

Penerapan *Metode Steepest Ascent Hill Climb* untuk Mencari Lintasan Terpendek Antar Rumah Sakit di Daerah Jember

Application of the Steepest Ascent Hill Climb Method to Find the Shortest Path Between Hospitals in Jember Area

Moh. Faried Al Farizi^a, Ahmad Nafi' Mu'izzuddin Arif^b, Mahisa Putra Surya^c, Daffa Faalih Naufal^d, Dimas Yanuar Maulana^e,

222410103027@mail.unej.ac.id^a, 222410103068@mail.unej.ac.id^b,
222410103075@mail.unej.ac.id^c, 222410103035@mail.unej.ac.id^d,
222410103067@mail.unej.ac.id^e

Abstrak

Dalam menghadapi tantangan darurat medis, penelitian ini mengeksplorasi penerapan metode *Steepest Ascent Hill Climb* untuk meningkatkan efisiensi sistem ambulans di daerah Jember. Dengan memfokuskan pada pemodelan sistem transportasi dan analisis data geospasial, penelitian ini bertujuan untuk merancang lintasan ambulans yang efektif dalam menangani keadaan darurat medis. Melalui serangkaian eksperimen, penelitian ini mencoba menemukan lintasan terpendek secara efisien, dengan harapan dapat memberikan kontribusi positif terhadap waktu respon dan ketersediaan layanan kesehatan di wilayah tersebut. Hasil penelitian ini memiliki potensi untuk memberikan panduan berharga bagi pihak terkait dalam upaya meningkatkan efisiensi pengelolaan darurat medis di daerah Jember.

Kata kunci : Metode *Steepest Ascent Hill Climb*, Darurat Medis, Efisiensi transportasi, Analisis data geospasial, Pemodelan sistem transportasi

Abstract

In facing medical emergency challenges, this research explores the application of the Steepest Ascent Hill Climb method to increase the efficiency of the ambulance system in the Jember area. By focusing on transportation system modeling and geospatial data analysis, this research aims to design ambulance trajectories that are effective in handling medical emergencies. Through a series of experiments, this research tries to find the shortest path efficiently, with the hope of making a positive contribution to the response time and availability of health services in the region. The results of this research have the potential to provide valuable guidance for related parties in efforts to increase the efficiency of medical emergency management in the Jember area.

Keywords : *Steepest Ascent Hill Climb Method, Medical Emergency, Transportation efficiency, Geospatial data analysis, Transportation system modeling*

1. PENDAHULUAN

Jember adalah sebuah kabupaten di provinsi Jawa Timur, Indonesia. Ibu kota Kabupaten Jember adalah Kota Jember yang terletak di tengah-tengah wilayah Tapal Kuda, provinsi Jawa Timur. Secara administratif, wilayah kabupaten Jember terbagi menjadi 31 kecamatan terdiri atas 28 kecamatan dengan 226 desa dan 3 kecamatan dengan 22 kelurahan. Wilayah Kabupaten Jember juga meliputi Kepulauan Nusa Barung, yang berada di Selatan Laut Jawa. Mayoritas penduduk adalah Suku Jawa dan Suku Campuran Jawa Madura yang disebut dengan Pandhalungan dan Suku Madura Perantauan.

