEURISTICS (NNH) ALGORITHMS

By

Fitri Handayani

Lampung is one of the provinces in Indonesia that has many beach destinations that attract foreign and domestic tourists. In visiting several beaches in one trip, an optimal route is needed in order to save time and money. This problem can be referred to as the Traveling Salesman Problem (TSP), which aims to find the shortest route that connects all locations, visits each location exactly once and returns to the starting point. This research uses Cheapest Insertion Heuristics (CIH) and Nearest Neighbor Heuristics (NNH) algorithms to determine the best route. The data used is the distance between beaches obtained from Google Maps. The results show that the CIH algorithm provides more optimal results than NNH in determining the travel path.

Keywords: Travelling Salesman Problem, Cheapest Insertion Heuristics, Nearest Neighbor Heuristics

ABSTRAK

SOLUSI *TRAVELLING SALESMAN PROBLEM* (TSP) DENGAN ALGORITMA *CHEAPEST INSERTION HEURISTICS* (CIH) DAN *NEAREST NEIGHBOR HEURISTICS* (NNH)

Oleh

Fitri Handayani

Lampung merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang mempunyai banyak destinasi pantai yang menarik wisatawan luar maupun dalam negeri. Dalam mengunjungi beberapa pantai dalam satu perjalanan, diperlukan rute yang optimal agar dapat menghemat waktu dan biaya. Masalah ini dapat disebut sebagai Travelling Salesman Problem (TSP), yang bertujuan mencari rute terpendek yang menghubungkan semua lokasi, mengunjungi tiap lokasi tepat sekali dan kembali ke titik awal. Penelitian ini menggunakan algoritma Cheapest Insertion Heuristics (CIH) dan Nearest Neighbor Heuristics (NNH) untuk menentukan rute terbaik. Data yang digunakan berupa jarak antar pantai diperoleh dari Google Maps. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma CIH memberikan hasil yang lebih optimal dibandingkan NNH dalam menentukan jalur perjalanan.

Kata-kata kunci: *Travelling Salesman Problem, Cheapest Insertion Heuristics, Nearest Neighbor Heuristics*

**SOLUSI *TRAVELLING SALESMAN PROBLEM* (TSP) DENGAN
ALGORITMA *CHEAPEST INSERTION HEURISTICS* (CIH)
DAN *NEARST NEIGHBOR HEURISTICS* (NNH)**

FITRI HANDAYANI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
SARJANA MATEMATIKA

Pada

Jurusan Matematika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2025

Judul Skripsi : **SOLUSI TRAVELLING SALESMAN
PROBLEM (TSP) DENGAN ALGORITMA
CHEAPEST INSERTION HEURISTICS (CIH)
DAN NEAREST NEIGHBOR HEURISTICS
(NNH)**

Nama Mahasiswa : **Fitri Handayani**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2117031061**

Program Studi : **Matematika**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Dra. Dorrah Azis, M.Si.
NIP 196101281988112001

Dr. Notiragayu, S.Si., M.Si.
NIP 197311092000122001

2. Ketua Jurusan Matematika

Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.
NIP. 197403162005011001

MENGESAHKAN

1. tim penguji

Ketua : **Dra. Dorrah Azis, M.Si.**

Dorrah

Sekretaris : **Dr. Notiragayu, S.Si., M.Si.**

Notiragayu

Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Agus Sutrisno, S.Si., M.Si.**

Agus Sutrisno

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heni Satria, S.Si., M.Si.

NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **12 Maret 2025**

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Fitri Handayani**
Nomor Pokok Mahasiswa : **2117031061**
Jurusan : **Matematika**
Judul Skripsi : **Solusi *Travelling Salesman Problem* (TSP) dengan Algoritma *Cheapest Insertion Heuristics* (CIH) dan *Nearst Neighbor Heuristics* (NNH)**

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri. Apabila kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 12 Maret 2025

Penulis,



Fitri Handayani

RIWAYAT HIDUP

Penulis memiliki nama lengkap Fitri Handayani, lahir di Bukit Kemuning 03 Desember 2002. Anak pertama dari Bapak Makmun dan Ibu Siti Aminah.

