

PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI *ICE TUBE* DI KABUPATEN MALANG

Dwi Nur Rochmad

Prodi D-III Manajemen Logistik
Politeknik Transportasi Darat Bali
Jl. Cempaka Putih, Desa Samsam, Kerambitan,
Kab. Tabanan, Bali. 82161
rochmad.2002003@poltradabali.ac.id

Kadek Jodi Ardiwirawan

Prodi D-III Manajemen Logistik
Politeknik Transportasi Darat Bali
Jl. Cempaka Putih, Desa Samsam, Kerambitan,
Kab. Tabanan, Bali. 82161
ardiwirawan.2202008@taruna.poltradabali.ac.id

Tertib Sinulingga

Prodi D-III Manajemen Logistik
Politeknik Transportasi Darat Bali
Jl. Cempaka Putih, Desa Samsam, Kerambitan,
Kab. Tabanan, Bali. 82161
tertib.sttd@gmail.com

Nengah Widiangga Gautama

Prodi D-III Manajemen Logistik
Politeknik Transportasi Darat Bali
Jl. Cempaka Putih, Desa Samsam, Kerambitan,
Kab. Tabanan, Bali. 82161
widiangga@poltradabali.ac.id

Abstract

UD UTY Crystal Ice Tube is a company in the food processing industry, specializing in ice tube commodities. The company distributes ice tubes to 29 points using a box car. The main problem of this company is that the distribution routes are selected based on driver assumptions, necessitating calculations to optimize efficiency. This problem is included in the Travel Salesman Problem (TSP) So the purpose of this research is to determine the optimal route and schedule for ice tube distribution. The method used in this research is the Cheapest Insertion Heuristic. Data was gathered using Google Maps to calculate distances between distribution points, then processed using the Asymmetric Traveling Salesman Problem (ATSP) software. The calculated route resulted in a total distribution distance of 43.66 km. There is no significant difference to the initial route, which is only a difference of 400 meters. Delivery begins at 07:15 WIB and finishes at 10:20 WIB.

Keywords: cheapest insertion heuristic, ATSP, distribution route, travel salesman problem, UD UTY Crystal Ice Tube

Abstrak

UD UTY *Crystal Ice Tube* merupakan usaha dagang yang bergerak dalam industri pengolahan makanan pada komoditas *ice tube*. Perusahaan ini mendistribusikan ice tube ke 29 titik menggunakan mobil box. Permasalahan utama dari perusahaan ini yaitu pemilihan rute distribusi masih berdasarkan asumsi pengemudi sehingga diperlukan perhitungan untuk mengefisiensikan distribusi. Masalah ini termasuk dalam Travel Salesman Problem (TSP). Tujuan penelitian ini adalah penentuan rute dan penjadwalan distribusi *ice tube*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah algoritma *Cheapest Insertion Heuristic*. Data yang didapatkan dihitung menggunakan Google Maps untuk mencari jarak antar titik distribusi kemudian diolah menggunakan software ATSP (*Asymmetric Traveling Salesman Problem*). Hasil perhitungan rute yang diperoleh adalah total jarak distribusi *ice tube* 43,66 km. Tidak ada perbedaan yang signifikan terhadap rute awal yaitu hanya memiliki selisih 400 meter. Berdasarkan rute yang ditetapkan diperoleh waktu pengiriman dimulai pada 07.15 WIB dan selesai pada 10.20 WIB.

Kata Kunci: cheapest insertion heuristic, ATSP, rute distribusi, travel salesman problem, UD UTY Crystal Ice Tube

