

Pemanfaatan Algoritma Generate and Test Dalam Kasus Travelling Salesman Problem Pencarian Jalur Terpendek

Algifari Maulana

Fakultas Ilmu Komputer, Prodi Teknik Komputer, Universitas Putera Batam, Kepulauan Riau, Indonesia

Email: algifm@gmail.com@email.com

Email Penulis Korespondensi: algifm@gmail.com@email.com

Submitted: 11/12/2021; Accepted: 20/12/2021; Published: 31/12/2021

Abstrak—Algoritma Generate and Test merupakan sebuah metode yang sangat sederhana dalam sebuah pencarian heuristik. Proses penyelesaian algoritma ini merupakan gabungan dari depth-first search dengan pelacakan mundur (backtracking) karena solusi harus dibangkitkan secara lengkap sebelum dilakukan test. Jika pembangkitan sebuah solusi dikerjakan secara sistematis dan mengikuti prosedur akan mencari solusinya. Permasalahan dalam penelitian ini yaitu apabila masalah yang dibahas pada algoritma Generate test sangat luas memerlukan waktu yang lama untuk menyelesaikannya. Tujuan utama penelitian ini mencari alternatif rute terpendek untuk mencari solusi agar memperoleh rute terkecil sehingga menghemat biaya transportasi. Hasil akhir dari penelitian ini diperoleh 8 jalur yang menuju tujuan akhir, 2 jalur yang memiliki rute terpendek yaitu rute A-C-F-I-T dan A-C-E-G-T. Sehingga pengujian yang dilakukan dapat melewati 2 jalur untuk dapat mengunjungi kota tersebut.

Kata Kunci: Algoritma Generate and Test; Searching; Rute Terpendek; Dept First Search; Kecerdasan Buatan

Abstract—The Generate and Test algorithm is a very simple method in a heuristic search. The completion process of this algorithm is a combination of depth-first search with backtracking because the solution must be generated completely before testing. Systematically and following procedures will find a solution. The problem in this study is that if the problem discussed in the Generate test algorithm is very broad, it takes a long time to solve it. The main purpose of this study is to find the shortest alternative route to find a solution in order to obtain the smallest route so as to save transportation costs. The final result of this study obtained 8 paths to the final destination, 2 paths that have the shortest route, namely the A-C-F-I-T and A-C-E-G-T routes. So that the tests carried out can pass through 2 paths to be able to visit the city.

Keywords: Generate and Test Algorithm; Searching; Shortest Route; Dept. First Search; Artificial intelligence

1. PENDAHULUAN

Transportasi merupakan hal yang paling utama dalam melakukan perjalanan. Salah satu kegiatan dalam transportasi adalah pendistribusian suatu produk dari suatu tempat ke tempat lain. Dalam mendistribusikan suatu produk, faktor jarak tempuh dan waktu tempuh menjadi hal yang cukup penting untuk diperhatikan karena melibatkan banyak hal dalam pengoperasiannya. Kecerdasan buatan (AI) adalah bidang yang menantang dan kreatif [1]. Algoritma *Generate and Test* merupakan algoritma paling sederhana dalam teknik pencarian heuristik. Dalam *Generate and Test*, terdapat dua prosedur penting yaitu *generate* (membangkitkan) yaitu membangkitkan semua solusi yang mungkin dan *test* (pengetesan) yaitu menguji solusi yang dibangkitkan tersebut. Algoritma *Generate and Test* menggabungkan algoritma DFS dengan pelacakan mundur (*backtracking*), yaitu bergerak ke belakang menuju *state* awal. Algoritma *Generate and Test* adalah sebagai berikut :

- Bangkitkan sebuah solusi yang mungkin;
- Menguji tiap-tiap *node* yang merupakan solusi dengan cara membandingkan *node* tersebut dengan *node* akhir dari suatu lintasan yang dipilih dengan kumpulan tujuan yang diharapkan;
- Jika solusi telah ditemukan, maka keluar dari sistem. Jika belum menemukan solusi, maka kembali ke langkah 1[2].