Penulis menempuh pendidikan di TK Muslimin lulus pada tahun 2009. Kemudian melanjutkan ke Sekolah Dasar di SDN 2 Bukit Kemuning lulus pada tahun 2015. Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Bukit Kemuning lulus pada tahun 2018. Sekolah Menengah atas di SMAN 1 Bukit Kemuning lulus pada tahun 2021. Pada tahun 2021 penulis terdaftar sebagai mahasiswa S1 Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa penulis aktif diorganisasi yaitu sebagai Anggota Bidang Kaderisasi dan Kepemimpinan Himpunan Mahasiswa Jurusan Matematika (HIMATIKA) tahun 2022.

Pada bulan Desember 2023 - Februari 2024 penulis melaksanakan Kerja Praktek di Badan Pendapatan Daerah (BAPENDA) Provinsi Lampung. Kemudian pada bulan Juni-Agustus 2024 melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Waringin Jaya, Kecamatan Sribhawono, Kabupaten Lampung Timur.

KATA INSPIRASI

"Lā yukallifullāhu nafsan illā wus'ahā... "

(QS. Al-Baqarah: 286)

"Wa man yattaqillāha yaj'al lahu makhraja, wa yarzuq-hu min ḥayu lā yaḥtasib, wa man yatawakkal 'alallāhi fa huwa ḥasbuh, innallāha bālighu amrih, qad ja'alallāhu likulli syai'in qadra."

(QS.At-Talaq: 2-3)

"Apapun yang sudah kamu mulai maka harus kamu selesaikan."

"Jangan bandingkan prosesmu dengan orang lain karena tidak semua bunga tumbuh mekar secara bersamaan."

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan Alhamdulillah dan syukur kepada Allah SWT atas nikmat serta hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Dengan rasa syukur dan Bahagia, saya persembahkan rasa terimakasih saya kepada:

Diri Sendiri

Terimakasih kepada diriku sendiri karena mau berjuang dan bertahan sampai saat ini sampai bisa berasa dititik ini.

Keluarga Tercinta

Terimakasih kepada orang tuaku atas segala pengorbanan, motivasi, doa dan ridho serta dukungannya selama ini. Terimakasih telah memberikan pelajaran berharga kepada anakmu ini tentang makna perjalanan hidup yang sebenarnya sehingga kelak bisa menjadi orang yang bermanfaat bagi banyak orang. Terimakasih kepada ketiga adiku tersayang, Latri, Elsan dan Rafif karena sudah menjadi mood booster dan alasan penulis untuk pulang kerumah setelah beberapa bulan meninggalkan rumah demi menempuh pendidikan di bangku perkuliahan.

Dosen Pembimbing dan Pembahas

Terimakasih kepada dosen pembimbing dan pembahas yang sudah sangat membantu, memberikan motivasi, memberikan arahan serta ilmu yang berharga.

Almamater Tercinta

Universitas Lampung

SANWACANA

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Solusi *Travelling Salesman Problem* (TSP) dengan *Algoritma Cheapest Insertion Heuristics* (CIH) dan *Nearst Neighbor Heuristics* (NNH)".

Dalam proses penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang telah membantu memberikan bimbingan, dukungan, arahan, motivasi serta saran sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Dra. Dorrah Azis, M.Si. selaku pembimbing 1 yang telah membimbing dengan sabar, memotivasi, dan memberikan arahan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan tepat waktu.
2. Ibu Dr. Notiragayu, S.Si., M.Si. selaku Pembimbing II yang telah memberikan arahan, bimbingan dan dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Agus Sutrisno, S.Si., M.Si. selaku Penguji yang telah bersedia memberikan kritik dan saran serta evaluasi kepada penulis sehingga dapat menjadi lebih baik lagi.
4. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
5. Ibu Dr. Dian Kurniasari, S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing akademik.
6. Seluruh dosen, staff dan karyawan Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
7. Kedua orang tuaku, ketiga adiku, serta keluarga yang sudah memberikan dukungan selama perkuliahan ini.

8. Terimakasih kepada diriku sendiri karena suda berjuang dan bertahan sampai sejauh ini.
9. Teman-temanku Syakila, Manda, Enjel, Aini, Yunda Arin, dan teman-teman lainnya yang sudah berbagi tawa, tangis serta memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
10. Seluruh pihak terkait lainnya yang telah banyak membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menjadikan skripsi ini lebih baik lagi.