PENDAHULUAN

Distribusi merupakan proses penjualan dan pengiriman produk ke seluruh pasar dari layanan dari produsen ke pelanggan. Suatu produk atau jasa akan memiliki nilai jika berada di konsumen pada waktu dan tempat yang dibutuhkan (Garside and Rahmasari, 2017). Ketepatan pengiriman kepada pelanggan harus memiliki perencanaan rute dan jadwal yang tepat agar permintaan terhadap produk dapat dipenuhi secara tepat waktu. Tanpa adanya perencanaan tersebut akan berisiko terjadi keterlambatan dalam pengiriman dan meningkatkan biaya transportasi (Hilman and Sidik Y, 2022). Permasalahan rantai pasok terutama pada proses distribusi harus segera diselesaikan mengingat pesatnya teknologi dan informasi sehingga meningkatkan persaingan ekonomi secara global (Wawan Saputra, 2022). Tidak hanya pada industri besar, namun Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) juga harus diperhatikan sebagai penyumbang lapangan kerja terbesar khususnya di Kabupaten Malang. UD UTY *Crystal Ice Tube* merupakan salah satu usaha dagang yang bergerak pada bidang makanan komoditas *ice tube*. Permasalahan dari perusahaan UD UTY *Crystal Ice Tube* yaitu pemilihan rute distribusi masih berdasarkan asumsi pengemudi sehingga diperlukan perhitungan untuk mengefisiensikan distribusi. Permasalahan ini termasuk dalam *Travelling Salesman Problem* (TSP).

TSP merupakan permasalahan dalam sistem distribusi yang bertujuan untuk membuat suatu rute yang optimal untuk memenuhi semua titik/ lokasi tepat satu-satu untuk kemudian kembali ke titik awal dengan total bobot minimum (Hignasari and Mahira, 2018). Salah satu cara penyelesaian TSP menggunakan algoritma penyisipan (*insertion*). Penyisipan merupakan salah satu teknik heuristik yang cukup baik dan secara lengkap dapat mempercepat pencarian solusi masalah TSP (Yulianto and Setiawan, 2018). Metode heuristik merupakan sub bidang kecerdasan buatan yang digunakan sebagai alternatif yang untuk melakukan pencarian dan rute terpendek (Udjulawa and Oktarina, 2022). *Cheapest Insertion Heuristic* (CIH) adalah sebuah perjalanan (*tour*) dimulai dari simpul awal (1) menuju ke semua simpul (2,3, ..., n) dan kembali ke simpul awal (1) tanpa ada simpul yang dikunjungi lebih dari satu kali dengan memperhitungkan tambahan jarak minimum ketika satu simpul disisipkan ke dalam *partial tour* yang ada (Meliantari, Githa, and Wirdiani, 2018).

Penjadwalan merupakan keputusan penting dalam industri manufaktur dan jasa untuk mengalokasikan sejumlah sumber daya yang ada sehingga tujuan dan sasaran perusahaan lebih optimal (Auliasari *et al.*, 2018). Pada umumnya operasional dibatasi oleh jumlah kendaraan yang akurat atau dapat menjadi variabel penentu yang memungkinkan subjek untuk melakukan operasional melebihi kapasitas, total permintaan pengiriman oleh kendaraan pada satu waktu tidak boleh melebihi kapasitas, lamanya waktu dari masing-masing rute tidak boleh melebihi waktu kerja, permintaan pelanggan dapat dilayani dengan cepat, beberapa pelanggan harus dilayani dengan kendaraan-kendaraan khusus, pelayanan untuk pelanggan terdiri dari satu kendaraan atau mungkin terbagi menjadi beberapa kendaraan, dan hubungan baik dengan pelanggan harus diutamakan (Tim Prodi Management Logistik 2020).

METODE

Data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh berdasarkan observasi di mobil box pada proses distribusi *ice tube* wilayah Kepanjen dan Ngadju untuk mengetahui lokasi distribusi dan waktu bongkar. Sementara data sekunder diperoleh secara langsung melalui permohonan data kepada UD UTY *Crystal Ice Tube* untuk mengetahui nama lokasi distribusi, kendaraan distribusi, dan waktu permintaan *ice tube*. Selanjutnya dilakukan analisis data terkait rute distribusi *ice tube* dan penjadwalan distribusi. Penentuan rute distribusi menggunakan algoritma *Cheapest Insertion Heuristic*. Langkah-langkah perhitungan algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* adalah sebagai berikut (Fargiana *et al.*, 2022):

