

## **PENYELESAIAN TRAVELLING SALESMAN PROBLEM MENGUNAKAN METODE SIMPLE HILL CLIMBING**

**Kristina Karunianti Nana, Bayu Prihandono, Evi Noviani**

### **INTISARI**

*Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan penyelesaian dari TSP yaitu Simple Hill Climbing. Simple Hill Climbing bekerja dengan cara memilih secara langsung lintasan baru yang memiliki jarak lintasan lebih kecil dari lintasan sebelumnya, tanpa melakukan pengujian dan tanpa melakukan penukaran titik pada level yang sama. Penyelesaian TSP pada contoh kasus dengan 10 kota menggunakan metode Simple Hill Climbing didapatkan lintasan terpendek atau tujuan dari penyelesaian TSP tersebut yaitu pada level ke-2 dengan titik tukar G,H dan lintasan ABCEDFHGIJA=49km. Penyelesaian contoh kasus TSP dengan 6 kota menggunakan metode Simple Hill Climbing didapatkan lintasan terpendek pada level ke-1 dengan titik tukar 2,1 dan lintasan  $4 - 6 - 5 - 3 - 1 - 2 - 4 = 103,6$ . Kelebihan dari metode Simple Hill Climbing tidak mengunjungi semua pencarian pada level yang sama. Oleh karena itu, pada setiap langkah harus dibuat keputusan yang terbaik dalam menentukan pilihan yaitu jarak tempuh lintasan yang lebih kecil.*

**Kata Kunci :** *Graph, Hill Climbing, Simple Hill Climbing*

### **PENDAHULUAN**

*Travelling Salesman Problem (TSP)* merupakan permasalahan yang dihadapi oleh seorang *salesman* dalam perjalanannya. *Salesman* tersebut berangkat dari satu kota kemudian berkunjung ke semua kota tepat satu kali dan kembali ke kota asal. Tujuan dari permasalahan TSP yaitu mencari lintasan dengan bobot paling kecil. Dalam graf, TSP diketahui suatu graf berbobot dimana setiap titik merepresentasikan kota, setiap sisi merepresentasikan jalan yang menghubungkan setiap kota, dan bobot merepresentasikan jarak yang dibutuhkan untuk menempuh perjalanan dari satu kota ke kota lainnya. Graf yang digunakan adalah graf lengkap berbobot dan graf simetris. TSP didefinisikan sebagai permasalahan untuk mencari sirkuit dengan bobot paling kecil [1]. Beberapa contoh masalah yang dapat diselesaikan dengan menggunakan pendekatan TSP yaitu pada persoalan lintasan *delivery order* (jasa pengantar makanan), pencarian lintasan bis sekolah untuk mengantar jemput siswa dan lintasan pencarian pengiriman surat dan barang. Penyelesaian TSP dapat dilakukan dengan menggunakan metode heuristik. Metode Heuristik yaitu suatu proses yang mungkin dapat menyelesaikan suatu masalah tetapi tidak ada jaminan bahwa solusi yang dicari selalu dapat ditemukan. Dengan kata lain, metode heuristik adalah metode yang mengembangkan efisiensi dalam proses pencarian, namun dengan kemungkinan mengorbankan kelengkapan. Salah satu metode heuristik yang diterapkan pada permasalahan TSP adalah metode *Hill Climbing*. Metode *Hill Climbing* bekerja dengan cara menggunakan pohon pencarian, setiap titik di pohon merupakan sejumlah kemungkinan solusi dari TSP.

Metode *Hill Climbing* proses pengujiannya juga dilakukan dengan menambahkan fungsi Heuristik. Fungsi Heuristik adalah pemetaan dari suatu masalah ke pengukur kebutuhan, umumnya direpresentasikan berupa angka. Pengujian yang berupa fungsi heuristik ini akan menunjukkan seberapa baiknya nilai perkiraan yang diambil terhadap keadaan-keadaan lainnya untuk mendapatkan solusi yang diinginkan. Fungsi Heuristik dalam pencarian *Hill Climbing* diterapkan untuk memilih posisi kota yang sudah ditukar dengan jarak tempuh terkecil. Terdapat dua jenis metode *Hill Climbing* yaitu *Simple Hill Climbing* dan *Steepest Ascent Hill Climbing*. Penyelesaian TSP pada penelitian ini menggunakan metode *Simple Hill Climbing*. Kelebihan metode *Simple Hill Climbing* yaitu tidak

mengunjungi semua pencarian pada level yang sama, pada setiap level jika sudah didapatkan lintasan dengan jarak tempuh lebih kecil maka lintasan tersebut yang dipilih untuk level selanjutnya sampai solusi didapatkan [4].