Bandar Lampung, 12 Maret 2025

Fitri Handayani

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Teori Graf	3
2.2 <i>Travelling Salesman Problem</i> (TSP)	4
2.3 Algoritma <i>Cheapest Insertion Heuristic</i> (CIH)	4
2.4 Algoritma <i>Nearest Neighbor Heuristic</i> (NNH)	7
2.5 <i>Google Maps</i>	8
III METODE PENELITIAN	9
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	9
3.2 Data Penelitian	9
3.3 Metode Penelitian	9
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	11
4.1 Deskripsi Data	11
4.2 Penyelesaian <i>Travelling Salesman Problem</i> (TSP) Menggunakan <i>Cheapest Insertion Heuristic</i> (CIH)	17
4.2.1 Penyelesaian CIH Secara Manual	17
4.2.2 Penyelesaian CIH Menggunakan Bantuan Python	24
4.3 Penyelesaian <i>Travelling Salesman Problem</i> (TSP) Menggunakan <i>Nearest Neighbor Heuristic</i> (NNH)	27
4.3.1 Penyelesaian NNH Secara Manual	27
4.3.2 Penyelesaian NNH Menggunakan Bantuan Python	32
V Kesimpulan dan Saran	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36

DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	38

DAFTAR TABEL

2.1	Tabel Jarak Antar Lokasi	6
2.2	Penambahan Sisi <i>Subtour</i> ke-1 (A,B)-(B,A)	6
2.3	Penambahan Sisi <i>Subtour</i> ke-2 (A,C)-(C,B)-(B,A)	6
4.1	Daftar Pantai di Lampung	13
4.2	Data Jarak Pantai di Lampung dengan titik awal Stasiun Tanjung Karang (dalam satuan km)	15
4.3	Data Jarak Pantai di Lampung dengan titik awal Terminal Rajabasa (dalam satuan km)	16
4.4	Penyisipan <i>subtour</i> ke-1	17
4.5	Penyisipan <i>subtour</i> ke-20	18
4.6	Penyisipan <i>subtour</i> ke-1	20
4.7	Penyisipan <i>subtour</i> ke-20	21
4.8	Tabel Titik dan Jarak	27
4.9	Tabel Titik dan Jarak	30

DAFTAR GAMBAR

2.1	Contoh Graf	3
2.2	Contoh Graf Berbobot	4
3.1	<i>Flowchart</i> metode penelitian	10
4.1	Pantai di Lampung yang akan diteliti (dinyatakan dengan 1 sampai dengan 21 dan titik 0 yaitu tanjungkarang sebagai titik awal)	11
4.2	Pantai di Lampung yang akan diteliti (dinyatakan dengan 1 sampai dengan 21 dan titik 0 yaitu rajabasa sebagai titik awal)	12
4.3	Representasi ke dalam bentuk graf	12
4.4	Hasil TSP titik awal Stasiun Tnjung Karang menggunakan CIH . .	19
4.5	Hasil perbaikan TSP titik awal Stasiun Tnjung Karang menggunakan CIH	20
4.6	Hasil TSP titik awal Terminal Rajabasa menggunakan CIH	22
4.7	Hasil TSP titik awal Terminal Rajabasa menggunakan CIH	23
4.8	<i>Syntax</i> Python CIH	24
4.9	<i>Output Syntax</i> Python CIH dengan titik awal Stasiun Tanjung Karang	24
4.10	Setelah Proses Perhitungan Kembali <i>Output Syntax</i> Python CIH . . .	25
4.11	<i>Output Syntax</i> Python CIH dengan titik awal Terminal Rajabasa . .	26
4.12	Perbaikan <i>Output Syntax</i> Python CIH	27
4.13	Hasil TSP titik awal Stasiun Tanjung Karang menggunakan NNH .	28
4.14	Hasil Perbaikan TSP titik awal Stasiun Tanjung Karang menggunakan NNH	29
4.15	Hasil TSP titik awal Terminal Rajabasa menggunakan NNH	31
4.16	<i>Output syntax</i> Python NNH	32
4.17	<i>Syntax</i> Python NNH	32
4.18	<i>Output syntax</i> Python NNH	33
4.19	<i>Output syntax</i> Python NNH	34
4.20	Hasil TSP titik awal Terminal Rajabasa menggunakan NNH	34
4.21	Hasil Perbaikan TSP titik awal Terminal Rajabasa menggunakan NNH	35