Travelling Salesman Problem (TSP) dikenal sebagai salah satu masalah optimasi yang menarik perhatian para peneliti sejak beberapa dekade terdahulu. *Travelling Salesman Problem* (TSP) termasuk ke dalam persoalan yang sangat terkenal dalam teori graf. Nama persoalan ini diilhami oleh masalah seorang pedagang yang berkeliling mengunjungi sejumlah Kota. Deskripsi persoalannya adalah sebagai berikut: diberikan sejumlah Kota dan jarak antar Kota. Tentukan sirkuit terpendek yang harus dilalui oleh seorang pedagang bila pedagang itu berangkat dari sebuah Kota asal dan menyinggahi setiap Kota tepat satu kali dan kembali lagi ke kota asal keberangkatan. Persoalan perjalanan pedagang tidak lain adalah menentukan siklus Hamilton yang memiliki bobot minimum pada sebuah graf terhubung (Wicaksana *et al.*, 2014). TSP memiliki aturan sebagai berikut:

- Harus mengunjungi setiap kota tepat satu kali, tidak boleh kurang ataupun lebih;
- Semua kota harus dikunjungi dalam satu kali perjalanan (tour);
- Dimulai dan diakhiri pada kota yang sama[3].

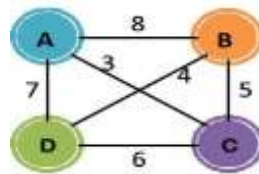
Sebagai sebuah permasalahan, TSP memerlukan penyelesaian. Prosedur sederhana dalam penyelesaian masalah TSP dibagi menjadi dua metode, yaitu metode optimal dan metode aproksimasi. Metode optimal akan menghasilkan solusi yang optimal (minimum) sedangkan metode aproksimasi akan menghasilkan solusi yang mendekati optimal. Penyelesaian eksak untuk masalah TSP adalah mengharuskan perhitungan terhadap semua kemungkinan sirkuit yang dapat diperoleh, kemudian memilih sirkuit terbaik dengan jarak total atau biaya yang paling minimum[4]. Banyak metode yang dapat di gunakan untuk menyelesaikan TSP yaitu Algoritma genetik Ant

Colony System (Lee, 2013) dan Tabu Search (Andres *et al.*, 2007), Dynamic Programming, Simulated Annealing [5].

Salah satu kasus yang sering digunakan dalam terminologi AI adalah *Travelling Salesman Problem* (TSP). Dalam kasus ini dianalogikan seorang *salesman* ingin mengunjungi sejumlah kota. Solusinya adalah berupa rute terpendek dari semua jalur antar kota tersebut dengan aturan setiap kota hanya boleh dilewat satu kali[6]. Optimasi adalah pencarian nilai-nilai variabel yang dianggap optimal untuk mencapai hasil yang diinginkan[7]. Permasalahan dalam pengiriman adalah terdapat beberapa lokasi yang akan dikunjungi, dimana lokasi tersebut dikunjungi sebanyak satu kali kemudian *driver* atau sopir kembali ke lokasi awal hal tersebut adalah *Travelling Salesman Problem*[8]. Pencarian adalah proses pencarian solusi di dalam suatu permasalahan sampai solusi atau tujuan ditemukan, atau pergerakan di *state space* untuk mencari lintasan dari *initial-state* ke *goal-state*. Dimana *state-space* itu sendiri adalah himpunan semua state yang dapat dicapai dari state awal sampai state tujuan melalui sederetan aksi. Sedangkan *initial-state* merupakan state awal yaitu darimana suatu pencarian akan dimulai. *Goal-state* merupakan state tujuan, seringkali tujuan hanya dinyatakan sebagai sifat yang harus dipenuhi Lintasan[9].