1. Penelusuran dimulai dari lokasi awal dihubungkan ke tempat yang dianggap terakhir dikunjungi.
2. Membuat hubungan subtour antar sisi menggunakan 2 titik. Subtour adalah perjalanan dari lokasi awal dan kembali ke lokasi awal
3. Ubah arah hubungan, salah satu arah hubungan (*arc*) dua lokasi dengan gabungan 2 *arc*, yaitu *arc* (*i, j*) diubah menjadi *arc* (*i, k*) dan *arc* (*k, j*), dimana *k* adalah lokasi penyisipan dengan tambahan jarak terpendek yang diperoleh dari $C_{ik} + C_{kj} - C_{ij}$ dengan keterangan :
 C_{ik} adalah jarak dari lokasi *i* ke lokasi *k*
 C_{kj} adalah jarak dari lokasi *k* ke lokasi *j*
 C_{ij} adalah jarak dari lokasi *i* ke lokasi *j*
4. Ulangi langkah 3 sampai semua lokasi masuk ke dalam subtour. Penambahan subtour ini dilakukan sampai lokasi ke-*n* sehingga diperoleh subtour dengan total jarak terpendek.

Berikut Tabel 1 merupakan keterangan nama lokasi berdasarkan inisial yang telah ditetapkan.

Tabel 1. Lokasi distribusi *ice tube*

Nomor	Lokasi	Nomor	Lokasi
1	UD UTY <i>Crystal Ice Tube</i> (Depot)	16	Mie Horor
2	Kelapa Jl. Sumedang	17	Es Oyen Jl. Sidoutomo
3	Kanjuruhan	18	Degan Graha Sudirman
4	Warung Kartini	19	Kopi Shinta
5	Kopini	20	Kios Makanan
6	Pocong Pancong	21	Niki <i>Cafe</i>
7	Degan Gendeng	22	Pecel Jalibar
8	Warung Gudang Baru	23	Warung Rejeki
9	Katering MJ	24	Warung Langgeng
10	Boba Cuan	25	Bakso Anta
11	Chocoreto	26	Kedai Degan
12	Dhira	27	Kedai Kane
13	<i>Seafood</i> Sinyonya	28	Depo Ngadju
14	<i>Choco Classic</i>	29	SRG Anggun
15	Degan 17	30	Kelapa Talangagung

Tahap pertama penentuan rute dilakukan melalui pemetaan sebaran lokasi distribusi, kemudian dilakukan *plotting* di *Google Maps* untuk mengetahui titik koordinat yang digunakan sebagai dasar penentuan jarak. Berdasarkan pemetaan lokasi distribusi diperoleh

29 titik distribusi *ice tube* pada wilayah Kepanjen dan Ngadju. Perhitungan rute distribusi *ice tube* pada penelitian ini menggunakan *software Asymmetric Travelling Salesman Problem (ATSP)*. Untuk jarak masing-masing titik distribusi dapat dilihat pada sampel Tabel 2.

Tabel 2. Sampel jarak distribusi titik 1-5

Simpul		Jarak (m)	Simpul		Jarak (m)
1	2	1200	3	4	850
1	3	2500	3	5	2800
1	4	3000	4	1	3000
1	5	2200	4	2	2300
2	1	1200	4	3	850
2	3	1800	4	5	2400
2	4	2300	5	1	2200
2	5	2800	5	2	2800
3	1	2500	5	3	2800
3	2	1800	5	4	2400

Langkah perhitungan dengan *software ATSP* sebagai berikut :

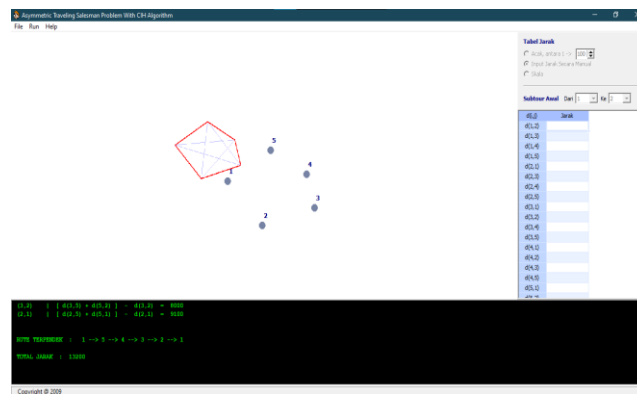
- Input* data *subtour* awal dari lokasi pertama sampai dengan terakhir
- Menentukan *subtour* awal, *subtour* awal adalah lokasi dimulainya distribusi.
- Running software Asymmetric Travelling Salesman Problem (ATSP)* pada menu taskbar.
- Hasil perhitungan ditampilkan di bawah graf.