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Sektor pariwisata merupakan salah satu penggerak utama perekonomian Provinsi Lampung, dengan destinasi pantai sebagai daya tarik utama yang menarik wisatawan dalam negeri maupun mancanegara. Provinsi Lampung memiliki beragam pantai yang tersebar di beberapa kabupaten/kota. Perjalanan untuk menuju ke pantai di Lampung ada beberapa rute yang bisa ditempuh. Wisatawan pasti menginginkan rute yang paling efisien untuk menuju pantai tujuan sehingga dapat menghemat waktu dan biaya, diperlukan perencanaan untuk menentukan rute agar dapat menentukan jarak yang minimal.

Masalah ini dapat dimodelkan sebagai *Travelling Salesman Problem* (TSP), yaitu masalah optimisasi kombinatorial yang umumnya ditemukan dalam aplikasi matematika dan komputer. Tujuan TSP adalah untuk menentukan rute terpendek yang menghubungkan semua lokasi, yang diawali dan diakhiri dengan lokasi yang sama, dimana setiap lokasi dilewati tepat satu kali dan kembali ke lokasi awal (Permana dan Salim, 2016). Untuk menyelesaikan TSP dengan jarak komputasi yang wajar, pendekatan heuristik seperti *Cheapest Insertion Heuristic* (CIH) dan *Nearest Neighbor Heuristic* (NNH) dapat digunakan. Algoritma CIH bekerja dengan prinsip menyisipkan titik-titik baru ke dalam sebagian rute dengan biaya tambahan minimal, sedangkan NNH selalu memilih titik terdekat yang belum dikunjungi untuk membuat rute.

Telah dilakukan penelitian TSP menggunakan algoritma CIH seperti yang dilakukan oleh (Ananda, dkk., 2023) mengenai penentuan lintasan terpendek perjalanan jasa pengiriman barang menggunakan algoritma CIH (studi kasus PT. Indah Logistik Cargo Bandar Lampung). Telah dilakukan pula penelitian TSP menggunakan

algoritma NNH seperti (Fitriya, dkk., 2024) tentang rute pendistribusian barang dengan algoritma *Nearest Neighbor*.

Pada penelitian ini penulis akan membahas masalah *Travelling Salesman Problem* TSP menggunakan algoritma *Cheapest Insertion Heuristics* (CIH) dan *Nearst Neighbor Heuristics* (NNH) untuk mencari *tour* terpendek pada beberapa pantai yang ada di Lampung. *Tour* tersebut akan membentuk *Travelling Salesman Problem* (TSP) dimana wisatawan mulai dari satu pantai, lalu ke pantai-pantai lain tepat satu kali dan kembali ke pantai semula.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan rute perjalanan terpendek ke pantai di Lampung menggunakan Solusi *Travelling Salesman Problem* (TSP) dengan algoritma *Cheapest Insertion Heuristics* (CIH) dan *Nearst Neighbor Heuristics* (NNH).

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah

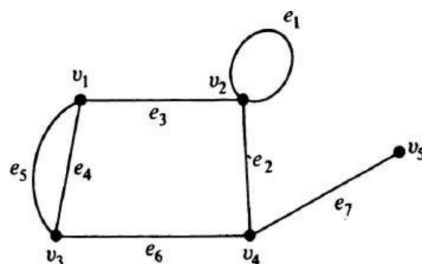
1. Manambah wawasan pembaca terkait *Travelling Salesman Problem* (TSP) algoritma *Cheapest Insertion Heuristics* (CIH) dan *Nearst Neighbor Heuristics* (NNH).
2. Menjadi referensi untuk penelitian lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Graf

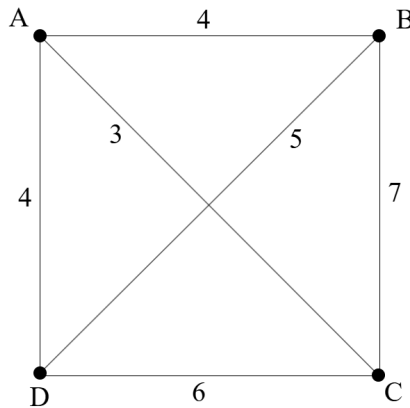
Istilah dan definisi graf yang digunakan pada subbab ini diambil dari Deo (2016). Graf G didefinisikan pasangan himpunan (V, E) . Dimana $V(G) = \{v_1, v_2, v_3, \dots\}$ merupakan himpunan tidak kosong dengan anggotanya disebut *vertex*(titik) dan $E(G) = \{e_1, e_2, e_3, \dots\}$ merupakan himpunan sisi yang meghubungkan titik di himpunan $V(G)$ yang disebut *edge*(sisi). Graf dapat dijelaskan dengan gambar 2.1 contoh graf.