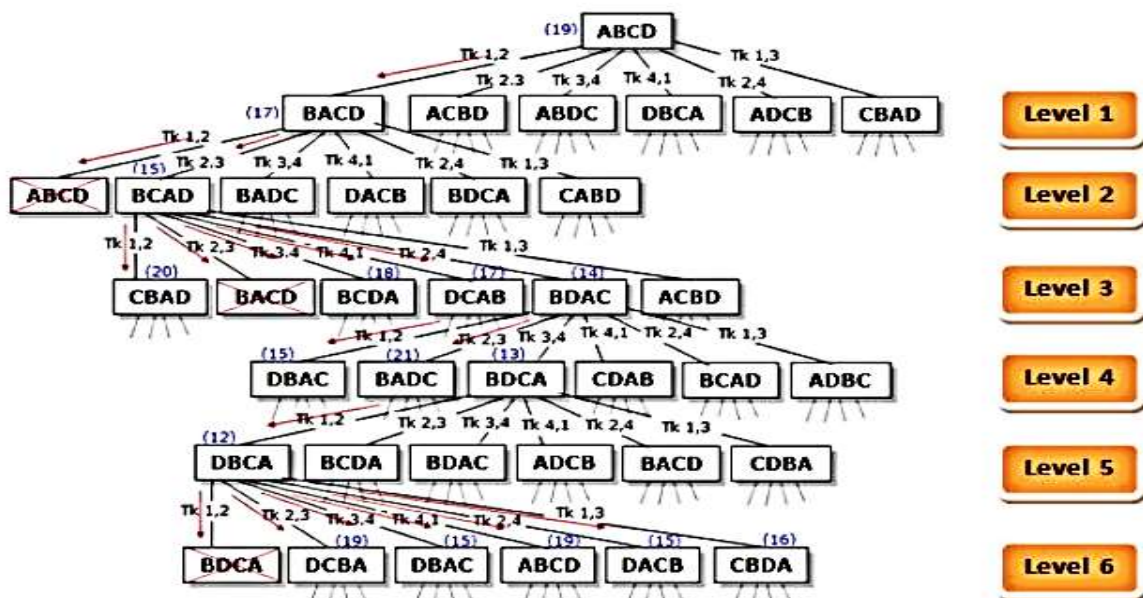
Heuristik adalah sebuah teknik yang mengembangkan efisiensi dalam proses pencarian, namun dengan kemungkinan mengorbankan kelengkapan (*completeness*). Untuk mengukur performansi metode pencarian, terdapat empat kriteria yang dapat digunakan. Metode pada teknik searching yang dapat digunakan adalah metode heuristik. Metode tersebut adalah penggabungan dua metode antara *deft-first search* dengan yang berarti bergerak ke belakang menuju pada suatu keadaan awal. Metode ini memiliki kelebihan yaitu lebih detail dalam melacak node yang tersebar, sehingga dapat aplikasi bisa dikembangkan untuk membuat tingkatan terhadap pelacakan[10]. Pencarian suatu rute optimal merupakan salah satu permasalahan yang sering terjadi dalam proses pengiriman barang. Sebagai contoh adalah seorang sales pengiriman yang bertugas mengirimkan barang ke beberapa toko dengan jarak yang jauh dan harus tepat agar tidak mengulangi jalan yang sama[11][12]. Di bawah ini adalah contoh kasus Generate and test dalam kasus Salesman Program. penjelasan tentang kombinasi 4 kota dengan masing-masing kombinasi diantaranya:

- a) Tukar Kota 1,2 (menukar urutan posisi kota ke-1 dengan kota ke-2).
- b) Tukar Kota (menukar urutan posisi kota ke-2 dengan kota ke-3).
- c) Tukar Kota (tukar urutan posisi kota ke-3 dengan kota ke-4).
- d) Tukar Kota (menukar urutan posisi kota ke-4 dengan kota ke-1)
- e) Tukar Kota 2,4 (menukar urutan posisi kota ke-2 dengan kota ke-4).
- f) Tukar Kota1,3 (menukar urutan posisi kota ke-1 dengan kota ke-3).



Gambar 1. panjang lintasan

Tahap penyelesaian kasus metode Simple Hill Climbing adalah :

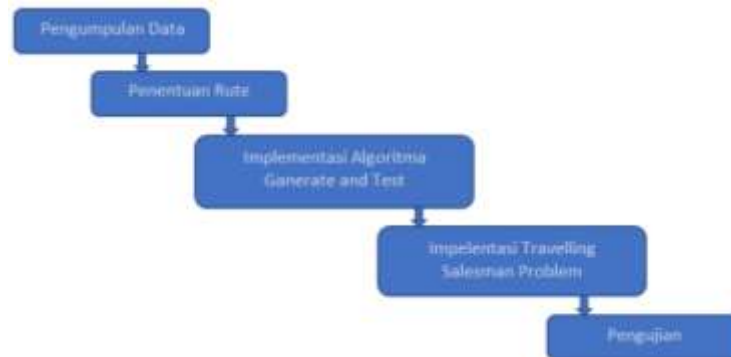


Gambar 2. Tahapan Hill Climbing menggunakan 6 operator

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Tahap Penelitian merupakan konsep yang harus ada dalam sebuah penelitian. Setiap tahap harus dilakukan secara sistematis agar memperoleh hasil yang benar. Proses pertama yang dilakukan adalah pengumpulan data yang berhubungan dengan tema penelitian yang akan dilaksanakan. Metode pengumpulan data dilakukan dengan beberapa tahapan, agar data yang di ambil sesuai dengan kenyataan dilapangan. Adapun tahapan metode pengumpulan data yang dilakukan adalah dengan metode dokumentasi, metode wawancara dan metode *observasi*[13]. Proses tahapan penelitian dalam penentuan rute terpendek adalah :



