

# ANALISIS PEMILIHAN RUTE OPTIMAL DALAM PROSES DISTRIBUSI REPLENISHMENT UNIT ATM MENGGUNAKAN METODE NEAREST INSERTION HEURISTIC PERSOALAN VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH TIME WINDOWS

**Robbie Arsyadanie Kana Nabhana<sup>1</sup>, Zainal Fanani Rosyada<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

## **Abstrak**

*Pemilihan rute menjadi salah satu faktor kunci upaya penghematan biaya dalam suatu proses distribusi. PT Bringin Gigantara merupakan perusahaan jasa di Indonesia yang bergerak dibidang manajemen uang terintegrasi dibawah naungan Bank BRI. Salah satu aktivitas yang dilakukan adalah proses pengisian ulang pada unit-unit ATM. Saat ini pemilihan rute distribusi untuk proses pengisian ulang berdasarkan perkiraan saja tanpa adanya suatu metode untuk menghitung jarak yang ditempuh. Terdapat 25 ATM yang harus diisi ulang dengan kapasitas angkut terbatas dan setiap unit ATM memiliki batas waktu pengisian yang berbeda-beda. Hal tersebut mengakibatkan tim pengisian ulang dapat melewati jalur unit ATM lebih dari sekali dan menyebabkan pertambahan jarak yang mengakibatkan meningkatnya biaya transportasi. Oleh karena itu dibutuhkan suatu metode pemilihan rute distribusi dengan sejumlah kendaraan berkapasitas tertentu dan melakukan pelayanan di berbagai lokasi terpisah dan memiliki batasan jangka waktu berbeda-beda. Penelitian ini menggunakan metode Nearest Insertion Heuristic pada persoalan Vehicle Routing Problem with Time Window (VRPTW). Hasil penelitian diperoleh pemilihan rute 2 ATM yang dibagi menjadi 4 tim. Tim 1 memperoleh jarak tempuh sebesar 8.874 km, Tim 2 memperoleh jarak tempuh sebesar 12.672 km, Tim 3 memperoleh jarak tempuh sebesar 11.820 km, dan Tim 4 memperoleh jarak tempuh sebesar 29.088 km. Terdapat penghematan total jarak tempuh sebesar 14.426 km dibandingkan pemilihan rute awal.*

**Kata kunci:** *Vehicle Routing Problem with Time Window (VRPTW), Nearest Insertion Heuristic*

## **Abstract**

*Route selection is one of the key factors in cost-saving efforts in distribution process. PT Bringin Gigantara is a service company in Indonesia engaged in integrated money management under the auspices of Bank BRI. One of the activities carried out is the replenishment process at ATM units. Currently, the selection of distribution routes for the replenishment process is based on estimates alone without a method to calculate the distance traveled. There are 25 ATMs that must be replenish with limited carrying capacity and each ATM unit has a different charging time limit. This resulted in the refilling team being able to pass through the ATM unit line more than once and causing an increase in distance which resulted in increased transportation costs. Therefore we need a method of selecting distribution routes with a certain number of vehicles with a certain capacity and providing services in various separate locations and having different time limits. This study uses the Nearest Insertion Heuristic method on the Vehicle Routing Problem with Time Window (VRPTW). The results of the study obtained the selection of 25 ATM routes which were divided into 4 teams. Team 1 obtained a mileage of 8,874 km, Team 2 obtained a mileage of 12,672 km, Team 3 obtained a mileage of 11,820 km, and Team 4 obtained a mileage of 29,088 km. There is a total mileage savings of 14,426 km compared to the initial route selection.*

**Keywords:** *Vehicle Routing Problem with Time Window (VRPTW), Nearest Insertion Heuristic*

## 1. Pendahuluan

Seiring berkembangnya zaman dan teknologi perkembangan industri jasa di Indonesia juga mengalami kemajuan yang pesat. Hal tersebut membuat perusahaan jasa di Indonesia terus bersaing memberikan pelayanan yang terbaik guna mencapai kinerja yang optimal.

PT Bringin Gigantara (BRICASH) Madiun adalah Badan Usaha Milik Swasta (BUMS) yang merupakan anak perusahaan dari PT Bank Rakyat Indonesia Tbk yang bekerja di bidang jasa manajemen keuangan Bank BRI khususnya pada distribusi uang ke ATM. Dimana pekerjaan utama yang dilakukan antara lain melakukan monitoring guna mengupdate informasi terkini tentang kondisi dan jumlah uang pada mesin ATM, melakukan penjadwalan untuk proses replenishment (pengisian ulang uang tunai) dan maintenance (perbaikan), serta membuat laporan administrasi terkait.

Dalam melakukan pekerjaannya PT Bringin Gigantara Madiun berkomitmen untuk memberikan layanan terbaik khususnya dalam hal pendistribusian uang ke unit-unit ATM, sehingga pihak perusahaan mencegah adanya *Cash Out* (kehabisan uang) pada mesin ATM. *Cash out* akan membuat Bank BRI mengambil tindakan tegas dengan memberikan pengurangan nilai performansi pada PT Bringin Gigantara Madiun berupa *reliability*. Standard nilai *reliability* yang ditentukan Bank BRI adalah sebesar 99,01% per bulan, dimana pengurangan nilai terhitung apabila jumlah uang pada mesin ATM berjumlah mengalami *Cash Out*, apabila nilai performansi yang didapatkan dibawah standard tersebut maka PT Bringin Gigantara akan menerima potongan pendapatan yang berimbas kepada pemotongan gaji hingga pemecatan karyawan.

PT Bringin Gigantara, penentuan rute proses distribusi unit ATM untuk dilakukan *replenishment* masih berdasarkan perkiraan saja tanpa adanya metode perhitungan untuk jarak yang ditempuh. Kemudian dalam hal ini, setiap unit ATM memiliki batas waktu yang berbeda hingga ATM mengalami *Cash Out*, hal demikian bisa menyebabkan tim *replenishment* melewati unit-unit ATM lebih dari dua kali yang berdampak pada penambahan jarak tempuh yang mengakibatkan meningkatnya biaya transportasi.