Salah satu permasalahan utama yang dihadapi oleh kota-kota besar di Indonesia adalah bagaimana mengelola pertumbuhan yang cepat dan tidak terkendali. Meskipun tidak seukuran kota-kota metropolitan lain di Indonesia, Kota Jember juga menghadapi kesulitan dalam mengatasi perkembangan yang terus meningkat. Selain tantangan tersebut, kota Jember juga menghadapi kendala dalam menyediakan layanan kesehatan yang efisien dan tepat waktu kepada penduduknya. Berdasarkan data dari Dinas Perhubungan Kota Jember, sebagian besar jalan di kota ini memiliki lebar kurang dari 6 meter, menyebabkan seringnya terjadinya kemacetan dan kesulitan bagi ambulans untuk melewati. Keadaan jalan yang dilalui ambulans menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi penyelenggaraan pelayanan kesehatan. Selain itu, banyak jalan yang mengalami kerusakan, berlubang, atau tidak memiliki lapisan aspal, yang dapat mengganggu kenyamanan dan keamanan pasien yang sedang diangkut menggunakan ambulans. Oleh karena itu, tujuan dari artikel ini adalah untuk membantu pihak terkait, termasuk masyarakat, dalam menentukan rute dan waktu tercepat menuju rumah sakit, mengingat kondisi infrastruktur jalan yang dapat mempengaruhi aksesibilitas dan kecepatan pelayanan kesehatan di Kota Jember.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut pandangan para ahli lain, pencarian merujuk pada bagian dari kumpulan data yang telah tersedia, yang sering disebut sebagai table look-up atau penyimpanan dan pengambilan informasi. Dalam proses pencarian, sering kali kita menghadapi kesalahan, sehingga diperlukan suatu proses yang benar untuk menghasilkan output yang dapat dijadikan acuan. Metode pencarian dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu pencarian buta/tanpa informasi dan pencarian heuristik/dengan informasi.

Dalam jurnal ini, pembahasan menggunakan konsep pencarian heuristik dengan informasi untuk mempermudah pihak yang terkait dengan rumah sakit. Setiap metode pencarian memiliki karakteristik yang berbeda, dengan kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Untuk mencapai pencarian yang optimal, ada empat langkah yang harus diikuti, yaitu mendefinisikan masalah dengan benar, menetapkan definisi yang tepat untuk keadaan awal dan solusi yang

diinginkan, menganalisis masalah dan menemukan teknik penyelesaian yang sesuai, serta memilih pengetahuan dan teknik yang tepat.

Dalam memilih node menggunakan fungsi heuristik, algoritma Hill Climbing dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah kasus. Ada dua jenis Bukit Panjat yang sedikit berbeda, yaitu *Simple Hill Climbing* dan *Steepest Ascent Hill Climbing*. *Simple Hill Climbing* menentukan keadaan selanjutnya dengan membandingkan keadaan saat ini dengan satu penerus, sedangkan *Steepest Ascent Hill Climbing* membandingkan keadaan saat ini dengan semua penerus terdekat, sehingga menghasilkan penerus terbaik dan paling mendekati hasil optimasi yang diinginkan. Dalam hal keuntungan dari *Simple Hill Climbing*, efisiensi dalam hal memori. sedangkan *steepest ascent hill climbing* membutuhkan banyak memori dalam penyimpanannya.

Dalam konteks *Travelling Salesman Problem* (TSP) dengan Simple Hill Climbing, lintasan yang melibatkan posisi kota-kota yang saling berdekatan atau bersebelahan dapat dihitung dengan menggunakan heuristik untuk menggantikan posisi 2 kota menjadi 1 jalur. Secara umum, pencarian jalur terpendek melibatkan suatu bentuk jaringan dengan simpul-simpul yang menghubungkan titik awal ke titik akhir, dan tujuan utamanya adalah untuk menemukan jalur terpendek dengan meminimalkan biaya dan waktu yang diperlukan.

Dengan menerapkan algoritma *steepest ascent hill climbing* yang memiliki keunggulan dengan membangkitkan solusi untuk rute yang mungkin kemudian diperiksa satu-persatu dapat menghasilkan output rute yang mendekati hasil optimal yang diinginkan atau rute dengan jarak paling sedikit.

3. METODE PENELITIAN

Steepest Ascent Hill Climbing adalah metode algoritma yang umum digunakan untuk permasalahan optimasi. Salah satu aplikasinya adalah mencari rute terpendek dengan cara memaksimalkan atau meminimalkan nilai dari fungsi optimasi yang ada. Secara harfiah, "steepest" berarti paling tinggi, dan "ascent" berarti kenaikan. Oleh karena itu, *steepest ascent* menunjukkan kenaikan tertinggi. Prinsip dasar metode ini adalah mencari kenaikan tertinggi dari keadaan sekitar untuk mencapai nilai yang paling optimal.