Gambar 3. Tahapan Penelitian

Penjelasan Tahapan Penelitian:

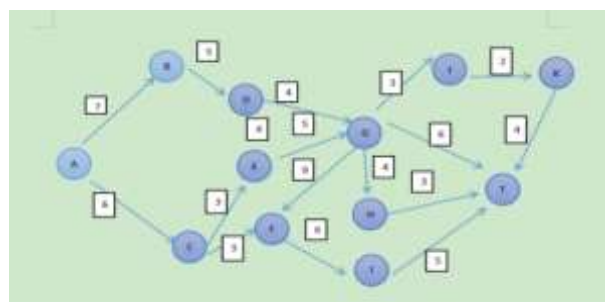
- a) Pengumpulan Data
Data yang digunakan untuk penentuan rute terpendek harus data yang akurat, sehingga hasil akhir bisa dijadikan sebagai acuan oleh salesman.
- b) Penentuan Rute
Dalam penyelesaian kasus harus dipahami rute rute yang akan ditempuh oleh salesman, rute dapat dilihat dari grap dan anak panah yang menuju jalur selanjutnya.
- c) Implementasi Generate and Test
Setelah data dikumpulkan maka akan diproses dengan sistem algoritma.
- d) Implementasi Algoritma Travelling Salesman Program
Menyelesaikan pengujian dengan konsep implementasi Algoritma Travelling Salesman Problem.
- e) Pengujian
Setelah memperoleh semua hasil pengujian, maka langkah selanjutnya adalah melihat lintasan terpendek yang dijadikan acuan pedoman oleh salesman.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa data yang diperoleh terdapat 12 titik kota yang akan dikunjungi oleh salesman, masing masing kota memiliki jarak yang berbeda beda.

3.1 Pembahasan

Solusi yang bisa digunakan pada jalur yang diawali dengan kota A dan diakhiri dengan Kota Z, untuk menyelesaikan permasalahan kita bisa menggunakan Algoritma Depth First Search. Dalam proses biaya transportasi dan menghemat waktu apabila waktu yang dibutuhkan oleh salesman menggunakan rute terpendek. Dalam kasus ini mencari rute terpendek maka solusi yang harus diselesaikan berupa memilih solusi jalur terpendek. Dibutuhkan fungsi heuristik sebagai jalur untuk petunjuk arah.



Gambar 4. Rute Perjalanan

Pada gambar diatas menjelaskan bahwa terdapat 12 Kota diantaranya kota A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,Z, Jarak antar masing masing kota dapat dilihat pada masing masing gambar diatas. Tanda panah menjelaskan tanda jalur yang akan ditepuh, Contoh kasus yang akan dibahas yaitu seorang salesman cat sedang berada paka kota T saat ini, henda pergi mengirim cat ke kota T, Bagaimana salesman tersebut bisa melewati perjalanan bisa menghemat biaya tranportasi dan waktu yang cepat. Permasalahan pada salesman cat dapat diketahui sebagai berikut:

Kadaan awal = A

Kadaan Tujuan = T

Penyelesaian pemilihan rute terpendek dapatdiselesaikan menggunakan Algoritma Generete and Test dilihat pada proses dibawah ini:

a) Iterasi ke 1

Bangkitkan solusi menggunakan Algoritma DFS (Solusi awal adalah jalur A-B-D-G-J-K-T)

$$= F(A-B-D-G-J-K-T)$$

$$= 7+5+4+3+2+4=25$$

Uji dengan kriteria yang digunakan

Karena jalur A-B-D-G-J-K-T) adalah solusi awal yang dibangkitkan maka dijadikan solusi awal yang dipakai sementara yaitu A-B-D-G-J-K-T) = 25.