Untuk memastikan keakuratan fungsi *software ATSP* dilakukan penghitungan optimalisasi rute distribusi menggunakan beberapa sampel jarak titik 1-5. Hasil perhitungan menggunakan Algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Rute

Tour Awal	Hasil Tour	Jarak (m)
(1,2)	1 -> 5 -> 4 -> 3 -> 2 -> 1	13200
(1,3)	1 -> 2 -> 3 -> 5 -> 4 -> 1	13200
(1,4)	1 -> 2 -> 3 -> 5 -> 4 -> 1	13200
(1,5)	1 -> 2 -> 3 -> 5 -> 4 -> 1	13200

Hasil perhitungan dengan menunjukkan nilai yang sama sehingga terdapat berbagai 4 pilihan rute yang dapat digunakan dengan jarak masing-masing rute 13,2 km. Berdasarkan perhitungan *software Asymmetric Travel Salesman Problem ATSP* dengan lokasi terakhir yaitu 2 menghasilkan jarak yang sama yaitu 13,2 km dengan uji coba *software* pada Gambar 1.

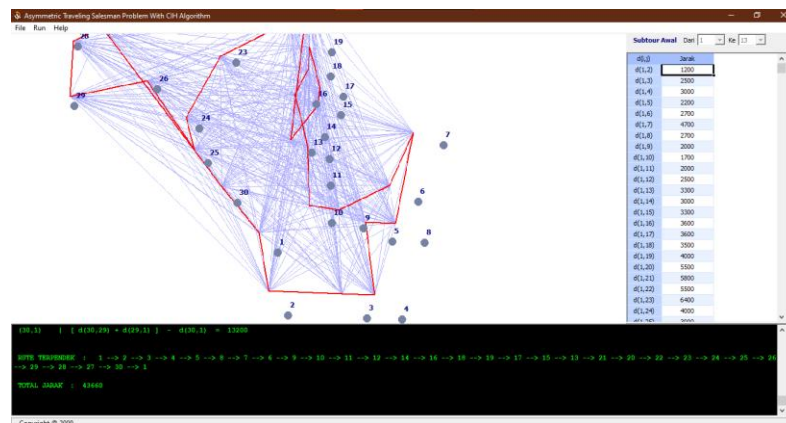


Gambar 1. Uji Software ATSP

Penjadwalan didasarkan pada hasil rute yang didapatkan. Parameter yang digunakan dalam penentuan rute ini adalah waktu perjalanan, waktu bongkar, dan waktu yang dibutuhkan dalam pendistribusian barang. Waktu yang dibutuhkan dalam distribusi barang merupakan jumlah dari waktu perjalanan dan waktu bongkar. Waktu perjalanan diperoleh melalui *Google Maps* sesuai dengan jarak titik distribusi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan uji coba penghitungan sampel jarak titik 1-5 dilakukan penghitungan untuk titik lokasi lainnya untuk memperoleh rute yang optimal. Penentuan jarak lokasi distribusi telah diperoleh melalui observasi langsung di dalam mobil box, dilakukan *plotting* pada *Google Maps* untuk mengetahui sebaran distribusi pada wilayah Kepanjen dan Ngadju. Diperoleh titik koordinat yang digunakan dalam penentuan jarak antar lokasi distribusi. Pemodelan kasus TSP ini mencoba untuk menentukan rute distribusi pada UD UTY *Crystal Ice Tube* menggunakan algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* pada wilayah Kepanjen dan Ngadju dengan software *Asymmetric Travel Salesman Problem (ATSP)*. Diperoleh hasil perhitungan algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil perhitungan software ATSP

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh dari perhitungan diperoleh rute dengan *subtour* (1,13) – (13,1) yang memiliki jumlah rute terpendek dengan jarak 43,66 km. Adapun rute yang dilalui adalah sebagai berikut : 1 -> 2 -> 3 -> 4 -> 5 -> 8 -> 7 -> 6 -> 9 -> 10 -> 11 -> 12 -> 14 -> 16 -> 18 -> 19 -> 17 -> 15 -> 13 -> 21 -> 20 -> 22 -> 23 -> 24 -> 25 -> 26 -> 29 -> 28 -> 27 -> 30 -> 1. Selanjutnya jarak perhitungan masing-masing rute dapat dilihat pada Tabel 4.