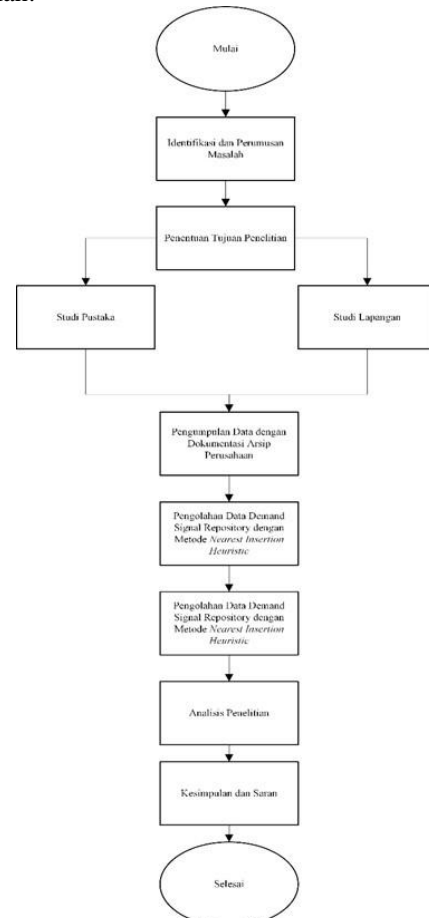
*Vehicle Routing Problem* merupakan pemecahan masalah untuk menentukan rute kendaraan yang melayani beberapa pelanggan, dengan kapasitas angkut tertentu, dimana setiap pelanggan memiliki *demand*. VRPTW atau *Vehicle Routing Problem With Time Window* merupakan metode VRP yang menggunakan *constraint interval waktu* yang berhubungan saat proses pelayanannya (Pratama & Mahmudy, 2017).

Permasalahan menentukan rute pendistribusian agar diperoleh jarak tempuh dan ongkos transportasi yang minimum dengan mempertimbangkan kapasitas angkut kendaraan serta waktu pelayanan tertentu menggunakan metode *Nearest Insertion Heuristic* (Lusiana & Rochmoeljati, 2020). Metode *Nearest Insertion Heuristic* sendiri merupakan sebuah metode yang melakukan pembentukan rute dengan cara memilih pelanggan yang akan disisipkan kedalam suatu rute yang sudah ada, tujuannya adalah untuk membentuk satu atau beberapa rute pelayanan dengan total ongkos perjalanan yang minimum.

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif (*descriptive study*) dengan menggunakan pendekatan kualitatif. Penelitian ini disebut penelitian deskriptif karena bertujuan mempelajari suatu alur distribusi pengisian ulang ATM. Penelitian deskriptif adalah suatu penelitian yang dilakukan untuk menjelaskan dan menggambarkan karakteristik (variabel penelitian) dalam suatu situasi (Sekaran, 2003).

Berikut ini merupakan tahapan penelitian yang dilakukan:



Gambar 1. Tahapan Penelitian

\*Penulis Korespondensi.

Email : [rosyada@lecturer.undip.ac.id](mailto:rosyada@lecturer.undip.ac.id)

## 2.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Identifikasi dan perumusan masalah pada penelitian ini dilakukan bersama dengan kepala cabang, asisten supervisor dan staf administrasi perusahaan. Rumusan masalah dari penelitian ini adalah tidak adanya penggunaan metode khusus untuk perhitungan jarak tempuh dan penentuan rute dalam proses replenishment ATM. Sehingga menyebabkan potensi penambahan jarak tempuh yang berakibat pada meningkatnya biaya transportasi.

## 2.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang ada, tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Menentukan rute distribusi untuk proses *replenishment* unit ATM agar diperoleh jarak tempuh dan ongkos yang minimum dengan memperhatikan kapasitas angkut kendaraan dan waktu pelayanan tertentu berdasarkan kondisi masing-masing ATM.
2. Melakukan analisis perbandingan hasil pemilihan rute distribusi antara sebelum dan sesudah menggunakan metode *Nearest Insertion Heuristic*

## 2.3 Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data terkait dengan objek yang diteliti, maka dilakukan pengumpulan data dengan teknik sebagai berikut:

1. Wawancara  
Peneliti melakukan wawancara dengan kepala cabang, asisten supervisor, dan anggota staf administrasi dari PT Bringin Gigantara Madiun. Hasil wawancara berupa penentuan lokasi distribusi ATM yang bisa dijadikan objek penelitian, yakni berjumlah 26 Unit ATM.
2. Dokumentasi  
Dokumentasi dilakukan dengan cara pencatatan dan rekapitulasi data *Demand Signal Repository* (DSR) yang terdapat data pemberangkatan distribusi *replenishment* unit ATM, kemudian data aktual penarikan uang tunai ATM setiap jam yang diperlukan untuk melakukan perhitungan interval waktu dari kondisi sisa saldo sebanyak 30% dari kapasitas total mesin ATM hingga ATM mengalami *Cash Out*.

## 2.4 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan terhadap data – data yang telah dikumpulkan pada tahapan sebelumnya. Metode yang digunakan yaitu *Nearest Insertion Heuristic*. Langkahnya sebagai berikut:

1. Menentukan Matriks Jarak dan Waktu Tempuh. menggunakan data DSR untuk

penentuan lokasi unit ATM dan menggunakan *Google Maps* untuk perhitungan jaraknya.

2. Pilih node yang memiliki jarak terdekat dengan PT Bringin Gigantara
3. Menghitung total tambahan jarak dan waktu
4. Memilih nilai  $Z_1$  yang minimum untuk dijadikan node kedua yang dikunjungi setelah node terdekat dari perusahaan.
5. Memilih nilai  $Z_2$  maksimum lalu diurutkan ke minimum sesuai dengan permintaan ATM yang hendak di *replenish*.
6. Mempertimbangkan besar kapasitas angkut sesuai dengan kapasitas kendaraan yang digunakan
7. Setelah rute terbentuk, lakukan pemeriksaan apakah rute yang terbentuk dapat dilakukan perubahan posisi node atau urutan ATM yang dikunjungi dengan mempertimbangkan Time Window.

## 3. Pembahasan dan Analisis

### 3.1 Penentuan Matriks Jarak

Penentuan matriks jarak digunakan untuk mengetahui jarak antara PT Bringin Gigantara menuju unit ATM dan jarak antar masing-masing unit ATM yang menggunakan bantuan aplikasi *Google Maps*. Hasil rekapitulasi matriks jarak ditampilkan pada **Tabel 1**.

### 3.2 Penentuan Matriks Waktu Tempuh

Matriks waktu ditentukan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mendistribusikan uang dari PT Bringin Gigantara ke unit-unit ATM dan antar masing-masing unit ATM. Adapun penentuan waktu tempuh dilakukan dengan membagi jarak tempuh dengan kecepatan rata-rata kendaraan.

$$\begin{aligned} \text{Waktu Tempuh} &= \frac{\text{Jarak (Km)}}{\text{Kecepatan rata - rata } \left(\frac{\text{Km}}{\text{jam}}\right)} \times 60 \text{ Menit} \end{aligned}$$

Keterangan: Kecepatan rata-rata diasumsikan sebesar 40 km / jam.