b) Iterasi ke 2

Bangkitkan solusi menggunakan Algoritma DFS (Solusi awal adalah jalur A-B-D-G-T)

$$= F(A-B-D-G-T)$$

$$= 7+5+4+6=22$$

Uji dengan kriteria yang digunakan, Karena jalur Uji dengan kriteria yang digunakan jalur A-B-D-G-T) adalah solusi kedua Karene memiliki nilai lebih kecil. Yang dibangkitkan maka dijadikan solusi awal yang dipakai sementara yaitu A-B-D-G-T) = 22.

c) Iterasi ke 3

Bangkitkan solusi menggunakan Algoritma DFS (Solusi awal adalah jalur A-B-D-E-G-T)

$$= F(A-B-D-E-G-T)$$

$$= 7+5+4+5+6=27$$

Uji dengan kriteria yang digunakan Karena jalur Uji dengan kriteria yang digunakan. Pada Iterasi 2 jalur A-B-D-G-T) adalah solusi yang memiliki solusi terkecil yang dipakai sementara yaitu A-B-D-G-T) = 22.

d) Iterasi ke 4

Bangkitkan solusi menggunakan Algoritma DFS (Solusi awal adalah jalur A-B-D-E-G-H-T)

$$= F(A-B-D-E-G-H-T)$$

$$= 7+5+4+5+4+3=28$$

Uji dengan kriteria yang digunakan $F(A-B-D-E-G-H-T)= 7+5+4+5+4+3=28$

Pada Iterasi 2 jalur A-B-D-G-T) adalah solusiyang memiliki solusi terkecil yang dipakai sementara yaitu A-B-D-G-T) = 22.

e) Iterasi ke 5

Bangkitkan solusi menggunakan Algoritma DFS (Solusi awal adalah jalur A-B-D-G-F-I-T)

$$= F(A-B-D-G-F-I-T)$$

$$= 7+5+4+9+6+5=36$$

Uji dengan kriteria yang digunakan $F(A-B-D-G-F-I-T)=7+5+4+9+6+5=36$

Pada Iterasi 2 jalur A-B-D-G-T) adalah solusiyang memiliki solusi terkecil yang dipakai sementara yaitu A-B-D-G-T) = 22.

f) Iterasi ke 6

Bangkitkan solusi menggunakan Algoritma DFS (Solusi awal adalah jalur A-C-F-I-T)

$$= F(A-C-F-I-T)$$

$$= 6+3+5+6=20$$

Uji dengan kriteria yang digunakan, Karena jalur A-C-F-I-T) adalah solusi awal yang dibangkitkan maka dijadikan solusi awal yang dipakai sementara yaitu A-A-C-F-I-T) = 20.

g) Iterasi ke 7

Bangkitkan solusi menggunakan Algoritma DFS (Solusi awal adalah jalur A-C-E-G-T)

$$= F(A-C-E-G-T)$$

$$= 6-3-5-6=20$$

Uji dengan kriteria yang digunakan, Karena jalur $F(A-C-E-G-T)$ adalah solusi awal yang dibangkitkan maka dijadikan solusi awal yang dipakai sementara yaitu A-C-F-I-T) = 20.

Pada pencarian Iterasi ke 6 juga memiliki nilai jarak yang kecil juga yaitu $F(A-C-F-I-T)$, Bangkitkan solusi menggunakan Algoritma DFS (Solusi awal adalah jalur A-C-E-G-T).

$$F(A-C-E-G-T)=6-3-5-6=20$$

$$F(A-C-F-I-T) = 6+3+6+5=20$$

Solusi yang diperoleh ada 2 nilai yaitu iterasi ke 6 dan iterasi ke 7, karena memiliki nilai yang sama.

h) Iterasi ke 8

Bangkitkan solusi menggunakan Algoritma DFS (Solusi awal adalah jalur A-C-E-G-H-T)

$$\begin{aligned} &= F(A-C-E-G-H-T) \\ &= 6+3+5+4+3=21 \end{aligned}$$

Uji dengan kriteria yang digunakan, Karena jalur F(A-C-E-G-T) adalah solusi awal yang dibangkitkan maka dijadikan solusi awal yang dipakai sementara yaitu A-C-F-I-T) = 20

Pada pencarian Iterasi ke 7 juga memiliki nilai jarak yang kecil juga yaitu F(A-C-F-I-T), Bangkitkan solusi menggunakan Algoritma DFS (Solusi awal adalah jalur A-C-E-G-T).

$$F(A-C-E-G-T)=6-3-5-6=20$$

$$F(A-C-F-I-T) = 6+3+6+5=20$$

Solusi yang diperoleh ada 2 nilai yaitu iterasi ke 6 dan iterasi ke 7, karena memiliki nilai yang sama.

