

Implementasi Algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* dalam Menentukan Rute Pengiriman Barang

Farid Risqullah Fargiana*

Prodi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*farid.risqullah22@gmail.com

Abstract. The online trading system has become a common thing for today's society. Freight forwarding companies, whose job is to deliver goods from sellers to buyers, have an important role in online trading. One of the freight-forwarding companies is SiCepat *Express* Baleendah. The delivery route used by SiCepat *Express* Baleendah is not organized so it is often inefficient. This problem in Mathematics is known as the Traveling Salesman Problem and can be solved using the Cheapest Insertion Heuristic (CIH) Algorithm. Hence, it is necessary to know how to determine the route of delivery of goods using the CIH Algorithm, also, the comparison of results and efficiency between the routes obtained from the application of the CIH Algorithm and the routes used by SiCepat *Express* Baleendah. From the research, it was found that the total distance for shipping goods obtained using the CIH Algorithm with *Python* was 3,757 km, while the route from SiCepat *Express* Baleendah was 4.840 km. The application of the CIH Algorithm with *Python* is proven to provide a route with a total distance of 22.38% smaller than the total distance traveled by the route used by SiCepat *Express* Baleendah.

Keywords: *Goods Delivery Route, Cheapest Insertion Heuristic, Python.*

Abstrak. Sistem jual beli secara *online* sudah menjadi hal yang umum bagi kalangan masyarakat saat ini. Perusahaan pengirim barang, yang bertugas untuk mengirimkan barang dari penjual ke pembeli, memiliki peran penting dalam jual-beli *online*. Salah satu perusahaan pengiriman barang adalah SiCepat *Express* Baleendah. Rute pengiriman barang yang digunakan oleh SiCepat *Express* Baleendah tidak terorganisir sehingga seringkali tidak efisien. Permasalahan tersebut dalam Ilmu Matematika dikenal sebagai *Travelling Salesman Problem* dan dapat diselesaikan dengan Algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* (CIH). Berdasarkan hal tersebut perlu diketahui cara menentukan rute pengiriman barang menggunakan Algoritma CIH serta perbandingan hasil dan efisiensi antara rute yang diperoleh dari penerapan Algoritma CIH dengan rute yang digunakan SiCepat *Express* Baleendah. Dari penelitian didapatkan total jarak tempuh pengiriman barang yang diperoleh menggunakan Algoritma CIH dengan *Python* adalah sebesar 3,757 km, sedangkan hasil yang digunakan oleh SiCepat *Express* Baleendah adalah sebesar 4,840 km. Penerapan Algoritma CIH dengan *Python* terbukti memberikan rute dengan total jarak tempuh 22,38% lebih kecil dibandingkan total jarak tempuh rute yang digunakan oleh SiCepat *Express* Baleendah.

Kata Kunci: *Rute Pengiriman Barang, Cheapest Insertion Heuristic, Python.*

A. Pendahuluan

Selama masa pandemi covid-19 yang melanda Indonesia dan bahkan melanda seluruh dunia, banyak orang yang memanfaatkan sistem transaksi jual beli secara *online* untuk membeli barang ataupun lainnya yang diinginkan dan dibutuhkan. Oleh karena itu, sistem jual beli secara *online* sudah menjadi hal yang umum bagi kalangan masyarakat pada saat ini [1]. Terjadi peningkatan transaksi jual beli *online* yang cukup signifikan, yaitu pada 6 bulan pertama tahun 2021, transaksi jual beli *online* tumbuh 63,4 persen dari Rp114,3 triliun menjadi Rp186,7 triliun [2].

Pada sistem jual beli *online*, tentunya terdapat perusahaan pengirim barang yang bertugas untuk mengirimkan barang dari penjual ke pembeli, salah satunya adalah SiCepat *Express* Baleendah [3]. Pada proses pengiriman barang, SiCepat *Express* Baleendah tidak menentukan jadwal urutan pengiriman barangnya terlebih dahulu, melainkan hal tersebut diserahkan kepada para kurir yang akan mengantarkan barang. Pada pelaksanaannya, para kurir sering kali menggunakan rute yang kurang efisien, seperti melewati beberapa ruas jalan atau titik/lokasi yang sama lebih dari satu kali.