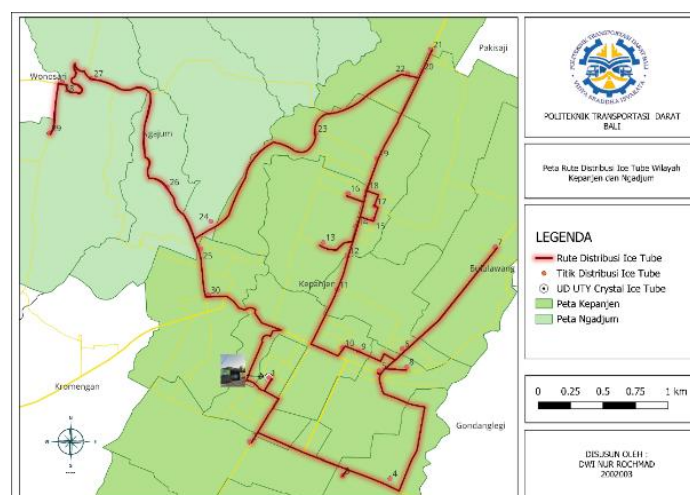
Hasil perhitungan tidak menunjukkan perbedaan signifikan terhadap rute awal yaitu hanya memiliki selisih 400 meter. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh rute distribusi *ice tube* sebagai berikut : UD UTY *Crystal Ice Tube I* (1) – Kelapa Jl. Sumedang – Kanjuruhan – Warung Kartini – Kopini – Warung Gudang Baru – Degan Gendeng – Pocong Pancong – Katering MJ – Boba Cuan – Chocoreto – Dhira – *Choco Classic* – Mie Horor - Degan Graha Sudirman – Kopi Shinta – Es Oyen Jl Sudiutomo – Degan 17 – *Seafood* Sinyonya – Niki *Cafe* - Kios Makanan – Pecel Jalibar - Warung Rejeki – Warung Langgeng – Bakso Anta – Kedai Degan – SRC Anggun – Depo Ngadjum – Kedai Kane – Kelapa Talangagung – UD UTY *Crystal Ice Tube*.

Tabel 4. Hasil Jarak perhitungan dan perbandingan *Cheapest Insertion Heuristic*

Hasil Perhitungan			Rute Awal		
Hasil	Jarak (m)	Lokasi	Hasil	Jarak (m)	Lokasi
(1,2)	1200	UD UTY <i>Crystal Ice Tube</i> - Kelapa Jl. Sumedang	(1,2)	1200	UD UTY <i>Crystal Ice Tube</i> - Kelapa Jl. Sumedang
(2,3)	1800	Kelapa Jl. Sumedang – Kanjuruhan	(2,4)	2300	Kelapa Jl. Sumedang - Warung Kartini
(3,4)	850	Kanjuruhan - Warung Kartini	(4,3)	850	Warung Kartini – Kanjuruhan
(4,5)	2400	Warung Kartini - Kopini	(3,5)	2800	Kanjuruhan – Kopini
(5,8)	450	Kopini - Warung Gudang Baru	(5,7)	2500	Kopini - Warung Gudang Baru
(8,7)	2700	Warung Gudang Baru - Degan Gendeng	(7,6)	2100	Warung Gudang Baru - Degan Gendeng
(7,6)	2100	Degan Gendeng - Pocong Pancong	(6,8)	560	Degan Gendeng - Pocong Pancong
(6,9)	850	Pocong Pancong - Katering MJ	(8,10)	1200	Pocong Pancong - Katering MJ
(9,10)	300	Katering MJ - Boba Cuan	(10,9)	300	Katering MJ - Boba Cuan
(10,11)	1400	Boba Cuan – Chocoreto	(9,11)	1700	Boba Cuan – Chocoreto
(11,12)	500	Chocoreto – Dhira	(11,12)	500	Chocoreto – Dhira
(12,14)	450	Dhira - <i>Choco Classic</i>	(12,13)	750	Dhira - <i>Seafood</i> Sinyonya
(14,16)	750	<i>Choco Classic</i> - Mie Horor	(13,14)	700	<i>Seafood</i> Sinyonya - Mie Horor
(16,18)	450	Mie Horor - Degan Graha Sudirman	(14,15)	450	Mie Horor - Degan 17
(18,19)	500	Degan Graha Sudirman - Kopi Shinta	(15,16)	650	Degan 17 - Kopi Shinta
(19,17)	800	Kopi Shinta - Es Oyen Jl. Sidoutomo	(16,17)	950	Kopi Shinta - Es Oyen Jl. Sidoutomo
(17,15)	270	Es Oyen Jl. Sidoutomo - Degan 17	(17,18)	350	Es Oyen Jl. Sidoutomo - Degan Graha Sudirman
(15,13)	1000	Degan 17 - <i>Seafood</i> Sinyonya	(18,19)	500	Degan Graha Sudirman - Kopi Shinta