3.2 Implementasi

Untuk melihat hasil Bentuk Bagan Rute yang bisa digunakan dalam proses penggunaan operator dari hasil kombinasi yang bisa dilihat pada gambar dibawah ini :

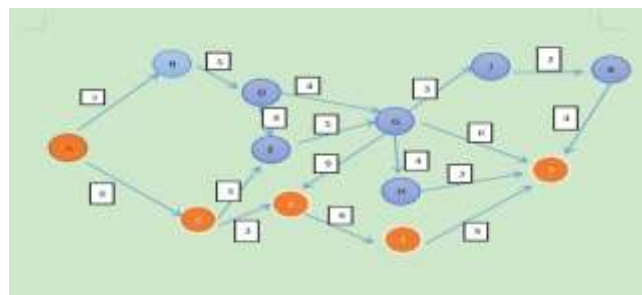
Tabel 1. Proses jarak tempuh

| No | Rute Perjalanan | Proses Jumlah Rute | Hasil | Lintasan yang dipilih |
|----|-----------------|--------------------|-------|-----------------------|
| 1 | A-B-D-G-J-K-T | 7+5+4+3+2+4 | 25 | A-B-D-G-J-K-T |
| 2 | A-B-D-G-T | 7+5+4+6 | 22 | A-B-D-G-T |
| 3 | A-B-D-E-G-T | 7+5+4+5+6 | 27 | A-B-D-G-T |
| 4 | A-B-D-E-G-H-T | 7+5+4+5+4+3 | 28 | A-B-D-G-T |
| 5 | A-B-D-GF-I-T | 7+5+4+9+6+5 | 36 | A-B-D-G-T |
| 6 | A-C-F-I-T | 6+3+6+5 | 20 | A-C-F-I-T |
| 7 | A-C-E-G-T | 6+3+5+6 | 20 | A-C-F-I-T/A-C-E-G-T |
| 8 | A-C-E-G-H-T | 6+3+5+4+3 | 21 | A-C-F-I-T/A-C-E-G-T |

Proses Tabel diatas memperoleh nilai lintasan terpendek dengan jumlah nilai 20. nilai rute yang memiliki jumlah 20 ada dua jalur yaitu A-C-F-I-T/A-C-E-G-T. Kedua jalur tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

a) Hasil Lintasan terpendek pertama

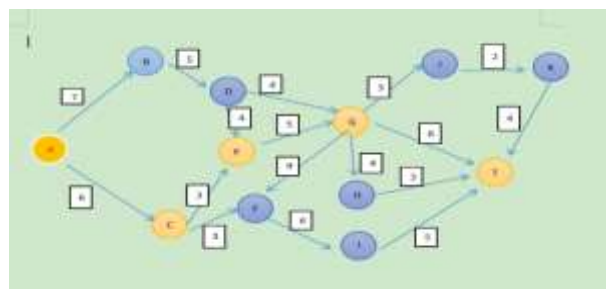
$$\begin{aligned} &= A-C-F-I-T \\ &= 6+3+6+5 \\ &= 20 \end{aligned}$$