Metode ini merupakan pengembangan dari algoritma simple hill climbing. Perbedaannya terletak pada bagaimana simple hill climbing menentukan next state dengan membandingkan current state dengan turunannya, dan turunan yang lebih baik akan dipilih menjadi next state. Sebaliknya, *steepest ascent* membandingkan current state dengan semua turunan yang ada di sekitarnya. Dalam *steepest ascent hill climbing*, next state adalah turunan terbaik atau paling mendekati tujuan.

Berikut adalah perbandingan algoritma *steepest ascent hill climbing* dengan hill climbing :

- Algoritma simple hill climbing:
 1. Evaluasi state awal. Jika state awal sama dengan tujuan, maka proses berhenti. Jika tidak sama dengan tujuan, lanjutkan proses dengan membuat state awal sebagai state sekarang.
 2. Lakukan langkah-langkah berikut sampai solusi ditemukan atau tidak ada lagi operator baru yang dapat digunakan dalam state sekarang:

- a. Cari operator yang belum pernah digunakan dalam state sekarang dan gunakan operator tersebut untuk membentuk state baru.
- b. Evaluasi state baru.
 - i. Jika state baru adalah tujuan, proses berhenti.
 - ii. Jika state baru bukan tujuan tetapi lebih baik dari pada state sekarang, buat state baru menjadi state sekarang.
 - iii. Jika state baru tidak lebih baik dari pada state sekarang, lanjutkan ke langkah berikutnya.
- Algoritma *steepest ascent hill climbing*
 1. Evaluasi keadaan awal. Jika keadaan awal adalah tujuan, kembali ke keadaan awal dan berhenti berproses. Jika tidak, jadikan keadaan awal sebagai current state.
 2. Mulai dengan current state = keadaan awal.
 3. Dapatkan turunan yang dapat menjadi next state pada current state. Evaluasi setiap turunan dengan fungsi evaluasi dan beri nilai pada setiap turunan tersebut. Jika salah satu dari turunan tersebut memiliki nilai yang lebih baik dari current state, jadikan turunan dengan nilai terbaik sebagai new current state. Ulangi operasi ini hingga current state = goal state atau tidak ada perubahan pada current state.
- ❖ Metode *Steepest Ascent Hill Climbing* menggunakan algoritma berikut:
 1. Mulai dari keadaan awal, lakukan pengujian. Jika itu tujuan, berhenti, dan jika tidak, lanjutkan dengan keadaan sekarang sebagai keadaan awal.
 2. Lakukan hingga tujuan tercapai atau iterasi tidak memberikan perubahan pada keadaan sekarang.
 - a. Misalkan X adalah suatu state yang menjadi turunan dari current state.
 - b. Untuk setiap operator yang dapat dilakukan terhadap current state, lakukan:
 - i. Aplikasi operator tersebut dan bangkitkan new state.
 - ii. Evaluasi new state. Jika itu goal state, kembalikan state ini sebagai solusi dan keluar dari program. Jika bukan goal state, bandingkan new state dengan X. Jika new state lebih baik dari X, ganti X dengan new state. Jika tidak lebih baik, X tidak perlu diganti.
 - c. Jika X lebih baik dari current state, ganti current state dengan X.
- ★ Dalam *Steepest Ascent Hill Climbing*, mungkin terjadi tiga masalah:
 1. Local Optimum: keadaan semua tetangga lebih buruk atau sama dengan keadaan dirinya.
 2. Plateau: keadaan semua tetangga sama dengan keadaan dirinya.
 3. Ridge: local optimum yang lebih disebabkan karena ketidakmampuan untuk menggunakan dua operator sekaligus.