Berikut adalah Contoh Perhitungannya:

1. Jarak Tempuh PT Bringin Gigantara menuju Polres Magetan.

$$\text{Waktu Tempuh} = \frac{24.7 \text{ km}}{40 \text{ km/jam}} \times 60 \text{ Menit} = 37.05 \text{ Menit}$$

2. Jarak Tempuh Polres Magetan menuju Galery KC Ponorogo

$$\text{Waktu Tempuh} = \frac{35.8 \text{ km}}{40 \text{ km/jam}} \times 60 \text{ Menit} = 53.7 \text{ Menit}$$

Hasil rekapitulasi matriks waktu tempuh ditampilkan pada **Tabel 2**.

**Tabel 1. Matriks Jarak**

LOKASI	PT Bringin Gigantara Madiun	POLRES MAGET AN	GALERY KC PONOR OGO	UNIT PARAN G	UNIT BRAHU	UNIT TEGUH AN	UNIT DAGAN GAN	UNIT MILIR	UNIT LOCERE T NGANJU K	UNIT BRI NGRON GGOT NGANJU K	UNIT PANGK UR NGAWI	UNIT SAMBIR EJO	UNIT SOOKO	UNIT SUKORE JO	UNIT SLEKO	UNIT KARAN GSONO	UNIT DIPONE GORO	UNIT SINE	UNIT PRAMB ON NGANJU K	UNIT SIDOREJ O	GALERY KC MAGET AN	GALERY KC NGAWI	UNIT SAWAH AN MADIU N	UNIT UTERAN	UNIT MT HARYO NO	UNIT TANJUN GANOM NGANJU K	UNIT PARON
PT BRINGI N GIGANT ARA MADIU N	0	24.7	30.1	35.2	32.5	38	11.1	19.4	56.9	77.2	23.2	75	42.3	34.4	6.5	19.2	2.5	55.5	76.1	78.1	30.3	35.9	12.4	10.2	29	67.6	37.8
POLRES MAGET AN	24.7	0	35.8	15.8	40.4	32	31.2	34.8	84.2	99.5	34.3	48.1	37.3	32.3	21.2	15.2	22.4	35	99.7	67.7	3.6	29.7	30.5	29.1	4.2	91.2	31.6
GALERY KC PONOR OGO	30.1	35.8	0	29.9	5.9	59.6	22	10.6	93.5	109	50.5	92.3	26.4	8.9	29.3	42.2	30.1	64.1	109	95.3	33	57.2	39.7	19.9	34.1	100	119
UNIT PARAN G	35.2	15.8	29.9	0	29.7	40.5	32.4	100	23.7	113	51.3	60.2	50.2	17.5	30.5	31	34	45.2	112	83.5	14	45.5	42.4	30.3	15.2	103	47.4
UNIT BRAHU	32.5	40.4	5.9	29.7	0	68.2	24.3	13.1	95.6	112	52.8	94.6	26.1	14.3	31.6	44.6	32.4	69.8	111	108	38.7	69.8	42	22.3	39.8	103	70.8
UNIT TEGUH AN	38	32	59.6	40.5	68.2	0	44.1	52.3	92.3	111	26.8	25.5	85.7	57.2	34.8	20	35.9	23.3	110	51.6	26.7	13.9	28.5	43.2	26.1	102	6.5
UNIT DAGAN GAN	11.1	31.2	22	32.4	24.3	44.1	0	11.2	74.2	89.8	31.5	73.3	42.2	28.2	10.3	23.5	11.1	60.5	89.9	86.5	29.5	50.2	21.6	2.1	30.6	81.4	49.2
UNIT MILIR	19.4	34.8	10.6	100	13.1	52.3	11.2	0	82.5	98	40.6	81.5	31	17.3	18.5	31.7	19.3	63.9	98.1	94.7	32.9	58.5	29.8	9.2	34	89.6	58.3
UNIT LOCERE T NGANJU K	56.9	84.2	93.5	23.7	95.6	92.3	74.2	82.5	0	20.6	68.5	108	84.8	97.2	66.9	70.5	63.9	116	19.9	79.3	88.1	82.7	57.8	73.8	88.6	18	83.4
UNIT BRI NGRON GGOT NGANJU K	77.2	99.5	109	113	112	111	89.8	98	20.6	0	75.1	125	102	114	83.9	87.4	80.9	133	7.3	138	105	99.7	74.8	90.8	106	9.1	100
UNIT PANGK UR NGAWI	23.2	34.3	50.5	51.3	52.8	26.8	31.5	40.6	68.5	85.6	0	49.1	26.4	52.5	23.7	19.1	20.7	49.8	75.2	36.1	39.1	16.4	10.8	30.6	39.7	66.7	21.7
UNIT SAMBIR EJO	75	48.1	92.3	60.2	94.6	25.5	73.3	81.5	108	125	49.1	0	22.7	76.7	65.5	48	62.5	25.2	123	77.9	56.4	40.8	56.4	72.4	45.6	115	29
UNIT SOOKO	42.3	37.3	26.4	50.2	26.1	85.7	42.2	31	84.8	102	26.4	22.7	0	62.5	42.8	25.3	39.8	34.2	100	45.2	41	8.1	33.7	49.7	41.5	91.1	6.2
UNIT SUKORE JO	34.4	32.3	8.9	17.5	14.3	57.2	28.2	17.3	97.2	114	52.5	76.7	62.5	0	30.7	39.8	34	61.7	112	93	30.6	55	42.6	26.8	31.7	103	56.8
UNIT SLEKO	6.5	21.2	29.3	30.5	31.6	34.8	10.3	18.5	66.9	83.9	23.7	65.5	42.8	30.7	0	14.3	3.5	52.4	81.5	67.1	25.3	33	12.4	8.4	25.8	73	40.9
UNIT KARAN GSONO	19.2	15.2	42.2	31	44.6	20	23.5	31.7	70.5	87.4	19.1	48	25.3	39.8	14.3	0	16.7	41.7	85.6	52.8	18.8	17.7	12.7	22.2	19.6	77.2	19.6
UNIT DIPONE GORO	2.5	22.4	30.1	34	32.4	35.9	11.1	19.3	63.9	80.9	20.7	62.5	39.8	34	3.5	16.7	0	53.5	79.1	75.6	26.3	34	9.9	10.2	26.8	70.6	38.4
UNIT SINE	55.5	35	64.1	45.2	69.8	23.3	60.5	63.9	116	133	49.8	25.2	34.2	61.7	52.4	41.7	53.5	0	135	77.3	31.4	39.6	51.5	58.7	30.8	126	32.5
UNIT PRAMB ON NGANJU K	76.1	99.7	109	112	111	110	89.9	98.1	19.9	7.3	75.2	123	100	112	81.5	85.6	79.1	135	0	120	104	96	73.6	89.6	104	9.2	98.7
UNIT SIDOREJ O	78.1	67.7	95.3	83.5	108	51.6	86.5	94.7	79.3	138	36.1	77.9	45.2	93	67.1	52.8	75.6	77.3	120	0	71.4	38.1	55.4	75.1	71.9	125	44.8
GALERY KC MAGET AN	30.3	3.6	33	14	38.7	26.7	29.5	32.9	88.1	105	39.1	56.4	41	30.6	25.3	18.8	26.3	31.4	104	71.4	0	35.4	36.2	28	1.3	96.9	37.2
GALERY KC NGAWI	35.9	29.7	57.2	45.5	69.8	13.9	50.2	58.5	82.7	99.7	16.4	40.8	8.1	55	33	17.7	34	39.6	96	38.1	35.4	0	21.8	40.9	33.9	90	7.1
UNIT SAWAH AN MADIU N	12.4	30.5	39.7	42.4	42	28.5	21.6	29.8	57.8	74.8	10.8	56.4	33.7	42.6	12.4	12.7	9.9	51.5	73.6	55.4	36.2	21.8	0	19.8	34.6	64.5	32.3
UNIT UTERAN	10.2	29.1	19.9	30.3	22.3	43.2	2.1	9.2	73.8	90.8	30.6	72.4	49.7	26.8	8.4	22.2	10.2	58.7	89.6	75.1	28	40.9	19.8	0	28.5	80.5	48.3
UNIT MT HARYO NO	29	4.2	34.1	15.2	39.8	26.1	30.6	34	88.6	106	39.7	45.6	41.5	31.7	25.8	19.6	26.8	30.8	104	71.9	1.3	33.9	34.6	28.5	0	95.5	28.8
UNIT TANJUN GANOM NGANJU K	67.6	91.2	100	103	103	102	81.4	89.6	18	9.1	66.7	115	91.1	103	73	77.2	70.6	126	9.2	125	96.9	90	64.5	80.5	95.5	0	25.6
UNIT PARON	37.8	31.6	119	47.4	70.8	6.5	49.2	58.3	83.4	100	21.7	29	6.2	56.8	40.9	19.6	38.4	32.5	98.7	44.8	37.2	7.1	32.3	48.3	28.8	87.4	0