Semakin tingginya jumlah pengiriman barang saat ini, maka diperlukan suatu rute yang paling efisien untuk proses pengiriman barang. Oleh karena itu, pada artikel ini akan dibahas salah satu alternatif solusi untuk pencarian rute pengiriman barang yang efisien agar SiCepat *Express* Baleendah dapat mengantarkan barang dengan lebih cepat sehingga dapat lebih memuaskan pembeli. Pencarian rute terpendek merupakan masalah umum setiap orang ketika mengunjungi tempat-tempat tertentu, salah satunya pada saat proses pengiriman barang ke tempat pembeli [4].

Permasalahan tersebut dapat diselesaikan melalui ilmu Matematika, terutama dengan menggunakan Teori Graf dan khususnya dengan menggunakan konsep *Travelling Salesman Problem* (TSP). Pada TSP, masalah yang dikaji adalah mencari rute terpendek yang bisa dilalui salesman yang ingin mengunjungi beberapa kota tanpa harus mendatangi kota yang sama lebih dari satu kali dan harus kembali ke tempat awal keberangkatan [5][6]. Salah satu teknik yang digunakan untuk mempercepat pencarian solusi masalah TSP adalah menggunakan algoritma penyisipan, atau disebut juga dengan Algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* (CIH) [7].

Pada proses pencarian rute pengiriman barang menggunakan Algoritma CIH diperlukan waktu yang tidak sedikit, terutama apabila data lokasi cukup banyak serta tidak menutup kemungkinan juga terdapat kesalahan dalam proses pencariannya. Oleh karena itu, agar dapat memperkecil masalah tersebut maka dibutuhkan suatu program untuk dapat membantu proses pencarian rute terpendek dalam pengiriman tersebut. Salah satu program yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan bahasa pemrograman *Python* [8]. Dengan membuat program pada *Python* tentang Algoritma CIH, akan diperoleh jalur paling minimum untuk rute pengiriman barang, dan untuk waktu eksekusi yang diperlukan cukup singkat.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menentukan rute dan total jarak tempuh pengiriman barang menggunakan Algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* dengan bahasa pemrograman *Python*?
2. Bagaimana perbandingan rute dan total jarak tempuh pengiriman barang antara hasil yang diperoleh dari penerapan Algoritma CIH menggunakan *Python* dengan hasil dari SiCepat *Express* Baleendah?

B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan data alamat dan urutan pengiriman barang yang diperoleh dari kantor pengiriman barang SiCepat *Express* Baleendah. Pada penelitian ini digunakan 10 alamat (lokasi pengiriman) untuk pencarian rute pengiriman barang.

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan salah satu algoritma penyisipan pada permasalahan TSP, yaitu Algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* (CIH). Konsep dari Algoritma CIH ditunjukkan seperti pada Gambar 1. Pada proses penerapan Algoritma CIH dalam mencari rute dan total jarak tempuh pengiriman barang dalam artikel ini, digunakan bahasa pemrograman *Python* sebagai alat bantu serta Visual Studio Code sebagai *text editor*.



Gambar 1. Pencarian Rute Pengiriman Barang dengan Algoritma CIH

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Berdasarkan data yang telah diperoleh, pada Tabel 1 ditunjukkan bobot sisi yang menghubungkan antarlokasi pengiriman barang.

Tabel 1. Bobot Sisi Antarlokasi Pengiriman Barang

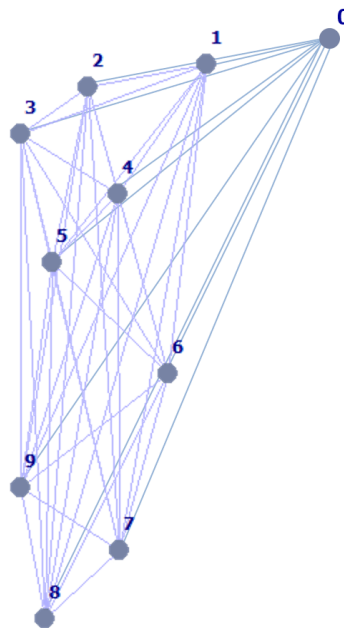
Sisi	Jarak (m)	Sisi	Jarak (m)
(0,1)	500	(2,9)	850
(0,2)	650	(3,4)	350
(0,3)	750	(3,5)	600
(0,4)	750	(3,6)	550
(0,5)	1000	(3,7)	800
(0,6)	1000	(3,8)	1000
(0,7)	1300	(3,9)	750
(0,8)	1700	(4,5)	290
(0,9)	1500	(4,6)	400
(1,2)	160	(4,7)	650
(1,3)	250	(4,8)	1100
(1,4)	270	(4,9)	700