Masalah yang akan dibahas adalah bagaimana penggunaan metode *Simple Hill Climbing* dalam menyelesaikan TSP. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji penyelesaian TSP yang digambarkan dengan graf lengkap berbobot dan graf simetris dengan menggunakan metode *Simple Hill Climbing*.

Pembahasan pada penelitian ini akan dibatasi untuk mencari solusi optimal berupa lintasan dengan total jarak tempuh minimum pada TSP menggunakan metode *Simple Hill Climbing*. Persoalan TSP untuk pencarian jarak tempuh lintasan dengan bobot paling kecil menggunakan contoh kasus 10 kota dan 6 kota dengan jarak tempuh perjalanan *salesman* menuju setiap kota yang berbentuk graf lengkap berbobot dan simetris.

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini adalah studi literatur. Penyelesaian TSP dengan Metode *Simple Hill Climbing* dimulai dengan permasalahan TSP yang dimodelkan dalam bentuk graf lengkap dengan jarak tempuh yang sudah diketahui. Langkah selanjutnya yaitu mencari jumlah iterasi dalam setiap lintasan dengan  $n$  titik dan penukaran 2 kota menggunakan kombinasi. Setelah didapatkan iterasi untuk membatasi lintasan dalam pencarian pada setiap level, selanjutnya menentukan lintasan awal keberangkatan secara acak dan melakukan penghitungan terhadap jarak tempuh lintasannya. Selanjutnya menetapkan lintasan awal keberangkatan dengan jarak tempuh lintasan yang sudah diketahui. Kemudian melakukan penukaran 2 titik terdekat dari lintasan awal keberangkatan untuk mendapatkan lintasan yang baru dan melakukan penghitungan terhadap jarak tempuh lintasan yang baru.

Jika jarak tempuh yang baru lebih besar dari jarak tempuh lintasan awal maka kembali pada langkah sebelumnya yaitu melakukan penukaran 2 titik terdekat dari lintasan awal keberangkatan untuk mendapatkan lintasan yang baru. Jika jarak tempuh lintasan yang baru kurang dari jarak tempuh lintasan awal, maka lakukan pengujian terus menerus dengan menukar 2 titik pada lintasan yang baru untuk mendapatkan lintasan terkecil. Jika lintasan yang baru dengan lintasan terkecil sudah didapatkan dan titik tukar belum pernah digunakan maka pencarian selesai. Tetapi jika didapatkan titik tukar yang sudah pernah digunakan maka kembali melakukan pengujian terus menerus dengan menukar 2 titik pada lintasan yang baru sampai didapatkan tujuan yaitu lintasan terkecil dengan titik tukar yang belum pernah dipakai.

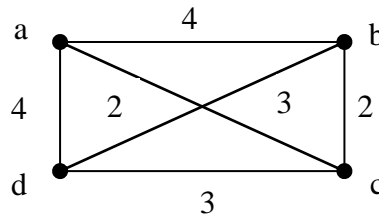
### **TRAVELLING SALESMAN PROBLEM (TSP)**