Gambar 2.1 Contoh Graf

Graf yang memiliki sebuah bobot disebut graf berbobot. Bobot pada tiap sisi dapat menyatakan waktu, jarak, biaya perjalanan dan sebagainya. Jalan (*walk*) adalah barisan berhingga dari titik dan garis, diawali dan diakhiri dengan titik sehingga setiap garis menempel dengan titik sebelum dan sesudahnya. Tidak ada sisi yang muncul lebih dari satu kali. Namun, titik diperbolehkan muncul lebih dari satu kali. Contoh *walk* pada gambar 2.1 yaitu $v_3 - e_5 - v_1 - e_3 - v_2 - e_1 - v_2 - e_2 - v_4 - e_7 - v_5$. Lintasan (*path*) adalah jalan terbuka dimana tiap titik dilewati tepat satu kali, jika titik awal dan akhir sama maka lintasan tersebut dinamakan lintasan tertutup (*circuit*). Contoh *path* pada Gambar 2.1. yaitu $v_3 - e_4 - v_1 - e_3 - v_2 - e_2 - v_4 - e_7 - v_5$. Sedangkan *circuit* yang melalui semua titik tepat satu kali kecuali titik awal dan

akhir disebut *tour*, bagian kecil dari *tour* disebut *subtour*. Contoh tour pada gambar 2.1 yaitu $v_3 - e_4 - v_1 - e_3 - v_2 - e_2 - v_4 - e_6 - v_3$.



Gambar 2.2 Contoh Graf Berbobot

2.2 Travelling Salesman Problem (TSP)

Travelling Salesman Problem (TSP) adalah masalah optimisasi kombinatorial yang umumnya ditemukan dalam aplikasi matematika dan komputer. Permasalahannya adalah bagaimana menemukan rute perjalanan yang paling efisien dari satu kota ke semua kota lainnya, dengan setiap kota hanya dikunjungi sekali dan harus kembali ke kota awal. Jumlah kemungkinan solusi optimal dipengaruhi oleh jumlah kota yang harus dikunjungi serta kriteria-kriteria optimasi yang diberlakukan. Oleh karena itu, algoritma untuk mengoptimalkan TSP menjadi kompleks dan memakan waktu yang besar dalam komputasinya (Permana dan Salim, 2016).

TSP bisa diterapkan pada graf lengkap berbobot di mana setiap sisi memiliki bobot yang menunjukkan jarak antara dua titik. Dalam menyelesaikan permasalahan ini, titik-titik mempresentasikan lokasi, sedangkan sisi-sisinya mempresentasikan jarak yang menghubungkan dua lokasi tersebut.

2.3 Algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* (CIH)

Cheapest Insertion Heuristic (CIH) merupakan algoritma yang mempunyai konsep menyisipkan kota yang belum dilewati dengan menambahkan jarak minimum hingga semua kota terlewati untuk mendapatkan solusi permasalahan. Sebuah rute metode

CIH dimulai dari titik awal menuju ke semua titik dan kembali ke titik awal, semua titik yang dikunjungi tepat satu kali dengan memperhitungkan tambahan jarak minimum ketika satu simpul disisipkan ke dalam partial *tour* yang ada (Meliantri dkk 2018). Jika hasil yang didapat masih berpotongan, hal ini mengindikasikan bahwa rute tersebut masih dapat diperbaiki untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dengan menentukan sisi yang berpotongan, menghapus sisi yang berpotongan dan menambahkan sisi baru (Aswin., Y.M., dkk, 2024).