Sisi	Jarak (m)
(1,5)	500
(1,6)	500
(1,7)	750
(1,8)	1200
(1,9)	1000
(2,3)	87
(2,4)	250
(2,5)	450
(2,6)	450
(2,7)	750
(2,8)	1100

Sisi	Jarak (m)
(5,6)	650
(5,7)	650
(5,8)	750
(5,9)	450
(6,7)	400
(6,8)	600
(6,9)	600
(7,8)	300
(7,9)	400
(8,9)	280

Sumber: *Google Maps*, 2021.

Berdasarkan pada Tabel 1, semua sisi terhubung dan memiliki bobot masing-masing. Bobot dari lokasi A ke lokasi B diasumsikan sama dengan bobot dari lokasi B ke lokasi A. Oleh karena itu, pada Gambar 1 ditunjukkan representasi graf dari lokasi pengiriman berdasarkan data yang diperoleh. Graf yang terbentuk adalah graf lengkap dengan $n = 10$, sehingga masing-masing titik pada graf tersebut berderajat sama yaitu $n - 1 = 10 - 1 = 9$.

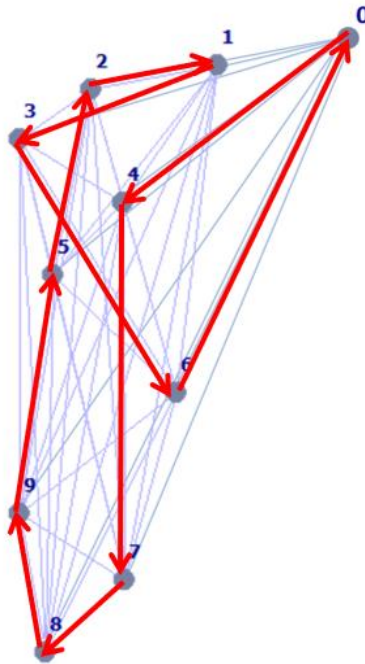


Gambar 2. Graf Lokasi Pengiriman Barang

Berdasarkan Gambar 1, titik lokasi 0 merupakan titik lokasi SiCepat *Express* Baleendah, sedangkan untuk titik 1-9 merupakan titik lokasi pengiriman barang yang akan dicari rute pengiriman barangnya. Pada proses pengiriman barang, SiCepat *Express* Baleendah tidak menentukan jadwal urutan pengiriman barang atau rute pengiriman barangnya terlebih dahulu. Hal tersebut dibebaskan dan diserahkan kepada para kurir yang akan mengantarkan barang.

Berdasarkan data yang diperoleh, maka rute pengiriman barang yang digunakan oleh

SiCepat *Express* adalah sebagai berikut: 0-4-7-8-9-5-2-1-3-6-0. Pada Gambar 3.3, ditunjukkan bentuk graf dari rute pengiriman barang yang digunakan oleh SiCepat *Express* Baleendah.



Gambar 3. Graf Rute Pengiriman Barang oleh SiCepat *Express* Baleendah

Berdasarkan data jarak antarlokasi pada Tabel 1, maka pada Tabel 2 berikut adalah tabel uraian dari data masing-masing jarak yang bersesuaian dengan urutan pengiriman barang yang dilakukan oleh SiCepat *Express* Baleendah.

Tabel 2. Data Masing-masing Jarak Pengiriman Barang oleh SiCepat *Express* Baleendah

Perjalanan ke-	Edge	Jarak (meter)
1	(0,4)	750
2	(4,7)	650
3	(7,8)	300
4	(8,9)	280
5	(9,5)	450
6	(5,2)	450
7	(2,1)	160
8	(1,3)	250
9	(3,6)	550
10	(6,0)	1.000
Total Jarak Tempuh		4.840

Berdasarkan pada Tabel 2, total jarak tempuh yang diperoleh dari rute pengiriman barang yang digunakan oleh SiCepat *Express* Baleendah adalah sebesar 4.840 m atau 4,840 km. Total jarak tempuh yang diperoleh cukup panjang dan apabila dilihat dari bentuk graf rute pengiriman barang pada Gambar 1 terlihat kurang efisien. Oleh karena itu, akan dicari alternatif

rute pengiriman barang menggunakan Algoritma CIH dengan bahasa pemrograman *Python*.