**Tabel 2. Matriks Waktu Tempuh**

LOKASI	PT Bringin Giganlara Madun	POLRES MAGETAN	GALERY KC PONOROGO	UNIT PARANG	UNIT BRAHU	UNIT TEGUH AN	UNIT DAGAN GAN	UNIT MILIR	UNIT LOCERET NGANJUK	UNIT BRI NGRON GGOT NGANJUK	UNIT PANGKUR NGAWI	UNIT SAMBIR EJO	UNIT SOOKO	UNIT SUKOREJO	UNIT SLEKO	UNIT KARAN GSONO	UNIT DIPONE GORO	UNIT SINE	UNIT PRAMBON NGANJUK	UNIT SIDOREJO	GALERY KC MAGETAN	GALERY KC NGAWI	UNIT SAWAHAN MADIUN	UNIT UTERAN	UNIT MT HARYONO	UNIT TANJUNGANOM NGANJUK	UNIT PARON
PT BRINGIN GIGANTARA MADIUN	0	37.05	45.15	52.8	48.75	57	16.65	29.1	85.35	115.8	34.8	112.5	63.45	51.6	9.75	28.8	3.75	83.25	114.15	117.15	45.45	53.85	18.6	15.3	43.5	101.4	56.7
POLRES MAGETAN	37.05	0	53.7	23.7	60.6	48	46.8	52.2	126.3	149.25	51.45	72.15	55.95	48.45	31.8	22.8	33.6	52.5	149.55	101.55	5.4	44.55	45.75	43.65	6.3	136.8	47.4
GALERY KC PONOROGO	45.15	53.7	0	44.85	8.85	89.4	33	15.9	140.25	163.5	75.75	138.45	39.6	13.35	43.95	63.3	45.15	96.15	163.5	142.95	49.5	85.8	59.55	29.85	51.15	150	178.5
UNIT PARANG	52.8	23.7	44.85	0	44.55	60.75	48.6	150	35.55	169.5	76.95	90.3	75.3	26.25	45.75	46.5	51	67.8	168	125.25	21	68.25	63.6	45.45	22.8	154.5	71.1
UNIT BRAHU	48.75	60.6	8.85	44.55	0	102.3	36.45	19.65	143.4	168	79.2	141.9	39.15	21.45	47.4	66.9	48.6	104.7	166.5	162	58.05	104.7	63	33.45	59.7	154.5	106.2
UNIT TEGUH AN	57	48	89.4	60.75	102.3	0	66.15	78.45	138.45	166.5	40.2	38.25	128.55	85.8	52.2	30	53.85	34.95	165	77.4	40.05	20.85	42.75	64.8	39.15	153	9.75
UNIT DAGAN GAN	16.65	46.8	33	48.6	36.45	66.15	0	16.8	111.3	134.7	47.25	109.95	63.3	42.3	15.45	35.25	16.65	90.75	134.85	129.75	44.25	75.3	32.4	3.15	45.9	122.1	73.8
UNIT MILIR	29.1	52.2	15.9	150	19.65	78.45	16.8	0	123.75	147	60.9	122.25	46.5	25.95	27.75	47.55	28.95	95.85	147.15	142.05	49.35	87.75	44.7	13.8	51	134.4	87.45
UNIT LOCERET NGANJUK	85.35	126.3	140.25	35.55	143.4	138.45	111.3	123.75	0	30.9	102.75	162	127.2	145.8	100.35	105.75	95.85	174	29.85	118.95	132.15	124.05	86.7	110.7	132.9	27	125.1
UNIT BRI NGRON GGOT NGANJUK	115.8	149.25	163.5	169.5	168	166.5	134.7	147	30.9	0	112.65	187.5	153	171	125.85	131.1	121.35	199.5	10.95	207	157.5	149.55	112.2	136.2	159	13.65	150
UNIT PANGKUR NGAWI	34.8	51.45	75.75	76.95	79.2	40.2	47.25	60.9	102.75	128.4	0	73.65	39.6	78.75	35.55	28.65	31.05	74.7	112.8	54.15	58.65	24.6	16.2	45.9	59.55	100.05	32.55
UNIT SAMBIR EJO	112.5	72.15	138.45	90.3	141.9	38.25	109.95	122.25	162	187.5	73.65	0	34.05	115.05	98.25	72	93.75	37.8	184.5	116.85	84.6	61.2	84.6	108.6	68.4	172.5	43.5
UNIT SOOKO	63.45	55.95	39.6	75.3	39.15	128.55	63.3	46.5	127.2	153	39.6	34.05	0	93.75	64.2	37.95	59.7	51.3	150	67.8	61.5	12.15	50.55	74.55	62.25	136.65	9.3
UNIT SUKOREJO	51.6	48.45	13.35	26.25	21.45	85.8	42.3	25.95	145.8	171	78.75	115.05	93.75	0	46.05	59.7	51	92.55	168	139.5	45.9	82.5	63.9	40.2	47.55	154.5	85.2
UNIT SLEKO	9.75	31.8	43.95	45.75	47.4	52.2	15.45	27.75	100.35	125.85	35.55	98.25	64.2	46.05	0	21.45	5.25	78.6	122.25	100.65	37.95	49.5	18.6	12.6	38.7	109.5	61.35
UNIT KARAN GSONO	28.8	22.8	63.3	46.5	66.9	30	35.25	47.55	105.75	131.1	28.65	72	37.95	59.7	21.45	0	25.05	62.55	128.4	79.2	28.2	26.55	19.05	33.3	29.4	115.8	29.4
UNIT DIPONE GORO	3.75	33.6	45.15	51	48.6	53.85	16.65	28.95	95.85	121.35	31.05	93.75	59.7	51	5.25	25.05	0	80.25	118.65	113.4	39.45	51	14.85	15.3	40.2	105.9	57.6
UNIT SINE	83.25	52.5	96.15	67.8	104.7	34.95	90.75	95.85	174	199.5	74.7	37.8	51.3	92.55	78.6	62.55	80.25	0	202.5	115.95	47.1	59.4	77.25	88.05	46.2	189	48.75
UNIT PRAMBON NGANJUK	114.15	149.55	163.5	168	166.5	165	134.85	147.15	29.85	10.95	112.8	184.5	150	168	122.25	128.4	118.65	202.5	0	180	156	144	110.4	134.4	156	13.8	148.05
UNIT SIDOREJO	117.15	101.55	142.95	125.25	162	77.4	129.75	142.05	118.95	207	54.15	116.85	67.8	139.5	100.65	79.2	113.4	115.95	180	0	107.1	57.15	83.1	112.65	107.85	187.5	67.2
GALERY KC MAGETAN	45.45	5.4	49.5	21	58.05	40.05	44.25	49.35	132.15	157.5	58.65	84.6	61.5	45.9	37.95	28.2	39.45	47.1	156	107.1	0	53.1	54.3	42	1.95	145.35	55.8
GALERY KC NGAWI	53.85	44.55	85.8	68.25	104.7	20.85	75.3	87.75	124.05	149.55	24.6	61.2	12.15	82.5	49.5	26.55	51	59.4	144	57.15	53.1	0	32.7	61.35	50.85	135	10.65
UNIT SAWAHAN MADIUN	18.6	45.75	59.55	63.6	63	42.75	32.4	44.7	86.7	112.2	16.2	84.6	50.55	63.9	18.6	19.05	14.85	77.25	110.4	83.1	54.3	32.7	0	29.7	51.9	96.75	48.45
UNIT UTERAN	15.3	43.65	29.85	45.45	33.45	64.8	3.15	13.8	110.7	136.2	45.9	108.6	74.55	40.2	12.6	33.3	15.3	88.05	134.4	112.65	42	61.35	29.7	0	42.75	120.75	72.45
UNIT MT HARYONO	43.5	6.3	51.15	22.8	59.7	39.15	45.9	51	132.9	159	59.55	68.4	62.25	47.55	38.7	29.4	40.2	46.2	156	107.85	1.95	50.85	51.9	42.75	0	143.25	43.2
UNIT TANJUNGANOM NGANJUK	101.4	136.8	150	154.5	154.5	153	122.1	134.4	27	13.65	100.05	172.5	136.65	154.5	109.5	115.8	105.9	189	13.8	187.5	145.35	135	96.75	120.75	143.25	0	38.4
UNIT PARON	56.7	47.4	178.5	71.1	106.2	9.75	73.8	87.45	125.1	150	32.55	43.5	9.3	85.2	61.35	29.4	57.6	48.75	148.05	67.2	55.8	10.65	48.45	72.45	43.2	131.1	0