Langkah-langkah urutan algoritma CIH menurut (Ananda, S.A., dkk, 2023) urutan algoritma CIH:

1. Penelusuran diawali dari satu titik yang dianggap sebagai titik awal dan terhubung dengan titik akhir.
2. Kemudian, bangun *subtour* antar 2 titik (lokasi A ke lokasi B). *Subtour* yang dimaksud yaitu lokasi awal mengunjungi suatu titik dan berakhir pada titik awal itu pula. Contoh *subtour* dapat di representasikan seperti: (a,b)-(b,c)-(c,a).
3. Ubah salah satu sisi (*arc*) antara 2 tempat. Lakukan penyisipan dengan menggunakan metode kombinasi dua sisi, yaitu sisi (*i,j*) dengan sisi (*i,k*) dan sisi (*k,j*), dengan *k* adalah titik tambahan dengan jarak terkecil, diperoleh:

$$c_{jk} = c_{ik} + c_{kj} - c_{ij}$$

c_{ik} adalah jarak dari kota *i* ke kota *k*,
 c_{kj} adalah jarak dari kota *k* ke kota *j* dan
 c_{ij} adalah jarak dari kota *i* ke kota *j*
4. Ulangi langkah 3 secara berulang hingga semua titik masuk dalam *subtour*.

Contoh soal CIH sebagai berikut:

Tabel 2.1 Tabel Jarak Antar Lokasi

Titik	Jarak (km)			
	A	B	C	D
A	0	2	3	5
B	2	0	3	4
C	3	3	0	4
D	5	4	4	0

Langkah-langkah untuk menyelesaikan permasalahan menentukan lintasan terpendek:

1. Pilih 2 sisi dengan bobot terkecil, maka dari $(A, B) = 2$ dan $(B, A) = 2$ dengan total jarak 2 km.
2. Pilih semua kandidat sisi yang belum terlewati:
 $(A, C) = 3, (A, D) = 5, (B, C) = 3, (B, D) = 4$
3. Hitung pertambahan bobot dari kandidat:

Tabel 2.2 Penambahan Sisi Subtour ke-1 (A,B)-(B,A)

Arc yang akan dibuang	Arc yang akan ditambahkan	Perhitungan sisipan jarak (km)
(A,B)	(A,C) - (C,B)	$C_{AC} + C_{CB} - C_{AB} = 4$
(A,B)	(A,D) - (D,B)	$C_{AD} + C_{DB} - C_{AB} = 7$
(B,A)	(B,C) - (C,A)	$C_{BC} + C_{CA} - C_{BA} = 4$
(B,A)	(B,D) - (D,A)	$C_{BD} + C_{DA} - C_{BA} = 7$

4. Pilih kandidat dengan bobot terkecil, karena terdapat dua kandidat dengan bobot yang sama, maka pilih satu saja (A, C) , untuk sisi yang dibuang (A, B) dan ditambahkan sisi baru (C, B) , dengan bobot terkecil yaitu 4 km.
5. Didapat *subtour* baru yaitu $A - C - B - A$
 $(A, D) = 5, (B, D) = 4, (C, D) = 4$

Tabel 2.3 Penambahan Sisi Subtour ke-2 (A,C)-(C,B)-(B,A)

Arc yang akan dibuang	Arc yang akan ditambahkan	Perhitungan sisipan jarak (km)
(A,C)	(A,D) - (D,C)	$C_{A,D} + C_{D,C} - C_{A,C} = 6$
(C,B)	(C,D) - (D,B)	$C_{C,D} + C_{D,B} - C_{C,B} = 5$
(B,A)	(B,D) - (D,A)	$C_{B,D} + C_{D,A} - C_{B,A} = 7$

6. Pilih kandidat dengan bobot terkecil yaitu (C, D) , untuk sisi yang dibuang yaitu (C, B) lalu ditambahkan sisi baru (D, B) dengan total bobot penyisipan 5 km.
7. Didapat *subtour* baru $A - C - D - B - A$. Dengan demikian langkah-langkah sudah diselesaikan, diperoleh lintasan terpendek untuk mengunjungi 4 lokasi tepat satu kali dengan lintasan $A - C - D - B - A$ dengan jarak 13 km.

2.4 Algoritma *Nearest Neighbor Heuristic* (NNH)

Menurut Afif dkk (2022) *Nearest Neighbor Heuristic* (NNH) adalah salah satu algoritma heuristic yang paling sederhana. Sama seperti algoritma CIH jika hasil yang didapat masih berpotongan, hal ini mengindikasikan bahwa rute tersebut masih dapat diperbaiki untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dengan menentukan sisi yang berpotongan, menghapus sisi yang berpotongan dan menambahkan sisi baru (Aswin., Y.M., dkk, 2024) Penyelesaian masalah dilakukan dengan memulai dari titik awal dan mencari titik terdekat dengan bobot minimal. Setelah semua titik telah dilewati, iterasi berhenti dan kembali ke titik awal.