Hasil Perhitungan			Rute Awal		
Hasil	Jarak (m)	Lokasi	Hasil	Jarak (m)	Lokasi
(13,21)	3500	Seafood Sinyonya - Niki Cafe	(19,21)	1800	Kopi Shinta - Niki Cafe
(21,20)	300	Niki Cafe - Kios Makanan	(21,20)	300	Niki Cafe - Kios Makanan
(20,22)	290	Kios Makanan - Pecel Jalibar	(20,22)	290	Kios Makanan - Pecel Jalibar
(22,23)	2700	Pecel Jalibar - Warung Rejeki	(22,23)	2700	Pecel Jalibar - Warung Rejeki
(23,24)	2700	Warung Rejeki - Warung Langgeng	(23,25)	2800	Warung Rejeki - Bakso Anta
(24,25)	1200	Warung Langgeng - Bakso Anta	(25,29)	5700	Bakso Anta - SRC Anggun
(25,26)	650	Bakso Anta - Kedai Degan	(29,28)	850	SRC Anggun - Depo Ngadjum
(26,29)	4600	Kedai Degan - SRC Anggun	(28,27)	1200	Depo Ngadjum - Kedai Kane
(29,28)	850	SRC Anggun - Depo Ngadjum	(27,26)	2500	Kedai Kane - Kedai Degan
(28,27)	1200	Depo Ngadjum - Kedai Kane	(26,24)	1100	Kedai Degan - Warung Langgeng
(27,30)	4300	Kedai Kane - Kelapa Talangagung	(24,30)	1900	Warung Langgeng - Kelapa Talangagung
(30,1)	2600	Kelapa Talangagung - UD UTY Crystal Ice Tube	(30,1)	2600	Kelapa Talangagung - UD UTY Crystal Ice Tube
Total	43660		Total	44060	

Berdasarkan titik lokasi dan hasil perhitungan yang diperoleh. Kemudian divisualisasikan dalam bentuk jaringan rute yang tampak pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta rute distribusi *ice tube*

Penjadwalan merupakan salah satu proses rencana operasi yang berhubungan dengan pengalokasian sumber daya untuk mencapai tujuan dan sasaran perusahaan yang optimal. Setelah dilakukan perhitungan, maka jadwal distribusi *ice tube* dapat ditentukan berdasarkan

29 titik lokasi distribusi pada wilayah Kepanjen dan Ngadjum. Adapun waktu permintaan *ice tube* seperti Tabel 5 di bawah adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Waktu permintaan *ice tube*

No.	Wilayah	Frekuensi Pengiriman	Waktu Permintaan (WIB)
1	Kepanjen	Harian	07.15 – 11.30
2	Ngadjum	Harian	07.15 – 11.30

Saat ini belum ada jadwal distribusi untuk setiap titik lokasi. Hanya terdapat waktu permintaan *ice tube* seperti Tabel 5. Dalam penyusunan penjadwalan terdapat beberapa syarat yang harus dipenuhi sebagai berikut :

1. Mobil box berangkat pada 07.15 WIB
2. Lokasi Kanjuruhan harus dipenuhi permintaannya pada 07.30 WIB.

Berdasarkan tabel 6, jadwal distribusi wilayah Kepanjen dan Ngadjum diperoleh waktu bongkar 81 menit, 104 menit, dan waktu yang dibutuhkan untuk distribusi *ice tube* di wilayah Kepanjen dan Ngadjum adalah 185 menit. Distribusi dimulai pada 07.15 WIB, kemudian kembali ke gudang pada 10.20 WIB.