### 3.3 Penentuan Rute Kendaraan

Pemilihan rute kendaraan dapat ditentukan setelah mengetahui matriks jarak dan waktu tempuh, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan noda atau lokasi yang memiliki jarak terdekat dengan PT Bringin Gigantara. Unit Diponegoro memiliki jarak terdekat yakni sejauh 2.5 km. Sehingga awal rute atau R1 adalah  $R1 = \{BG, UD\}$
2. Melakukan perhitungan penghematan jarak dan waktu tempuh terhadap seluruh noda atau lokasi guna menentukan noda atau lokasi sisipan antara Unit Diponegoro dan Bringin Gigantara.

Contoh Perhitungan Penghematan Jarak ( $Z_{11}$ ) untuk penentuan rute:

- Jarak Unit Diponegoro ke Polres Magetan adalah 22.4 Km
- Jarak Unit Polres Magetan ke Bringin Gigantara adalah 24.7 Km
- Jarak Unit Diponegoro ke Bringin Gigantara adalah 2.5 Km

Maka (Unit Diponegoro, Polres Magetan)

$$(UD, PM) = d(UD, PM) + d(PM, BG) - d(UD, BG) \\ = 22,4 \text{ km} + 24.7 \text{ km} - 2.5 \text{ km} \\ = 44.6 \text{ Km}$$

Berikut adalah tabel rekapitulasi perhitungan penghematan jarak ( $Z_{11}$ ) untuk penentuan rute:

**Tabel 3.** Penghematan Jarak ( $Z_{11}$ )

i	u	d(i,u)	d(u,BG)	d(i,BG)	Z11
UNIT DIPONEGORO	POLRES MAGETAN	22.4	24.7	2.5	44.6
	GALERY KC PONOROGO	30.1	30.1	2.5	57.7
	UNIT PARANG	34	35.2	2.5	66.7
	UNIT BRAHU	32.4	32.5	2.5	62.4
	UNIT TEGUHAN	35.9	38	2.5	71.4
	UNIT DAGANGAN	11.1	11.4	2.5	19.7
	UNIT MLILIR	19.3	19.4	2.5	36.2
	UNIT LOCERET NGANJUK	63.9	56.9	2.5	118.3
	UNIT BRI NGRONGGOT NGANJUK	80.9	77.2	2.5	155.6
	UNIT PANGKUR NGAWI	20.7	23.2	2.5	41.4
	UNIT SAMBIREJO	62.5	75	2.5	135
	UNIT SOOKO	39.8	42.3	2.5	79.6
	UNIT SUKOREJO	34	34.4	2.5	65.9
	UNIT SLEKO	3.5	6.5	2.5	7.5
	UNIT KARANGSONO	16.7	19.2	2.5	33.4
	UNIT SINE	53.5	55.5	2.5	106.5
	UNIT PRAMBON NGANJUK	79.1	76.1	2.5	152.7
	UNIT SIDOREJO	75.6	78.1	2.5	151.2
	GALERY KC MAGETAN	26.3	30.3	2.5	54.1
	GALERY KC NGAWI	34	35.9	2.5	67.4
UNIT SAWAHAN MADIUN	9.9	12.4	2.5	19.8	
UNIT UTERAN	10.2	10.2	2.5	17.9	
UNIT MT HARYONO	26.8	29	2.5	53.3	
UNIT TANJUNG ANOM NGANJUK	70.6	67.6	2.5	135.7	
UNIT PARON	38.4	37.8	2.5	73.7	