*Travelling Salesman Problem (TSP)* merupakan salah satu masalah optimasi kombinatorial yang dipelajari secara luas. Permasalahan matematika tentang TSP dikemukakan pada tahun 1800 oleh matematikawan Irlandia, William Rowan Hamilton dan matematikawan Inggris Thomas Penyngton. Hoffman and Wolfe (1985) mengilustrasikan TSP sebagai sebuah masalah yang dihadapi oleh seorang *salesman* atau seorang penjual dalam menjalankan perjalanannya [2]. Permasalahan TSP terlihat mudah untuk jumlah titik yang sedikit, namun TSP akan menjadi permasalahan sangat kompleks jika jumlah titik mencapai ratusan, ribuan bahkan jutaan. Persoalan pedagang keliling (*Travelling Salesman Problem*) termasuk kedalam persoalan teori graf. Persoalan pedagang keliling diilhami oleh masalah seorang pedagang yang berkeliling mengunjungi sejumlah kota. Persoalan tersebut meskipun bernama perjalanan pedagang namun penerapannya tidak hanya pada kasus yang berhubungan dengan pedagang [2]. TSP merupakan permasalahan dimana seorang *salesman* harus melewati sejumlah kota tepat satu kali dan kembali lagi ke kota awal keberangkatan, dengan tujuan lintasan yang memiliki total jarak tempuh paling kecil. TSP ditampilkan dalam bentuk graf lengkap dan berbobot. Graf dapat didefinisikan sebagai pasangan himpunan  $(V, E)$ , ditulis dengan notasi  $G(V, E)$ , dimana  $V$  merupakan himpunan tidak kosong dari simpul digambarkan dalam titik-titik, dan  $E$  adalah himpunan sisi-sisi digambarkan dalam garis-garis yang menghubungkan sepasang titik. Graf lengkap adalah graf

---

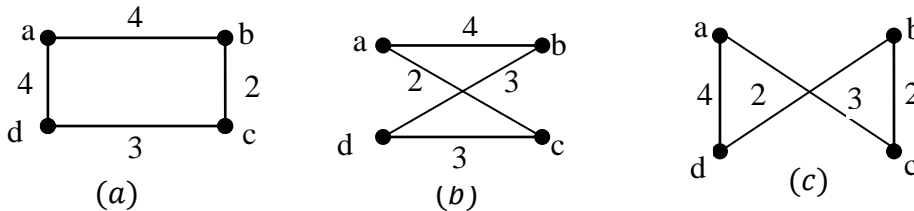
sederhana yang setiap simpulnya dihubungkan oleh sisi [3]. Graf lengkap tersebut memiliki  $n$  buah titik yang menyatakan kota-kota yang harus dikunjungi oleh *salesman*. Bobot pada setiap sisi graf tersebut menyatakan jarak yang memiliki nilai yang menghubungkan setiap kota [2].

Graf sederhana adalah graf yang tidak mempunyai gelang maupun sisi ganda. Berdasarkan orientasi arah pada sisi, maka graf digolongkan menjadi dua jenis yaitu graf tak berarah (graf simetris) dan graf berarah (graf asimetris). Graf tak berarah adalah graf yang sisi nya tidak mempunyai orientasi arah sedangkan graf berarah adalah graf yang setiap sisinya diberikan orientasi arah (yang ditunjukkan dengan anak panah). Jalan (walk) dalam graf adalah suatu barisan titik-titik dan sisi-sisi yang dimulai dan diakhiri oleh suatu titik. Lintasan adalah suatu walk yang semua titiknya berbeda [5]. Contoh penerapan TSP dideskripsikan dengan data sebanyak 6 kota dan jarak tempuh antar kota yang dihubungkan dengan sisi sudah diketahui kemudian akan dicari lintasan dengan jarak tempuh dengan bobot paling kecil yang harus dilalui oleh seorang *salesman* tersebut. Seorang *salesman* tersebut berangkat dari sebuah kota asal, kemudian menyinggahi setiap kota tepat satu kali dan kembali lagi ke kota asal keberangkatan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Graf  $abcd$  dengan 4 titik 6 sisi

Berdasarkan gambar 1, jumlah titik dan sisi yang terdapat adalah 4 titik dan 6 sisi, banyak kemungkinan lintasannya adalah 3 lintasan yaitu:



Gambar 2. (a. b dan c) Graf  $abcd$  dengan 4 titik dan 4 sisi

Melalui 4 buah titik dan 6 buah sisi dengan kemungkinan lintasan sebanyak 3 lintasan maka lintasan pertama pada Gambar 2 (a) diperoleh panjang lintasan  $abcd$  dengan 4 buah titik dan 4 buah sisi, lintasan kedua pada Gambar 3.2 (b) diperoleh panjang lintasan  $acdba$  dengan 4 buah titik dan 4 buah sisi, dan lintasan ketiga pada Gambar 3.2 (c) diperoleh panjang lintasan  $acbda$  dengan 4 buah titik dan 4 buah sisi. Panjang rute yang didapat adalah sebagai berikut:

1. Lintasan pertama =  $(abcd)$  atau  $(dcba)$  panjang lintasan  $4 + 2 + 3 + 4 = 13$
2. Lintasan kedua =  $(acdba)$  atau  $(abdca)$  panjang lintasan  $2 + 3 + 3 + 4 = 12$
3. Lintasan ketiga =  $(acbda)$  atau  $(adbca)$  panjang lintasan  $2 + 2 + 3 + 4 = 11$

Berdasarkan pencarian diatas dapat dihitung lintasan terpendek dengan mencari jarak tempuh antara lintasan-lintasan tersebut dan didapat lintasan dengan jarak tempuh bobot paling kecil terdapat pada lintasan ketiga yaitu  $(acbda)$  atau  $(adbca)$  dengan lintasan  $2 + 2 + 3 + 4 = 11$ .

### METODE SIMPLE HILL CLIMBING

Metode *Hill Climbing* merupakan metode Heuristik yang umumnya digunakan untuk menemukan solusi yang mendekati optimal dari sebuah masalah dengan proses pencarian bergerak dari satu solusi ke solusi berikutnya. Metode *Hill Climbing* digunakan untuk pencarian atau perbandingan jarak pada kasus yang dicari dengan selalu memilih nilai heuristik yang terkecil. Dalam proses penerapan *Hill*

*Climbing*, misalnya pada kasus TSP dimulai secara acak pada lintasan yang sudah ada. Bergerak ke lintasan dengan nilai evaluasi yang lebih kecil, dan jika suatu minimum lokal telah didapatkan, lalu mulai lagi pada lintasan yang berbeda dengan menggunakan nilai evaluasi yang lebih kecil. Pengulangan langkah ini dilakukan hingga solusi ditemukan. Metode *Hill Climbing* merupakan metode yang dikenal dalam pencarian lokal yaitu pilihan solusi yang mana yang akan diambil hanya berdasarkan pencarian tentang solusi yang diperoleh nilai solusi terdekatnya. Sebagai contoh misalnya seseorang berada di kota yang tidak di kenal, tanpa peta dan seseorang tersebut ingin menuju ke pusat kota. Cara sederhana adalah menuju gedung yang tinggi. Fungsi heuristiknya yaitu jarak antara lokasi sekarang dengan gedung yang tinggi dan keadaan yang diinginkan adalah keadaan yang mana jarak tersebut merupakan jarak tempuh dengan lintasan yang terpendek. Metode *Hill Climbing* hampir sama dengan metode pembangkitan dan pengujian selain itu pada pembangkitan dan pengujian respon hanya pengujian berupa 'ya' atau 'tidak'. [4].

Metode *Simple Hill Climbing* merupakan cabang dari metode *Hill Climbing*. Gerakan pencarian *Simple Hill Climbing* dimulai dari posisi paling kiri setelah ditentukan lintasan awal dan dilakukan penukaran titik, dengan membandingkan keadaan  $n$  titik yang sekarang dengan satu titik tanpa memperhatikan titik berikutnya pada level yang sama, dan titik pertama yang lebih baik akan dipilih menjadi keadaan selanjutnya. Langkah tersebut dilakukan terus menerus hingga tujuan akhir didapatkan. Algoritma *Simple Hill Climbing* adalah sebagai berikut [4]:

1. Menentukan secara acak lintasan awal dan menghitung jarak tempuh lintasan awal tersebut, selanjutnya dilakukan pengujian dengan menukar setiap kota. Setelah dilakukan pengujian jika lintasan awal merupakan kota tujuan, maka berhenti, dan jika lintasan awal bukan merupakan kota tujuan lanjutkan dengan keadaan sekarang sebagai lintasan awal.
2. Kerjakan langkah-langkah berikut sampai solusinya ditemukan, atau sampai tidak ada titik baru yang akan diaplikasikan pada keadaan sekarang.
  - a. Cari titik yang belum pernah digunakan dalam keadaan sekarang, dan gunakan titik tukar untuk mendapatkan keadaan yang baru.
  - b. Evaluasi keadaan baru tersebut;
    - i. jika keadaan baru merupakan kota tujuan, maka proses pencarian berhenti,
    - ii. jika bukan merupakan kota tujuan, namun nilainya lebih baik atau lebih kecil daripada keadaan sekarang, maka jadikanlah keadaan baru tersebut menjadi keadaan sekarang.