Berikut ditampilkan penghitungan jadwal distribusi *ice tube* mulai dari waktu perjalanan, waktu bongkar muat, dan waktu distribusi yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan jadwal distribusi *ice tube*

No	Lokasi	Waktu (menit)			Waktu
		Waktu Perjalanan	Waktu Bongkar	Waktu Distribusi	
1	UD UTY <i>Crystal Ice Tube</i>	0	0	0	7:15:00
2	Kelapa Jl. Sumedang	4	1	5	7:19:00
3	Kanjuruhan	5	30	35	7:25:00
4	Warung Kartini	2	2	4	7:57:00
5	Kopini	5	2	7	8:04:00
6	Warung Gudang Baru	2	1	3	8:08:00
7	Degan Gendeng	6	1	7	8:15:00
8	Pocong Pancong	4	1	5	8:20:00
9	Katering MJ	3	3	6	8:24:00
10	Boba Cuan	1	1	2	8:28:00
11	Chocoreto	5	1	6	8:34:00
12	Dhira	1	1	2	8:36:00
13	<i>Choco Classic</i>	2	2	4	8:39:00
14	Mie Horor	2	1	3	8:43:00
15	Degan Graha Sudirman	1	1	2	8:45:00
16	Kopi Shinta	1	12	13	8:47:00
17	Es Oyen Jl. Sidoutomo	3	1	4	9:02:00
18	Degan 17	1	1	2	9:04:00
19	<i>Seafood</i> Sinyonya	3	2	5	9:08:00
20	<i>Niki Cafe</i>	7	1	8	9:17:00
21	Kios Makanan	1	2	3	9:19:00
22	Pecel Jalibar	1	1	2	9:22:00
23	Warung Rejeki	4	1	5	9:27:00
24	Warung Langgeng	4	1	5	9:32:00

No	Lokasi	Waktu (menit)			Waktu
		Waktu Perjalanan	Waktu Bongkar	Waktu Distribusi	
25	Bakso Anta	4	1	5	9:37:00
26	Kedai Degan	2	1	3	9:40:00
27	SRC Anggun	9	1	10	9:50:00
28	Depo Ngadjum	3	2	5	9:54:00
29	Kedai Kane	3	5	8	9:59:00
30	Kelapa Talangagung	8	1	9	10:12:00
1	UD UTY <i>Crystal Ice Tube</i>	7	0	7	10:20:00
Total		104	81	185	10:20

Penjadwalan distribusi telah disesuaikan dengan syarat permintaan, yaitu pengiriman ke Kanjuruhan harus tiba tepat pukul 07.25 WIB. Sementara itu, pengiriman ke Kepanjen dan Ngadjum juga telah disesuaikan dengan waktu permintaan, yaitu tiba pukul 07.15 – 11.30 WIB untuk wilayah Kepanjen dan 07.15 – 11.30 WIB untuk wilayah Ngadjum. Penjadwalan dirancang untuk mengoptimalkan operasional dan memastikan pengiriman tepat waktu ke setiap lokasi. Dengan waktu pengiriman yang sudah ditentukan, karyawan di UD UTY *Crystal Ice* dapat mendistribusikan produk dengan lebih efisien. Penjadwalan ini tidak hanya meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, tetapi juga memastikan kepuasan dan kepercayaan pelanggan, karena pasokan *ice tube* tiba tepat waktu sesuai kebutuhan mereka.