Gambar 5. Hasil Generete and Test Pertama

b) Hasil Lintasan Terpendek Kedua

$$\begin{aligned} &= A-C-E-G-T \\ &= 6+3+5+6 \\ &= 20 \end{aligned}$$



Gambar 6. Hasil Generete and test Kedua

Analisa yang dilakukan diperoleh 8 jalur yang bisa menempuh jalur T dengan masing masing nilai yang berbeda. Setelah dijumlahkan hasil keseluruhan maka diperoleh hasil yang bervariasi, Rute pertama diperoleh nilai jalur sebanyak 25, Rute kedua 22, rute keketiga 27, rute ke empat 28, Rute ke lima 36, rute ke enam 20, rute ke tujuh 20 dan rute ke delapan 21. Maka dari masing masing proses hasil yang paling sedikit berada pada rute ke enam dan ketujuh. Rute ke enam dan ke tujuh adalah rute yang terpilih dan bisa dijadikan sebagai ajuan untuk salesmen cat dalam pengiriman barang.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil akhir penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa Pencarian rute terpendek menggunakan Algoritma Generate and Test bisa dijadikan sebagai system pengambilan keputusan dalam penentuan rute terpendek untuk menghemat biaya transportasi. Setelah dilakukan perhitungan masing masing rute yang di awal dengan kota A dan diakhiri dengan kota T maka jarak terkecil yang ditempuh sebanyak 20. Rute jarak dimulai dengan A-C-F-I-T/A-C-E-G-T. Ada dua rute terkecil yang mampu memberikan petunjuk informasi untuk menuju tujuan. Dari delapan rute menuju tujuan akhir, hanya dua jalur yang bisa dijadikan pedoman untuk menghemat biaya transportasi. Metode Algoritma Generate and Test bisa dijadikan acuan dalam mencari jalur terpendek untuk memperoleh informasi yang akurat.

REFERENCES

- [1] Chanda Halim and Hendri Prasetyo, "Penerapan Artificial Intelligence dalam Computer Aided Instructure(CAI)," *Jurnal Sistem Cerdas*, vol. 1, no. 1, pp. 50–57, 2018, doi: 10.37396/jsc.v1i1.6.
- [2] A. Rachmat, "Implementasi Algoritma Generate and Test," no. 1, pp. 1–10.
- [3] D. T. Wiyanti and U. Semarang, "Algoritma optimasi untuk penyelesaian travelling salesman problem," vol. 11, no. 1, pp. 1–6, 2013.
- [4] S. Rohman and L. Zakaria, "Optimisasi Travelling Salesman Problem dengan Algoritma Genetika pada Kasus Pendistribusian Barang PT . Pos Indonesia di Kota Bandar Lampung," vol. 16, no. 1, pp. 61–73, 2020, doi: 10.24198/jmi.v16.n1.27804.61-73.
- [5] E. V. Dangkoa, V. Gunawan, and K. Adi, "Penerapan Metode Hill Climbing Pada Sistem Informasi Geografis Untuk Mencari Lintasan Terpendek," *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, vol. 5, no. 1, pp. 19–25, 2015, doi: 10.21456/vol5iss1pp19-25.
- [6] R. Rahmadi, "Implementasi Metode Generate and Test Dalam Menyelesaikan Travelling Salesman Problem Menggunakan Robot Bersensor," *Seminar Nasional (SNATI)*, vol. 2010, no. Snati, pp. 29–34, 2010.
- [7] V. Y. I. Ilwaru, T. Sumah, Y. A. Lesnussa, and Z. A. Leleury, "Perbandingan Algoritma Hill Climbing Dan Algoritma Ant Colony Dalam Penentuan Rute Optimum," *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, vol. 11, no. 2, pp. 139–150, 2017, doi: 10.30598/barekengvol11iss2pp139-150.
- [8] A. Satriyo, "Penerapan Metode Simple Hill Climbing Dalam Menentukan Rute Terpendek Pada Pengiriman (Studi Kasus di Supplier Hotel)," vol. X, pp. 79–83.
- [9] H. D. Hutahaean, "Penerapan Metode Best First Search Pada Permainan Tic Tac Toe," *Journal Of Computer Networks, Architecture and High Performance Computing*, vol. 1, no. 1, pp. 10–15, 2018, doi: 10.47709/cnipc.v1i1.3.
- [10] D. F. Sulistiyani *et al.*, "Implementasi Algoritma Generate And Test Untuk Optimalisasi," vol. 4, no. 2, pp. 106–114, 2021.
- [11] C. Puspitasari, Y. Diah, and R. Yunita, "Optimasi Rute Sales Pengiriman Berdasarkan Jarak dengan Metode Simple Hill Climbing (Studi Kasus CV Maju Jaya)," pp. 1–8.
- [12] J. R. Informatika, "Implementasi Algoritma Hill Climbing Pada Penentuan," vol. 1, no. 3, 2019.
- [13] J. T. Industri, F. Teknik, and U. Tanjungpura, "Pengoimalan Saluran Distribusi Kue Dengan Metode Travelling Salesman Problem (TSP) Untuk Minimasi Jarak Dengan Rute Terpendek," pp. 82–88.