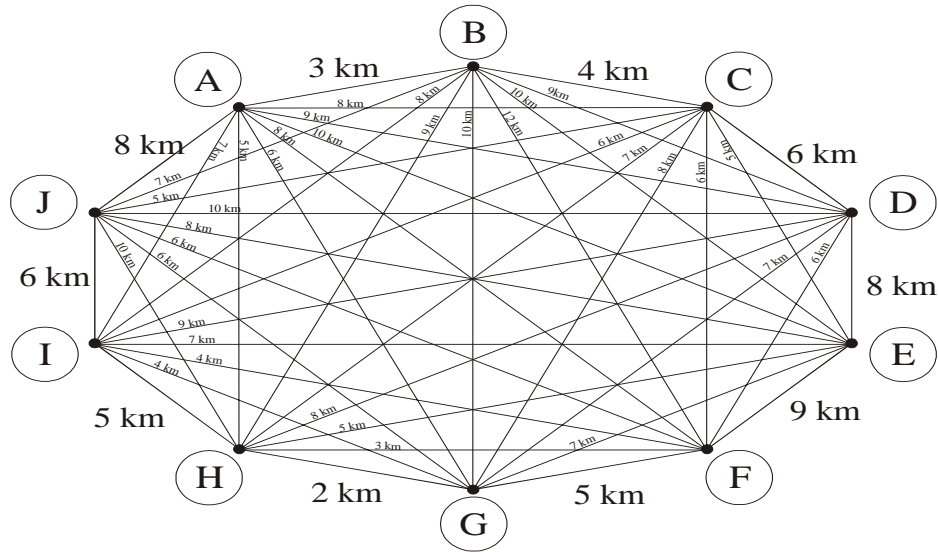
Jika keadaan baru tidak lebih baik daripada keadaan sekarang maka lanjutkan pencarian, seperti pada langkah ke-(ii) sampai mendapatkan kota tujuan dengan bobot paling kecil.

Ada beberapa masalah yang mungkin terjadi pada metode *Simple Hill Climbing* [4]:

1. Algoritma akan berhenti jika telah mencapai nilai maksimum lokal yaitu suatu lintasan sekarang yang dianggap memiliki jarak terpendek dari semua lintasan sebelumnya, namun belum tentu lintasan yang sekarang dianggap memiliki jarak terpendek adalah tujuan karena masih ada lintasan yang belum dikunjungi pada iterasi yang sudah ditentukan.
2. Urutan penggunaan titik yang digunakan untuk menukar posisi akan sangat berpengaruh pada penemuan solusi.
3. *Simple Hill Climbing* melewati titik tukar yang sudah pernah digunakan pada langkah sebelumnya.

Berdasarkan kedua algoritma *Simple Hill Climbing* di atas maka digunakan untuk menyelesaikan persoalan TSP seperti pada contoh kedua kasus menggunakan graf lengkap berbobot dan graf simetris berikut ini. Contoh kasus yang pertama Seorang *salesman* melakukan perjalanan dengan berkeliling mengunjungi 10 kota dengan jarak tempuh antara tiap-tiap kota sudah diketahui. Perjalanan dilakukan dengan mencari lintasan dengan jarak tempuh terpendek dan setiap kota hanya boleh dikunjungi tepat satu kali dan kembali ke kota awal keberangkatan. Perjalanan *salesman* tersebut digambarkan dengan graf lengkap berbobot.

---



Gambar 3. Contoh kasus TSP dengan 10 kota

berdasarkan gambar 3, kota-kota yang akan dikunjungi oleh *salesman* ditunjukkan dengan titik *A, B, C, D, E, F, G, H, I* dan *J*. Jarak antara tiap-tiap kota dari kesepuluh kota tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Jarak Antar Kota Pada Contoh Kasus TSP Dengan 10 Kota