SIMPULAN

Berdasarkan perhitungan algoritma *Cheapest Insertion Heuristic*, diperoleh total jarak distribusi *ice tube* 43,66 km dengan rute dan jadwal sebagai berikut : UD UTY *Crystal Ice Tube* (07:15) – Kelapa Jl. Sumedang (07:19) – Kanjuruhan (07:25) – Warung Kartini (07:25) – Kopini (08:04) – Warung Gudang Baru (08:08) – Degan Gendeng (08:15) – Pocong Pancong (08:20) – Katering MJ (08:24) – Boba Cuan (08:28) – Chocoreto (08:34) – Dhira (08:36) – *Choco Classic* (08:39) – Mie Horor (08:43) – Degan Graha Sudirman (08:45) – Kopi Shinta (08:47) – Es Oyen Jl Sudiutomo (09:02) – Degan 17 (09:04) – *Seafood* Sinyonya (09:08) – Niki *Cafe* (09:17) – Kios Makanan (09:19) – Pecel Jalibar (09:22) – Warung Rejeki (09:27) – Warung Langgeng (09:32) – Bakso Anta (09:37) – Kedai Degan (09:40) – SRC Anggun (09:50) – Depo Ngadjum (09:54) – Kedai Kane (09:59) – Kelapa Talangagung (10:12) – UD UTY *Crystal Ice Tube* (10:20). Dari jadwal yang diperoleh, distribusi *ice tube* dimulai pada pukul 07.15 WIB dan berakhir pada 10.20 WIB. Tidak ada perbedaan signifikan antara rute awal dengan hasil perhitungan. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan jarak distribusi antar kota atau lokasi yang lebih jauh untuk menguji penerapan algoritma *Cheapest Insertion Heuristic*. Ketepatan jadwal dapat dimaksimalkan menggunakan data kecepatan kendaraan secara *real time*. Untuk memaksimalkan proses distribusi perusahaan dapat menggunakan *Global Positioning System* (GPS) pada mobil distribusi sehingga permintaan tambahan yang terdekat dengan rute dapat dipenuhi secepat mungkin.

DAFTAR PUSTAKA

- Auliasari, K. *et al.* (2018) 'Optimalisasi Rute Distribusi Produk Menggunakan Metode Traveling Salesman Problem', *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, 16(1), pp. 15–23.
- Fargiana, F. *et al.* (2022) 'Implementation of Cheapest Insertion Heuristic Algorithm in Determining Shortest Delivery Route', *International Journal of Global Operations Research*, 3(2), pp. 37–45. Available at: <https://doi.org/10.47194/IJGOR.V3I2.137>.
- Garside, A. and Rahmasari, D. (2017) *MANAJEMEN LOGISTIK*. Pertama. Malang: UMM PRESS.
- Hignasari, L.V. and Mahira, E.D. (2018) 'OPTIMIZATION OF GOODS DISTRIBUTION ROUTE ASSISTED BY GOOGLE MAP WITH CHEAPEST INSERTION HEURISTIC ALGORITHM (CIH)', *SINERGI*, 22(2), p. 132. Available at: <https://doi.org/10.22441/sinergi.2018.2.010>.
- Hilman, M. and Sidik Y, Y. (2022) 'Penentuan Rute Distribusi Menggunakan Metode Cheapest Insertion Heuristic (CIH) Guna Meminimalkan Pengeluaran Biaya Pada Ukm Aren Creativity Di Kabupaten Ciamis', *Jurnal Industrial Galuh*, 4(2), pp. 51–61. Available at: <https://doi.org/10.25157/JIG.V4I2.3017>.
- Meliantari, K., Githa, D.P. and Wirdiani, N.K.A. (2018) 'Optimasi Distribusi Produk Menggunakan Metode Cheapest Insertion Heuristic Berbasis Web', *Jurnal Ilmiah Merpati (Menara Penelitian Akademika Teknologi Informasi)*, pp. 204–213. Available at: <https://doi.org/10.24843/JIM.2018.V06.I03.P07>.
- Tim Prodi Management Logistik (2020) *BUKU AJAR PERENCANAAN RUTE DAN PENJADWALAN*. Bali: Politeknik Transportasi Darat Bali.
- Udjulawa, D. and Oktarina, S. (2022) 'Penerapan Algoritma Ant Colony Optimization Untuk Pencarian Rute Terpendek Lokasi Wisata', *Jurnal Ilmu Komputer*, 3(1), pp. 26–33. Available at: <https://doi.org/10.56869/KLIK.V3I1.326>.
- Wawan Saputra, D. (2022) 'Optimalisasi Rute Distribusi Kurir Menggunakan Metode Traveling Salesman Problem (Studi Kasus: JNE Balige)', *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 6(2), pp. 159–165. Available at: <https://doi.org/10.33379/gtech.v6i2.1577>.
- Yulianto, E. and Setiawan, A. (2018) 'Optimasi Rute Sales Coverage Menggunakan Algoritma Cheapest Insertion Heuristic Dan Layanan Google Maps API', *INTERNAL (Information System Journal)*, 1(1), pp. 39–54. Available at: <https://doi.org/10.32627/INTERNAL.V1I1.30>.