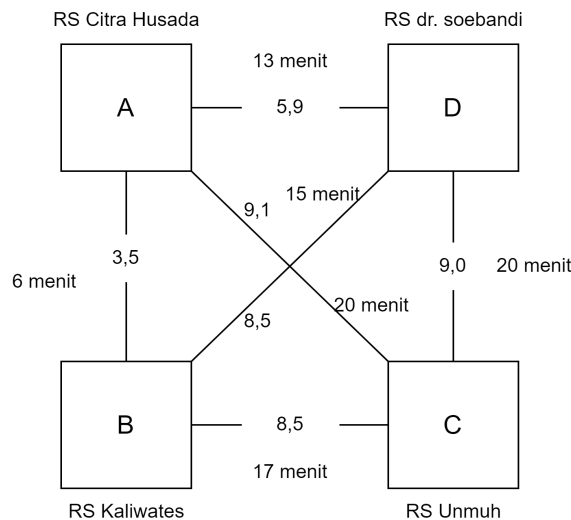
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Algoritma *steepest ascent hill climbing* untuk menentukan jalur terpendek antar rumah sakit di kota jember. Ada 4 lokasi Rumah sakit yang akan dikunjungi yaitu : Citra Husada Hospital RSUD - RSUD Kaliwates - RSUD Universitas Muhammadiyah - RS dr. soebandi. Hasil lokasi rumah sakit yang bisa dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 1. Rumah Sakit di Kota Jember

No	Rumah Sakit
1	Citra Husada Hospital RSU
2	RSU Kaliwates
3	RSU Universitas Muhammadiyah
4	RS dr. soebandi

Dari data lokasi dalam bagan tabel di atas, diperoleh jarak dan waktu perjalanan antar rumah sakit, yang kemudian diwakili sebagai variabel seperti pada gambar dibawah ini



Gambar 2. Hasil Rute

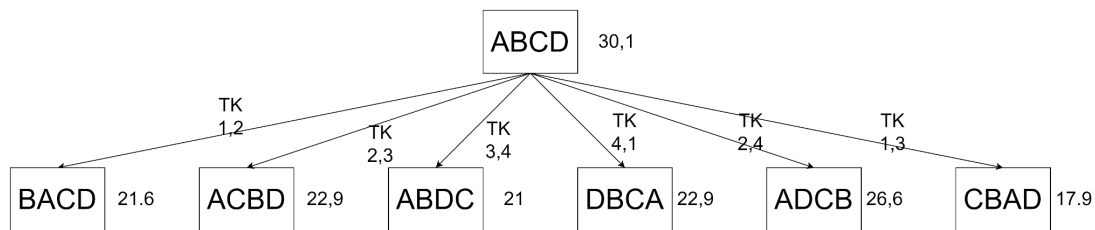
Dari gambar di atas dihasilkan beberapa rute yang dibutuhkan untuk mengelilingi rumah sakit yang ada di kota Jember, mulai dari rute terpendek hingga rute terpanjang. Total jarak yang ditempuh sebesar 44,5 km dengan waktu 91 menit atau 1 jam 31 menit. Untuk mendapatkan hasil diperlukan perhitungan manual dengan menggunakan konsep pencarian rute terpendek menggunakan *steepest ascent hill climbing* dengan mencari kombinasi lintasan dalam pengujian 4 rumah sakit maka dengan cara menukar posisi urutan 2 rumah sakit, n kombinasi 2. sehingga diperoleh :

$$\begin{aligned}
 C_r^n &= \frac{n!}{r!(n-r)!} = \binom{n}{r} \\
 &= \frac{4!}{2!(4-2)!} \\
 &= \frac{24}{6} = 6
 \end{aligned}$$

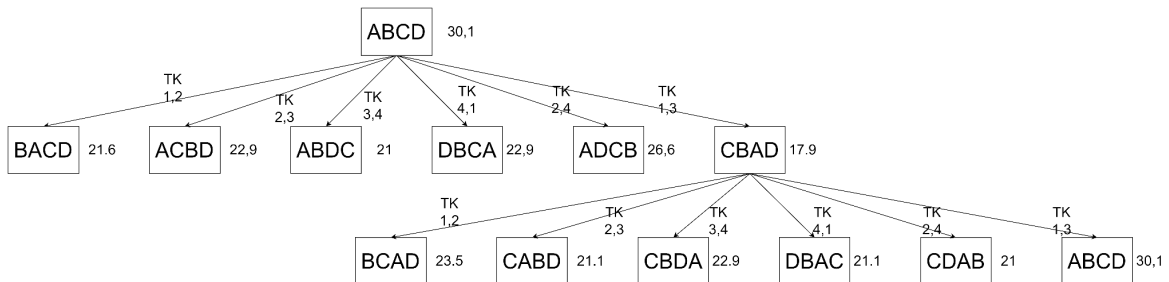
setelah perhitungan untuk mencari kombinasi atau turunan diatas maka didapatkan sebanyak 6 kombinasi :