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	0	3	8	9	10	8	6	5	7	8
B	3	0	4	9	10	12	10	9	8	7
C	8	4	0	6	5	6	8	7	6	5
D	9	9	6	0	8	6	7	8	9	10
E	10	10	5	8	0	7	7	5	7	8
F	8	12	6	6	7	0	5	3	4	6
G	6	10	8	7	7	5	0	2	4	6
H	5	9	7	8	5	3	2	0	5	10
I	7	8	6	9	7	4	4	5	0	6
J	8	7	5	10	8	6	6	10	6	0

Pemecahan TSP untuk mendapatkan jarak tempuh terpendek dari 10 kota dilakukan dengan menukar 2 titik atau menukar posisi 2 kota yang bersebelahan. Fungsi heuristik yang digunakan dalam TSP ini adalah jarak lintasan yang ditempuh. Untuk mencari jumlah lintasan terpendek dari permasalahan tersebut dan setiap kota hanya boleh dikunjungi tepat satu kali, maka :

$$C(n, r) = C_r^n = \frac{n!}{r!(n-r)!}$$

dengan  $n$  adalah jumlah kota dan  $r$  adalah jumlah kota yang ditukar.

$$C(n, r) = C_r^n = \frac{n!}{r!(n-r)!} = \frac{10!}{2!(10-2)!} = 45$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, didapatkan 45 kombinasi. Keadaan awal keberangkatan dimulai dari kota ke *A* dalam TSP ini dengan lintasan atau lintasan awal yaitu *ABCDEFGHIJA* dengan jarak lintasan adalah 54 km. Ke 45 kombinasi ini akan digunakan sebagai titik tukar yang membatasi pencarian dalam setiap level pencarian. Hasil dari pencarian ke-45 titik tukar tersebut ditunjukkan dalam tabel 2 dibawah ini dengan titik tukar dalam pencarian berurut, dimana hasilnya menunjukkan sampai diperoleh lintasan terpendek dari perjalanan seorang *salesman* tersebut.

Tabel 2 Hasil Perhitungan Dari Pencarian Lintasan *ABCDEFGHIJA*

Level	Penukaran kota	Lintasan diperoleh	Jarak (km)
1	1. Titik tukar <i>A, B</i>	<i>BACDEFGHIJB</i>	57
	...	...	...
	7. Titik tukar <i>G, H</i>	<i>ABCDEFHGIJA</i>	51
	...	...	...
	45. Titik tukar <i>H, J</i>	<i>ABCDEFGJIHA</i>	55
2	1. Titik tukar <i>A, B</i>	<i>BACEDFGHIJB</i>	55
	...	...	...
	7. Titik tukar <i>G, H</i>	<i>ABCDEFHGIJA</i>	49
	...	...	...
	45. Titik tukar <i>H, J</i>	<i>ABCDEFGJIHA</i>	53
3	1. Titik tukar <i>A, B</i>	<i>BACEDFHGIJB</i>	52
	...	...	...
	7. Titik tukar <i>H, G</i>	<i>ABCEDFGHIJA</i>	52
	...	...	...
	45. Titik tukar <i>H, J</i>	<i>ABCEDFJGIHA</i>	52

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa dari level ke-1 sampai level ke-3 pencarian dilakukan dengan menukar posisi kota. Pencarian dari 10 kota titik tukarnya sebanyak 45 titik tukar, tetapi pada setiap level jika sudah mendapatkan lintasan lebih kecil dari lintasan sebelumnya maka pencarian tersebut dipakai sampai sudah tidak didapatkan lagi lintasan lebih kecil. Lintasan awal keberangkatan yaitu *ABCDEFGHIJA* dengan jarak lintasan = 54 km. Level ke-1 didapatkan lintasan lebih kecil dari lintasan awal yaitu pada pencarian ke-4 dengan titik tukar *D, E* dan lintasan *ABCEDFGHIJA* = 52 km. Level ke-2 didapatkan lintasan lebih kecil dari lintasan pada level ke-1 yaitu lintasan *ABCDEFHGIJA* = 49 km dengan titik tukar *G, H* pada pencarian ke-7. Level ke-3 setelah mengunjungi semua titik tukar yaitu ke-45 titik tukar sudah tidak didapatkan lagi lintasan dengan jarak tempuh lintasan lebih kecil dan sebenarnya lintasan terpendek dari pencarian ke 10 kota tersebut yaitu sudah didapatkan pada level ke-2.