Pada pembuatan script *Python* mengenai Algoritma CIH ini, digunakan bantuan *module* terkait permasalahan pencarian rute, serta menggunakan *method* bernama *Parallel Cheapest Insertion* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. *Method Parallel Cheapest Insertion* merupakan fitur yang terdapat pada salah satu *module* yang tersedia pada *Python* dan *method* tersebut dapat membantu penyelesaian pencarian rute pengiriman barang dengan Algoritma CIH. Pada *method Parallel Cheapest Insertion*, di dalamnya sudah terkandung *script* mengenai proses Algoritma CIH. Namun, kekurangannya adalah bahwa *user* tidak dapat mengetahui bagaimana *script* dari *method* tersebut secara rinci.

```
# Proses Algoritma Cheapest Insertion Heuristic
routing.SetArcCostEvaluatorOfAllVehicles(transit_callback_index)
search_parameters = pywrapcp.DefaultRoutingSearchParameters()
search_parameters.first_solution_strategy = (routing_enums_pb2.FirstSolutionStrategy.PARALLEL_CHEAPEST_INSERTION)
```

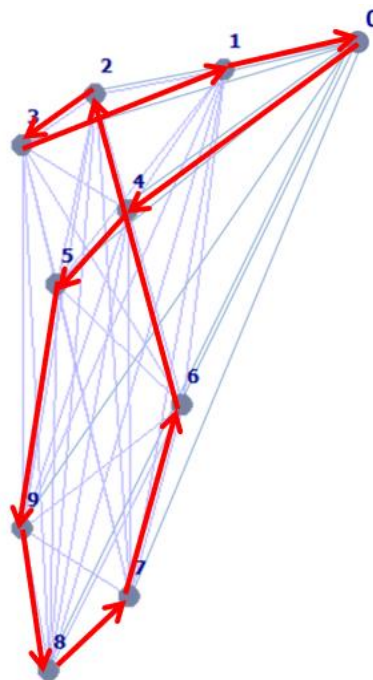
Gambar 4. Proses Algoritma CIH pada *Python*

Setelah *script* program telah lengkap dan selesai, selanjutnya dijalankan program tersebut yaitu dengan melakukan *run* pada program serta diperoleh rute pengiriman barangnya adalah 0-4-5-9-8-7-6-2-3-1-0 dan total jarak tempuh sebesar 3.757 m, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.

```
Rute Pengiriman Barang = 0 -> 4 -> 5 -> 9 -> 8 -> 7 -> 6 -> 2 -> 3 -> 1 -> 0
Total Jarak = 3757 meter
```

Gambar 5. Hasil Rute Pengiriman Barang Menggunakan Algoritma CIH dengan *Python*

Pada Gambar 5, berikut adalah bentuk graf dari rute pengiriman barang menggunakan Algoritma CIH dengan *Python*.



Gambar 6. Graf Rute Pengiriman Barang Menggunakan Algoritma CIH dengan *Python*

Berdasarkan Gambar 4 diperoleh bahwa jarak tempuh pengiriman barang menggunakan Algoritma CIH dengan *Python* adalah sebesar 3.757 m atau 3,757 km dengan rincian seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Masing-masing Jarak Pengiriman Barang Algoritma CIH dengan *Python*

Perjalanan ke-	Edge	Jarak (meter)
1	(0,4)	750
2	(4,5)	290
3	(5,9)	450
4	(9,8)	280
5	(8,7)	300
6	(7,6)	400
7	(6,2)	450
8	(2,3)	87
9	(3,1)	250
10	(1,0)	500
Total Jarak Tempuh		3.757

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh, dapat diketahui bahwa hasil rute yang diperoleh dari penerapan Algoritma CIH dengan *Python* berbeda dengan rute yang diperoleh dari SiCepat *Express* Baleendah. Total jarak tempuh rute pengiriman barang yang diperoleh dari penerapan Algoritma CIH dengan *Python* lebih kecil dibandingkan dengan yang diperoleh dari SiCepat *Express* Baleendah. Pada Tabel 4 berikut adalah perbandingan rute dan total jarak tempuh yang telah diperoleh.