1. Tukar RS 1,2 (menukar urutan posisi RS ke-1 dengan RS ke-2).
2. Tukar RS 2,3 (menukar urutan posisi RS ke-2 dengan RS ke-3).
3. Tukar RS 3,4 (menukar urutan posisi RS ke-3 dengan RS ke-4).
4. Tukar RS 4,1 (menukar urutan posisi RS ke-4 dengan RS ke-1).
5. Tukar RS 2,4 (menukar urutan posisi RS ke-2 dengan RS ke-4).
6. Tukar RS 1,3 (menukar urutan posisi RS ke-1 dengan RS ke-3).

Berikut adalah langkah-langkah dari mencari jarak terdekat antar rumah sakit dengan *steepest ascent hill climbing*:
menentukan induk dan membuat turunannya:



Diperoleh 6 turunan dari induk ABCD kemudian dicari manakah nilai rute paling kecil dari semua turunan yang ada, kemudian setelah didapatkan nilai rute terendah yaitu CABD maka akan dijadikan sebuah indukan untuk mencari lagi apakah keturunannya ada yang bernilai lebih kecil dari induknya



setelah dicari, dikarenakan nilai turunan dari induk CABD tidak ada yang lebih kecil dari nilai induknya, maka nilai induk atau rute CABD dianggap sebagai rute paling pendek antar RSU.

berikut adalah implementasi *steepest ascent hill climbing* melalui kode:

```

1  distances = {
2      'RS_A': {'RS_B': 3.5, 'RS_C': 9.1, 'RS_D': 5.9},
3      'RS_B': {'RS_A': 3.5, 'RS_C': 8.5, 'RS_D': 8.5},
4      'RS_C': {'RS_A': 9.1, 'RS_B': 8.5, 'RS_D': 9},
5      'RS_D': {'RS_A': 5.9, 'RS_B': 8.5, 'RS_C': 9}
6  }

```

```

9 def path_length(distances, solution):
10     cycle_length = 0
11     for i in range(len(solution) - 1):
12         current_location = solution[i]
13         next_location = solution[i + 1]
14         cycle_length += distances[current_location][next_location]
15     return cycle_length
16
17 def neighbors(distances, solution):
18     neighbors = []
19     for i in range(len(solution)):
20         for j in range(i + 1, len(solution)):
21             neighbor = solution.copy()
22             neighbor[i], neighbor[j] = neighbor[j], neighbor[i]
23             neighbors.append((neighbor, path_length(distances, neighbor)))
24
25     return neighbors
26
27 def steepest_ascent_hill_climbing(distances):
28     current_solution = ['RS_A', 'RS_B', 'RS_C', 'RS_D']
29     current_path = path_length(distances, current_solution)
30
31     while True:
32         print("melalui rute: ", current_solution)
33         neighbors_list = neighbors(distances, current_solution)
34
35         best_neighbor, best_neighbor_path = min(neighbors_list, key=lambda x: x[1])
36
37         if best_neighbor_path < current_path:
38             current_solution = best_neighbor
39             current_path = best_neighbor_path
40         else:
41             break
42
43     return current_path, current_solution
44
45 final_solution = steepest_ascent_hill_climbing(distances)
46 print("Rute terpendek \n", final_solution[1])
47 print("Total jarak dari rute terpendek: ", final_solution[0])