Contoh perhitungan penghematan waktu tempuh ( $Z_{12}$ ) untuk penentuan rute:

- Waktu Tempuh Unit Diponegoro ke Polres Magetan adalah 33.6 Menit
- Waktu Tempuh Unit Polres Magetan ke Bringin Gigantara adalah 37.05 Menit
- Waktu Tempuh Unit Diponegoro ke Bringin Gigantara adalah 3.75 Menit
- Waktu Replenishment rata-rata sebesar 15 menit

Maka (Unit Diponegoro, Polres Magetan)

$$(UD, PM) = d(UD, PM) + \text{Waktu Replenishment} + d(PM, BG) - d(UD, BG) \\ = 33.6 \text{ menit} + 15 \text{ menit} + 37.05 \text{ menit} - 3.75 \text{ menit} \\ = 81.9 \text{ menit}$$

Berikut adalah tabel rekapitulasi perhitungan penghematan waktu ( $Z_{12}$ ) untuk penentuan rute:

**Tabel 4.** Penghematan Waktu ( $Z_{12}$ )

i	u	d(i,u)	d(u,BG)	d(i,BG)	Z12
UNIT DIPONEGORO	POLRES MAGETAN	33.6	37.05	3.75	81.9
	GALERY KC PONOROGO	45.15	45.15	3.75	101.55
	UNIT PARANG	51	52.8	3.75	115.05
	UNIT BRAHU	48.6	48.75	3.75	108.6
	UNIT TEGUHAN	53.85	57	3.75	122.1
	UNIT DAGANGAN	16.65	16.65	3.75	44.55
	UNIT MLILIR	28.95	29.1	3.75	69.3
	UNIT LOCERET NGANJUK	95.85	85.35	3.75	192.45
	UNIT BRI NGRONGGOT NGANJUK	121.35	115.8	3.75	248.4
	UNIT PANGKUR NGAWI	31.05	34.8	3.75	77.1
	UNIT SAMBIREJO	93.75	112.5	3.75	217.5
	UNIT SOOKO	59.7	63.45	3.75	134.4
	UNIT SUKOREJO	51	51.6	3.75	113.85
	UNIT SLEKO	5.25	9.75	3.75	26.25
	UNIT KARANGSONO	25.05	28.8	3.75	65.1
	UNIT SINE	80.25	83.25	3.75	174.75
	UNIT PRAMBON NGANJUK	118.65	114.15	3.75	244.05
	UNIT SIDOREJO	113.4	117.15	3.75	241.8
	GALERY KC MAGETAN	39.45	45.45	3.75	96.15
	GALERY KC NGAWI	51	53.85	3.75	116.1
UNIT SAWAHAN MADIUN	14.85	18.6	3.75	44.7	
UNIT UTERAN	15.3	15.3	3.75	41.85	
UNIT MT HARYONO	40.2	43.5	3.75	94.95	
UNIT TANJUNG ANOM NGANJUK	105.9	101.4	3.75	218.55	
UNIT PARON	57.6	56.7	3.75	125.55	

### 3.4 Perhitungan Dalam Menentukan Noda Atau Lokasi Terbaik Pemilihan Rute

Perhitungan menentukan noda terbaik dalam pemilihan rute perlu mempertimbangkan nilai  $\alpha$ . Dalam kasus ini penulis menentukan nilai  $\alpha_1$  sebesar 0.9 karena menginginkan adanya penghematan jarak dibandingkan nilai  $\alpha_2$  sebesar 0.1 untuk penghematan waktu tempuh.

Berikut contoh perhitungan  $Z_1 (i,u,j)$  &  $Z_2 (i,u,j)$ :

$$Z_1(UD, PM) = (\alpha_1 \times Z_{11}) + (\alpha_2 \times Z_{12}) \\ = (0.9 \times 44.6) + (0.1 \times 81.9) \\ = 48.33$$

$$Z_2(UD, PM) = d(PM, PG) + Z_1(UD, PM) \\ = 24.7 - 48.33 \\ = -23.63$$

Berikut adalah tabel rekapitulasi perhitungan Node terbaik yang disisipkan pada pemilihan rute distribusi

**Tabel 5.** Perhitungan Node Terbaik Sisipan

i	j	Z1(i,j,UD)	i0	j0	Z2(i,j,UD)
DIPONEGORO	UNIT POLRES MAGETAN	48.33	UNIT DIPONEGORO	BRINGIN GIGANTARA	-23.63
	GALERY KC PONOROGO	62.085	UNIT DIPONEGORO	BRINGIN GIGANTARA	-31.985
	UNIT PARANG	71.535	UNIT DIPONEGORO	BRINGIN GIGANTARA	-36.335
	UNIT BRAHU	67.02	UNIT DIPONEGORO	BRINGIN GIGANTARA	-34.52
	UNIT TEGUHAN	76.47	UNIT DIPONEGORO	BRINGIN GIGANTARA	-38.47
	UNIT DAGANGAN	22.185	UNIT DIPONEGORO	BRINGIN GIGANTARA	-11.085
	UNIT MLILIR	39.51	UNIT DIPONEGORO	BRINGIN GIGANTARA	-20.11
	UNIT LOCERET NGANJUK	125.715	UNIT DIPONEGORO	BRINGIN GIGANTARA	-68.815
	UNIT BRI NGRONGGOT NGANJUK	164.88	UNIT DIPONEGORO	BRINGIN GIGANTARA	-87.68
	UNIT PANGKUR NGAWI	44.97	UNIT DIPONEGORO	BRINGIN GIGANTARA	-21.77
	UNIT SAMBIREJO	143.25	UNIT DIPONEGORO	BRINGIN GIGANTARA	-68.25
	UNIT SOOKO	85.08	UNIT DIPONEGORO	BRINGIN GIGANTARA	-42.78
	UNIT SUKOREJO	70.695	UNIT DIPONEGORO	BRINGIN GIGANTARA	-36.295
	UNIT SLEKO	9.375	UNIT DIPONEGORO	BRINGIN GIGANTARA	-2.875
	UNIT KARANGSONO	36.57	UNIT DIPONEGORO	BRINGIN GIGANTARA	-17.37
	UNIT SINE	113.325	UNIT DIPONEGORO	BRINGIN GIGANTARA	-57.825
	UNIT PRAMBON NGANJUK	161.835	UNIT DIPONEGORO	BRINGIN GIGANTARA	-85.735
	UNIT SIDOREJO	160.26	UNIT DIPONEGORO	BRINGIN GIGANTARA	-82.16
	GALERY KC MAGETAN	58.305	UNIT DIPONEGORO	BRINGIN GIGANTARA	-28.005
	GALERY KC NGAWI	72.27	UNIT DIPONEGORO	BRINGIN GIGANTARA	-36.37
	UNIT SAWAHAN MADIUN	22.29	UNIT DIPONEGORO	BRINGIN GIGANTARA	-9.89
	UNIT UTERAN	20.295	UNIT DIPONEGORO	BRINGIN GIGANTARA	-10.095
	UNIT MT HARYONO	57.465	UNIT DIPONEGORO	BRINGIN GIGANTARA	-28.465
	UNIT TANJUNG ANOM NGANJUK	143.985	UNIT DIPONEGORO	BRINGIN GIGANTARA	-76.385
	UNIT PARON	78.885	UNIT DIPONEGORO	BRINGIN GIGANTARA	-41.085