Contoh kasus yang kedua dapat dilihat pada koordinat lokasi berikut ini:

Tabel 3 Jarak Antar Kota Berupa Koordinat Lokasi

Kota ke	X	Y
1	10	0
2	30	0
3	15	20
4	25	20
5	10	30
6	30	30

Jarak antar kota dihitung berdasarkan koordinat titik dari  $n_1$  dan  $n_2$  secara berturut-turut adalah

$$n_1 = (x_1, y_1) \text{ dan } n_2 = (x_2, y_2)$$

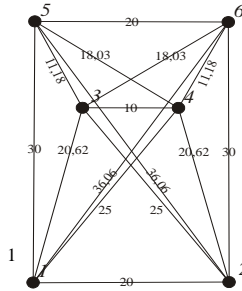
dan diperoleh rumus *Euclidean*:

$$d(n_1, n_2) = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

dari Tabel 3 setelah dihitung dengan rumus *Euclidean* diperoleh hasilnya seperti pada tabel 4.

Tabel 4 Jarak Antar Kota Dihitung Dengan Bentuk Koordinat Lokasi

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>1</b>	0	20	20,62	25	30	36,06
<b>2</b>	20	0	25	20,62	36,06	30
<b>3</b>	20,62	25	0	10	11,18	18,03
<b>4</b>	25	20,62	10	0	18,03	11,18
<b>5</b>	30	36,06	11,18	18,03	0	20
<b>6</b>	36,06	30	18,03	11,18	20	0



Gambar 3 Lintasan 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Penyelesaian perjalanan seorang *salesman* dengan mengunjungi 6 kota dengan jarak antara tiap-tiap kota sudah diketahui. Keadaan awal keberangkatan dimulai secara acak. Kota awal misalnya dimulai dari kota ke-1 dan kota tujuan kembali lagi ke kota-1. Keadaan awal keberangkatan dan kota tujuan mengikuti penukaran kota berikutnya sampai diperoleh lintasan terpendek.

Dengan kombinasi untuk mencari jumlah lintasan :

$$C_r^n = \frac{n!}{r!(n-r)!} = \frac{6!}{2!(6-2)!} = 15$$

Lintasan awal: 4 – 6 – 5 – 3 – 2 – 1 – 4 = 11,18 + 20 + 11,18 + 25 + 20 + 25 = 112,36

Tabel 5 Hasil Perhitungan Dari Pencarian Lintasan 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Level	Penukaran kota	Lintasan diperoleh	Jarak (km)
1	1. Titik tukar 4,6	6 – 4 – 5 – 3 – 2 – 1 – 6	121,45
	...	...	...
	...	...	...
	...	...	...
	15. Titik tukar 2,1	4 – 6 – 5 – 3 – 1 – 2 – 4	103,6
2	1. Titik tukar 4,6	6 – 4 – 5 – 3 – 1 – 2 – 6	111,01
	...	...	...
	...	...	...
	...	...	...
	15. Titik tukar 1,2	4 – 6 – 5 – 3 – 2 – 1	112,36

Berdasarkan Tabel 2 dengan lintasan awal yang sudah diketahui yaitu 4 – 6 – 5 – 3 – 2 – 1 – 4 = 112,36. Level ke-1, *Hill Climbing* akan mengunjungi pencarian 1 dengan lintasan 6 – 4 – 5 – 3 – 2 – 1 – 6 = 121,45 nilai heuristik lintasan ini masih lebih besar dari lintasan awal. Pencarian dilanjutkan ke lintasan 5 – 6 – 4 – 3 – 2 – 1 – 5 = 116,18. Pencarian lintasan 5 – 6 – 4 – 3 – 2 – 1 – 5 masih memiliki nilai heuristik lebih besar maka pencarian dilanjutkan ke pencarian berikutnya dengan lintasan 3 – 6 – 5 – 4 – 2 – 1 – 3 = 117,28 dan titik tukar 6,3. Nilai heuristik 3 – 6 – 5 – 4 – 2 – 1 – 3 lebih besar dibandingkan dengan nilai heuristik 4 – 6 – 5 – 3 – 2 – 1 – 4 yaitu