```

Output:

```

melalui rute: ['RS_A', 'RS_B', 'RS_C', 'RS_D']
melalui rute: ['RS_C', 'RS_B', 'RS_A', 'RS_D']
Rute terpendek
['RS_C', 'RS_B', 'RS_A', 'RS_D']
Total jarak dari rute terpendek: 17.9

```

Dari hasil diatas dapat dilihat bahwa dari output melalui kode dan hitung manual diatas untuk mencari jarak terpendek antar rumah sakit menggunakan *steepest ascent hill climbing*, diperoleh nilai rute jarak terkecil yaitu dengan rute CABD sebagai RSUD Muhammadiyah → RSUD Citra Husada → RSUD Kaliwates → RS dr. Soebandi, diperoleh jarak 17,9 km dengan waktu 36 menit.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian penentuan rute terpendek menggunakan algoritma simple hill climbing dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Implementasi Algoritma *steepest ascent hill climbing* diterapkan dalam menemukan rute terpendek antar rumah sakit di Kota Jember, diwakili oleh RSUD Muhammadiyah → RSUD Citra Husada → RSUD Kaliwates → RS dr. Soebandi, dengan jarak 17,9 km dan waktu 36 menit.
2. Proses pencarian rute menggunakan *steepest ascent hill climbing* melibatkan pengujian beberapa turunan dari rute yang mungkin, dengan akhirnya menemukan rute terpendek yang memenuhi kriteria yang diinginkan.
3. Metode Algoritma *steepest ascent hill climbing* dapat membantu meningkatkan aksesibilitas pelayanan kesehatan di Kota Jember, memberikan informasi yang berguna bagi masyarakat dan pihak terkait.
4. Hasil penelitian ini bisa dikembangkan lagi dengan menggunakan Aplikasi terbaru, sehingga aplikasi tersebut bisa menunjukkan ke arah mana rute yang paling dekat yang dapat dikunjungi terlebih dahulu, sehingga tidak terjadi perjalanan ulang dengan melewati jalur yang sama.
5. Penggunaan teknologi pencarian rute ini adalah langkah adaptasi penting dalam menyediakan layanan kesehatan yang optimal di lingkungan yang tidak mendukung. Hal ini menunjukkan pentingnya adaptasi teknologi dalam meningkatkan kualitas hidup masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aida, S. Aries, P. D. (2017). Penjadwalan Kuliah Menggunakan Algoritma Hill Climbing. *Prosiding Seminar Nasional Informatika dan Sistem Informasi*, 1, 98–105.
- [2] Nurdin, N., & Harahap, S. (2016). Implementasi Algoritma Pendakian Bukit Dan Algoritma A* Dalam Melengkapi Suku Kata Dasar Dengan Game Morning Star Pola. *Jurnal Informatika*, 10(2). <https://doi.org/10.26555/jifo.v10i2.a5064>.
- [3] Abrori, M., & Setiyani, R.N. (2015). Implementasi Best-First Search (BeFS) Algoritma dalam Menyelesaikan Travelling Salesman Problem (TSP) (Studi Kasus: Travel in Kota Yogyakarta). *Jurnal Fourier*, 4(2), 93. <https://doi.org/10.14421/fourier.2015.42.93-111>.
- [4] Juniansyah, A., & Masterjon, M. (2016). Aplikasi Penentuan Rute Pendek Untuk Bagian Pemasaran Produk Roti Tenaga Surya Dengan Metode Pencarian Pertama Terbaik. *Jurnal Infotama Media*, 12(1). <https://doi.org/10.37676/jmi.v12i1.270>.
- [5] Juniansyah, A., & Mesterjon. (2016). Aplikasi Penentuan Rute Terpendek Untuk Departemen pemasaran. *Media Infotama*, 12(1), 31–40.
- [6] Ilwaru, V. Y. I., Sumah, T., Lesnussa, Y. A., & Leleury, Z. A. (2017). Perbandingan Algoritma Hill Climbing Dan Algoritma Ant Colony Dalam Menentukan Optimum Rute. *Barekeng: Jurnal Ilmu Terapan dan Matematika*, 11(2), 139–150. <https://doi.org/10.30598/barekengvol11iss2pp139-150>.