Berdasarkan rekapitulasi hasil noda terbaik ke dalam sisipan pada pemilihan rute, selanjutnya dapat memilih rute selanjutnya dengan memilih unit ATM yang memiliki nilai Z1 paling kecil. Unit Sleko dipilih karena memiliki nilai Z1 terkecil yakni 9.375. Sehingga pemilihan rute sementara adalah {Bringin Gigantara, Unit Diponegoro, Unit Sleko}.

Langkah selanjutnya adalah menentukan pemilihan rute distribusi dengan mempertimbangkan kapasitas angkut tersisa. Penentuan rute dilakukan dengan memilih unit ATM yang memiliki nilai Z2 terbesar, sehingga urutan rute dari nilai Z2 terbesar hingga terkecil adalah {Unit Sawahan Madiun, Unit Uteran, Unit Dagangan, Unit Karangsono, Unit Mlilir, Unit Pangkur Ngawi, Polres Magetan, Galery KC Magetan, Unit MT Haryono, Galrey KC Ponorogo, Unit Brahu, Unit Sukorejo, Unit Parang, Galery KC Ngawi, Unit Teguhan, Unit Paron, Unit Sooko, Unit Sine, Unit Sambirejo, Unit Loceret Nganjuk, Unit Tanjung Anom Nganjuk, Unit Sidorejo, Unit Prambon Nganjuk, Unit Prambon Ngronggot Nganjuk}.

Sehingga pemilihan rute terbaik menggunakan metode Nearest Insertion Heuristic adalah sebagai berikut:

**Tabel 6.** Hasil Pemilihan Rute Metode Nearest Insertion Heuristic

Lokasi	Interval Waktu Pengisian	
	30%	CASH OUT
PT BRINGIN GIGANTARA		
UNIT DIPONEGORO	15:00	23:59
UNIT SLEKO	15:00	23:59
UNIT SAWAHAN MADIUN	15:00	23:59
UNIT UTERAN	00:00	15:00
UNIT DAGANGAN	11:00	21:00
UNIT KARANGSONO	00:00	15:00
UNIT MLILIR	00:00	11:00
UNIT PANGKUR NGAWI	00:00	18:00
POLRES MAGETAN	11:00	23:59
GALERY KC MAGETAN	08:00	18:00
UNIT MT HARYONO	11:00	23:00
GALERY KC PONOROGO	00:00	21:00
UNIT BRAHU	00:00	21:00
UNIT SUKOREJO	00:00	18:00
UNIT PARANG	00:00	11:00
GALERY KC NGAWI	00:00	16:00
UNIT TEGUHAN	00:00	16:00
UNIT PARON	11:00	21:00
UNIT SOOKO	00:00	15:00
UNIT SINE	00:00	15:00
UNIT SAMBIREJO	02:00	15:00
UNIT LOCERET NGANJUK	00:00	11:00
UNIT TANJUNG ANOM NGANJUK	02:00	17:00
UNIT SIDOREJO	00:00	17:00
UNIT PRAMBON NGANJUK	00:00	15:00
UNIT BRI NGRONGGOT NGANJUK	00:00	16:00

### 3.5 Penyesuaian Pemilihan Rute Distribusi dengan Time Windows

Hasil pemilihan rute terbaik telah ditentukan menggunakan metode Nearest Insertion Heuristic berdasarkan data jarak dan waktu tempuh yang diketahui. Dalam kasus PT Bringin Gigantara terdapat batas interval proses replenishment dari sisa saldo sebesar 30% hingga ATM mengalami *Cash Out*. Berikut urutan pemilihan rute berdasarkan metode Nearest Insertion Heuristic dengan menyesuaikan Time Window dan kapasitas angkut yang dibagi menjadi 4 tim pemberangkatan:

**Tabel 7. Pemilihan Rute Tim 1 Menggunakan Metode NIH**

Lokasi	Jadwal Pengiriman		Lama Perjalanan	Waktu Kedatangan	Waktu Proses Replenishment	Waktu Keberangkatan Kendaraan	Allowance
	30%	Cash Out					
PT BRINGIN GIGANTARA						15:00	5
UNIT DIPONEGORO	15:00	23:59	3.75	15:08	15	15:23	5
UNIT SLEKO	15:00	23:59	5.25	15:33	15	15:48	5
UNIT SAWAHAN MADIUN	15:00	23:59	18.6	16:11	15	16:26	5
UNIT DAGANGAN	11:00	21:00	32.4	17:03	15	17:18	5
POLRES MAGETAN	11:00	23:59	46.8	18:09	15	18:24	5
UNIT MT HARYONO	11:00	23:00	6.3	18:35	15	18:50	5
GALERY KC PONOROGO	00:00	21:00	51.15	19:46	15	20:01	5
UNIT BRAHU	00:00	21:00	8.85	20:14	15	20:29	5
PT BRINGIN GIGANTARA			48.75	21:22	15	21:37	5
		Total Perjalan an	221.85	Total Jarak Tempuh	8874		