Contoh soal NNH sebagai berikut:

Berdasarkan tabel 2.1 berikut adalah langkah-langkah untuk menyelesaikan permasalahan menentukan lintasan terpendek:

1. Pilih titik A sebagai titik awal, berikut adalah *tour* yang akan didapat:
 $A - B - C - D - A = 2 + 3 + 4 + 5 = 14 \text{ km.}$
2. Pilih titik B sebagai titik awal, berikut adalah *tour* yang akan didapat:
 $B - A - C - D - B = 2 + 3 + 4 + 4 = 13 \text{ km.}$
3. Pilih titik C sebagai titik awal, berikut adalah *tour* yang akan didapat:
 $C - A - B - D - C = 3 + 2 + 4 + 4 = 13 \text{ km.}$
4. Pilih titik D sebagai titik awal, berikut adalah *tour* yang akan didapat:
 $D - B - A - C - D = 4 + 2 + 3 + 4 = 13 \text{ km.}$
5. Sehingga berdasarkan langkah-langkah diatas *tour* terbaik yaitu $B - A - C - D - B$ dengan total jarak 13 km.

2.5 Google Maps

Menurut Harahap dan Hidayatullah (2018) *Google Maps* adalah *platform* pemetaan *web* yang dikembangkan oleh *Google* menyediakan berbagai layanan termasuk citra satelit, peta jalan, panorama 360°, informasi lalu lintas, dan perencanaan rute untuk perjalanan dengan berjalan kaki, mobil, sepeda, atau transportasi umum. *Platform* ini sangat berguna bagi masyarakat untuk melihat wilayah, mencari alamat yang ingin dikunjungi, serta memberikan bantuan penting dalam situasi yang memerlukan informasi terkait keberadaan suatu lokasi. Karena *Google Maps* dapat menunjukkan jarak, maka pada penelitian ini *Google Maps* digunakan untuk mencari jarak antar 21 Pantai yang ada di Lampung.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada semester ganjil tahun akademik 2024/2025 di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung beralamat di Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No. 1, Gedong Meneng, Kecamatan Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Lampung 35141.

3.2 Data Penelitian

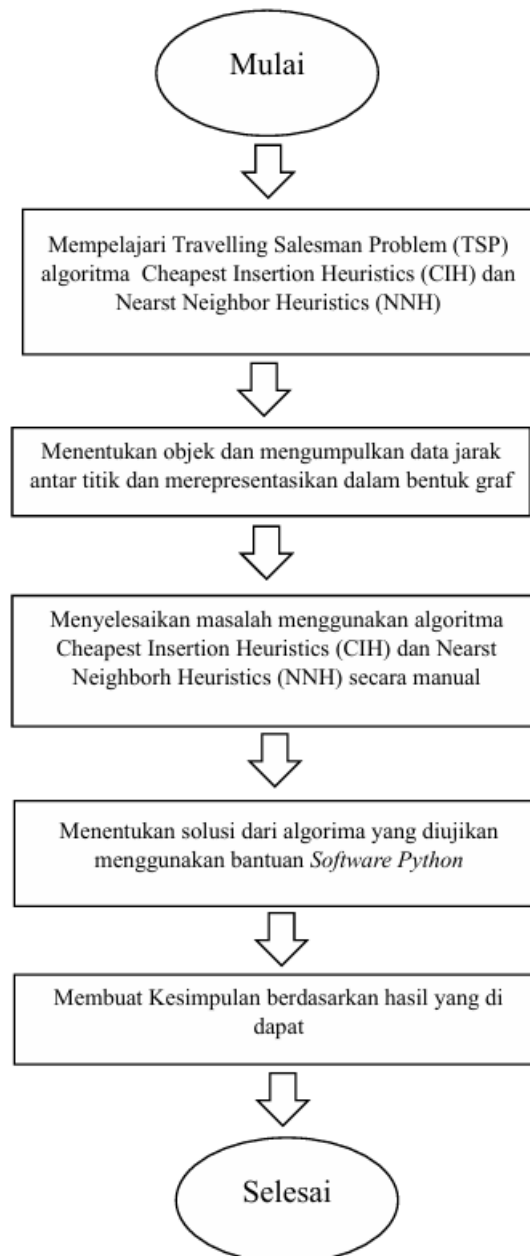
Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah jarak antara 21 pantai di Lampung yang didapat dari aplikasi *Google Maps*.