117,28 > 112,36 sehingga dipilih pencarian ke lintasan lain. Pencarian dilanjutkan sampai didapatkan lintasan lebih kecil yaitu pada pencarian ke-15 dengan titik tukar 2,1 dan lintasan  $4 - 6 - 5 - 3 - 1 - 2 - 4 = 103,6$ . Level ke-2 *Hill Climbing* akan mengunjungi pencarian 1 dengan lintasan  $6 - 4 - 5 - 3 - 1 - 2 - 6 = 111,01$  nilai heuristik lintasan ini masih lebih besar dari lintasan  $4 - 6 - 5 - 3 - 1 - 2 - 4 = 103,6$ . Pencarian dilanjutkan ke lintasan  $5 - 6 - 4 - 3 - 1 - 2 - 5 = 117,86$ . Pencarian lintasan  $5 - 6 - 4 - 3 - 1 - 2 - 5$  masih memiliki nilai heuristik lebih besar maka pencarian dilanjutkan ke pencarian berikutnya dengan lintasan  $3 - 6 - 5 - 4 - 1 - 2 - 3 = 126,06$  dan titik tukar 4,3. Nilai heuristik  $3 - 6 - 5 - 4 - 1 - 2 - 3$  lebih besar dibandingkan dengan nilai heuristik  $4 - 6 - 5 - 3 - 1 - 2 - 4$  yaitu 126,06 sehingga dipilih pencarian ke lintasan lain. Pencarian dilanjutkan sampai pada lintasan pencarian ke-15 ternyata sudah tidak didapatkan lagi lintasan dengan nilai heuristik lebih kecil dari lintasan  $4 - 6 - 5 - 3 - 1 - 2 - 4 = 103,6$ . Lintasan  $4 - 6 - 5 - 3 - 1 - 2 - 4 = 103,6$  dengan titik tukar 2,1 pada level ke-1 adalah lintasan terpendek.

## PENUTUP

Metode *Simple Hill Climbing* bekerja dengan cara tidak mengunjungi semua titik tukar dalam maksimum banyaknya lintasan pada level yang sama, urutan penggunaan titik tukar dalam pencarian menentukan penemuan solusi, kemungkinan mendapatkan solusi lebih kecil dan dikombinasikan pertukaran kota pada iterasi yang sama. Penyelesaian contoh kasus TSP dengan 10 kota menggunakan metode *Simple Hill Climbing* didapatkan pada level ke-2 dan lintasan terpendek terdapat pada lintasan *ABCEDFHGIJA* dengan jarak lintasan = 49 km dan titik tukar *G, H*. Penyelesaian contoh kasus dengan 6 kota lintasan terpendek didapatkan pada level ke-1 dengan lintasan  $4 - 6 - 5 - 3 - 1 - 2 - 4 = 103,6$  dan titik tukar 2,1. Kelebihan dari metode *Simple Hill Climbing* tidak mengunjungi semua pencarian pada level yang sama. Setiap langkah harus dibuat keputusan yang terbaik dalam menentukan pilihan yang dalam skripsi ini adalah jarak tempuh lintasan lebih kecil. Kelemahannya adalah membutuhkan waktu yang relatif lama karena harus menghitung kemungkinan banyak lintasan dan keputusan yang telah diambil pada suatu langkah tidak dapat diubah lagi pada langkah selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Efendi R dan Maulinda S. *Studi Perbandingan Algoritma Cheapest Insertion Heuristic dan Ant Colony System dalam Pemecahan Travelling Salesman Problem (TSP)*; 2010.
- [2] Munir R. *Matematika Diskrit*. Bandung: Program Studi Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung; 2012.
- [3] Manongga D dan Natalia Y. *Matematika Diskrit*, Jakarta: Edisi 1 Kencana Prenada Media Group; 2013.
- [4] Kusumadewi S. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Edisi 1 Graha Ilmu; 2003.
- [5] Siang JJ. *Riset Operasi Dalam Pendekatan Algoritmis*, Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu; 2011.

KRISTINA KARUNIANI NANA : Jurusan Matematika FMIPA Untan, Pontianak,  
kristinanana.virgo@gmail.com  
BAYU PRIHANDONO : Jurusan Matematika FMIPA Untan, Pontianak,  
beiprihandono@gmail.com  
EVI NOVIANI : Jurusan Matematika FMIPA Untan, Pontianak,  
evinovianisp@gmail.com

---