Tabel 4. Perbandingan Rute dan Total Jarak Tempuh Pengiriman Barang

No	Hasil	Rute	Total Jarak Tempuh
1	SiCepat <i>Express</i> Baleendah	0-4-7-8-9-5-2-1-3-6-0	4,840 km
2	Algoritma CIH dengan <i>Python</i>	0-4-5-9-8-7-6-2-3-1-0	3,757 km

Pada Tabel 4, dapat diketahui bahwa jarak tempuh rute pengiriman barang yang diperoleh menggunakan Algoritma CIH dengan *Python* hasilnya lebih kecil dibandingkan rute yang digunakan oleh SiCepat *Express* Baleendah. Persentase keefisienan total jarak tempuh dari rute yang diperoleh menggunakan Algoritma CIH dengan *Python* jika dibandingkan dengan rute yang digunakan oleh SiCepat *Express* Baleendah adalah $\frac{3,757-4,840}{4,840} \times 100\% = -22,38\%$.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa terjadi penurunan total jarak tempuh sebesar 22,38%, yang artinya penerapan Algoritma CIH dengan *Python* terbukti memiliki rute yang lebih efisien dibandingkan rute yang digunakan oleh SiCepat *Express* Baleendah.

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Rute pengiriman barang yang diperoleh dari penerapan Algoritma CIH dengan *Python* berbeda dengan rute yang digunakan oleh SiCepat *Express* Baleendah.

2. Total jarak tempuh pengiriman barang yang diperoleh menggunakan Algoritma CIH dengan *Python* adalah sebesar 3,757 km, sedangkan hasil yang digunakan oleh SiCepat *Express* Baleendah adalah sebesar 4,840 km.
3. Penerapan Algoritma CIH dengan *Python* terbukti memberikan rute dengan total jarak tempuh yang lebih kecil, yaitu dengan penurunan total jarak tempuh rute pengiriman barang yang digunakan oleh SiCepat *Express* Baleendah sebesar 22,38%.

Acknowledge

Terima kasih kepada SiCepat *Express* Baleendah yang telah membantu dalam proses pengumpulan data untuk penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Fitria, T. N. (2017). Bisnis Jual Beli *Online* (*Online Shop*) dalam Hukum Islam dan Hukum Negara. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Islam*, 3(01), 52-62.
- [2] Merdeka.com. (2021). Belanja *Online* Meningkatkan Saat Pandemi, Ini Daftar *E-Commerce* Paling Banyak Dikunjungi. *Online*: <https://www.merdeka.com/> (diakses 22 Oktober 2021)
- [3] Sicepat *Express*. (2021). <https://www.sicepat.com/> (diakses 22 Oktober 2021)
- [4] Cantona, A., Fauziah, F., & Winarsih, W. (2020). Implementasi Algoritma Dijkstra pada Pencarian Rute Terpendek ke Museum di Jakarta. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Informatika*, 6(1), 27-34.
- [5] Kusrini, K., & Istiyanto, J. E. (2007). Penyelesaian *Travelling Salesman Problem* dengan Algoritma *Cheapest Insertion Heuristics* dan Basis Data. *Jurnal Informatika*, 8(2), 109-114.
- [6] Fadhillah, I., Permanasari, Y., & Harahap, E. (2017). Representasi Matriks untuk Proses Crossover Pada Algoritma Genetika untuk Optimasi *Travelling Salesman Problem*. *Matematika: Jurnal Teori dan Terapan Matematika*, 16(1).
- [7] Yulianto, E., & Setiawan, A. (2018). Optimasi Rute *Sales Coverage* Menggunakan Algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* Dan Layanan Google Maps API. *INTERNAL (Information System Journal)*, 1(1), 39-54.
- [8] Sucilawati, T., & Kurnianda, N. R. (2021). *Implementation of Shortest Route File Delivery on The Messenger Population and Civil Registration of Dki Jakarta Using Tsp Backtracking Method*. *International Journal of Computer Techniques*, 8(2).