3.3 Metode Penelitian

Adapun tahapan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Mencari literatur utama yang mendukung atau berkaitan dengan topik penelitian ini untuk mempelajari materi CIH dan NNH dalam mencari rute terpendek.
2. Mengumpulkan data objek penelitian dalam mencari jarak terpendek antar pantai yang ada di Lampung menggunakan aplikasi *Google Maps* dan menyajikan dalam bentuk graf.
3. Mencari rute terpendek untuk 21 pantai di Lampung dengan menggunakan algoritma CIH dan NNH.
4. Menarik kesimpulan berdasarkan penyelesaian masalah yang diperoleh.

Berikut diberikan *flowchat* metode penelitian:



Gambar 3.1 *Flowchart* metode penelitian

BAB V

Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Pada penelitian ini rute terpendek dari kedua algoritma yaitu saat menggunakan Algoritma CIH yang dikerjakan secara manual ataupun menggunakan alat bantu *Python* adalah 809,4 km saat dimulai dari Stasiun Tanjung Karang dan 822,4 km saat dimulai dari Terminal Rajabasa, sedangkan saat menggunakan Algoritma NNH yang dikerjakan secara manual ataupun menggunakan alat bantu *Python* adalah 807,1 km saat dimulai dari Stasiun Tanjung Karang dan 817,5 km saat dimulai dari Terminal Rajabasa. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa Algoritma NNH lebih baik dibandingkan Algoritma CIH dengan rute terbaik yaitu $0 - 3 - 2 - 7 - 4 - 5 - 6 - 10 - 9 - 8 - 20 - 19 - 21 - 18 - 17 - 16 - 14 - 15 - 12 - 11 - 13 - 1 - 0$ untuk kasus menyelesaikan TSP jarak pantai di Lampung.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya diharapkan mampu menggunakan algoritma lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananda, S. A., Notiragayu, Wamilliana,& Ansori, M. (2023). Penentuan Lintasan Terpendek Perjalanan Pengiriman Barang Menggunakan Algoritma Cheapest Insertion Heuristic (Studi Kasus PT. Indah Logistik Cargo Bandar Lampung). *Jurnal EurekaMatika*, 2, 111-120
- Afif, N. S., Ats-Tsauri, I., & Hadiwijaya, S. (2022). Optimisasi Rute Pengiriman Produk Komponen Otomotif (Traveling Salesman Problem) Melalui Pendekatan Heuristik. *Jurnal Teknik Industri*, 3, 38–48.
- Aswin, Y.M., Wamilliana, Fitriani, Ansori, M., Notiragayu (2024). Perbandingan Cheapest Insertion Heuristic dan Algoritma Christofides untuk Menentukan Tour Pasar Tradisional di Kota Bandar Lampung. *Jurnal Pepadun*, 5(2), 182-194.
- Deo N. (2016), *Graph Theory with Applications to Engineering & Computer Science*. New York. Dover Publications.
- Fitriya, A. W., Sumardu, R. S., Sari, N. N., & Simarmata, E. J. (2024). Rute Pendistribusian Barang dengan Algoritma Nearest Neighbor Algorithm. *Journal of Machine Learning and Computer Science*, 4, 894-900.
- Harahap, R. R., & Hidayatullah. (2018). Sistem Informasi Google Maps Dengan Menggunakan Vb.Net. *Journal of Science and Social Research*, 1, 36–41.
- Meliantri, K., Githa, P., & Wirdiani, N. K. A. (2018). Optimisasi Distribusi Produk Menggunakan Metode Cheapest Insertion Heuristic Berbasis Web. *Jurnal Jurusan Teknologi Informasi* 6(3), 204-213.
- Pernama, Y., & Salim, A. R. (2006). Representasi Jalur (Path) Pada Traveling Salesman Problem Untuk Menentukan Jarak Terpendek Menggunakan Algoritma Genetika. *Jurnal Matematika*, 6, 55–62.