**Tabel 8. Pemilihan Rute Tim 2 Menggunakan Metode NIH**

Lokasi	Jadwal Pengiriman		Lama Perjalan an	Waktu Kedatangan	Waktu Proses Replenishment	Waktu Keberangkatan Kendaraan	Allowance
	30%	Cash Out					
PT BRINGIN GIGANTARA						05:00	5
UNIT UTERAN	00:00	15:00	15.3	05:20	15	05:35	5
UNIT KARANGSONO	00:00	15:00	33.3	06:13	15	06:28	5
UNIT MLILIR	00:00	11:00	47.55	07:20	15	07:35	5
UNIT PANGKUR NGAWI	00:00	18:00	60.9	08:40	15	08:55	5
GALERY KC MAGETAN	08:00	18:00	58.65	09:58	15	10:13	5
UNIT MT HARYONO	11:00	23:00	1.95	10:19	15	10:34	5
UNIT SUKOREJO	00:00	18:00	47.55	11:26	15	11:41	5
PT BRINGIN GIGANTARA			51.6	12:37	15	12:52	5
		Total Perjalan an	316.8	Total Jarak Tempuh	12672		

**Tabel 9. Pemilihan Rute Tim 3 Menggunakan Metode NIH**

Lokasi	Jadwal Pengiriman		Lama Perjalan an	Waktu Kedatangan	Waktu Proses Replenishment	Waktu Keberangkatan Kendaraan	Allowance
	30%	Cash Out					
PT BRINGIN GIGANTARA						06:00	5
UNIT PARANG	00:00	11:00	52.8	06:57	15	07:12	5
GALERY KC NGAWI	00:00	16:00	68.25	08:25	15	08:40	5
UNIT TEGUHAN	00:00	16:00	20.85	09:05	15	09:20	5
UNIT PARON	11:00	21:00	9.75	09:34	15	09:49	5
UNIT SOOKO	00:00	15:00	9.3	10:03	15	10:18	5
UNIT SINE	00:00	15:00	51.3	11:14	15	11:29	5
PT BRINGIN GIGANTARA			83.25				
		Total Perjalan an	295.5	Total Jarak Tempuh	11820		

**Tabel 10. Pemilihan Rute Tim 4 Menggunakan Metode NIH**

Lokasi	Jadwal Pengiriman		Lama Perjalan an	Waktu Kedatangan	Waktu Proses Replenishment	Waktu Keberangkatan Kendaraan	Allowance
	30%	Cash Out					
PT BRINGIN GIGANTARA						03:00	5
UNIT SAMBIREJO	02:00	15:00	112.5	04:57	15	05:12	5
UNIT LOCERET NGANJUK	00:00	11:00	162	07:59	15	08:14	5
UNIT TANJUNG ANOM NGANJUK	02:00	17:00	27	08:46	15	09:01	5
UNIT SIDOREJO	00:00	17:00	118.95	11:04	15	11:19	5
UNIT PRAMBON NGANJUK	00:00	15:00	180	14:24	15	14:39	5
UNIT BRI NGRONGGO T NGANJUK	00:00	16:00	10.95	14:54	15	15:09	5
PT BRINGIN GIGANTARA			115.8	17:09			
		Total Perjalan an	727.2	Total Jarak Tempuh	29088		

#### 4. Analisis dan Perbandingan Pemilihan Rute Awal dan Metode Nearest Insertion Heuristic

Pada tahap ini, setelah dilakukan perhitungan dan pemilihan rute terbaik menggunakan metode *Nearest Insertion Heuristic*, dilakukan perbandingan jarak dan waktu tempuh dengan pemilihan rute awal untuk membuktikan apakah metode *Nearest Insertion Heuristic* memberikan penghematan atau tidak. Berikut ini adalah perbandingan pemilihan rute awal dan metode *Nearest Insertion Heuristic* untuk masing-masing tim.

**Tabel 11. Rekapitulasi Perbandingan Jarak Tempuh Rute Awal dan Metode NIH**

Tim	Jarak Tempuh (km)	
	Metode Awal	Metode NIH
Tim 1	23960	8874
Tim 2	22360	12672
Tim 3	25640	11820
Tim 4	4920	29088
<b>Jarak Total</b>	<b>76880</b>	<b>62454</b>

Dari hasil rekapitulasi tabel tersebut metode awal menghasilkan jarak tempuh total sebesar 76.880 km dan metode Nearest Insertion Heuristic menghasilkan jarak tempuh total sebesar 62.454 km atau terdapat penghematan sebesar 14.426 km untuk distribusi pengisian ulang ke unit-unit ATM.



## 5. Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan berdasarkan tujuan penelitian yang didapatkan dari hasil penelitian yang dilakukan pada PT Bringin Gigantara, Madiun:

1. Hasil pemilihan rute terbaik proses distribusi uang ke unit-unit ATM menggunakan metode Nearest Insertion Heuristic dan dengan pertimbangan Time Window adalah sebagai berikut:
  - Rute Tim 1 terdiri atas PT Bringin Gigantara – Unit Diponegoro – Unit Sleko – Unit Sawahan Madiun – Unit Dagangan – Polres Magetan – Unit MT Haryono - Galery KC Ponorogo – Unit Brahu – PT Bringin Gigantara.
  - Rute Tim 2 dimulai dari PT Bringin Gigantara – Unit Uteran – Unit Karangsono – Unit Mlilir – Unit Pangkur Ngawi – Galery KC Magetan – Unit MT Haryono – Unit Sukorejo – PT Bringin Gigantara.
  - Rute Tim 3 dimulai dari PT Bringin Gigantara – Unit Parang – Galery KC Ngawi – Unit Teguhan – Unit Paron – Unit Sooko – Unit Sine – PT Bringin Gigantara.
  - Rute Tim 4 Tim 4 dimulai dari PT Bringin Gigantara – Unit Sambirejo – Unit Loceret Nganjuk – Unit Tanjung Anom Nganjuk – Unit Sidorejo – Unit Prambon Nganjuk – Unit BRI Ngronggot Nganjuk – PT Bringin Gigantara.
2. Penerapan metode Nearest Insertion Heuristic memberikan dampak yang signifikan dibandingkan dengan penerapan metode awal. Terdapat pengurangan jarak tempuh sebesar 14.426 km untuk distribusi replenishment unit-unit ATM BRI.

## 6. Saran

Setelah melakukan penelitian penulis dapat memberikan saran sebagai berikut:

1. Perusahaan dapat menerapkan pemilihan rute terpilih dari hasil penelitian yang dilakukan seperti pada laporan tertulis ini untuk menghemat ongkos distribusi proses replenishment.
2. Perusahaan dapat membuat perkiraan waktu yang seharusnya dibutuhkan dalam melakukan distribusi proses replenishment ke unit-unit ATM dengan data historis perjalanan yang mereka punya.
3. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai permasalahan pemilihan rute terbaik proses replenishment ini, mengingat data yang digunakan pada perusahaan termasuk ke dalam data dinamis dari hari ke hari.

## Ucapan Terimakasih

Terima kasih disampaikan kepada Pak Zainal Fanani Rosyada, S.T., M.T. Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro dan PT Bringin Gigantara Madiun yang telah membimbing keberlangsungan penulisan jurnal

## Daftar Pustaka

- Kumar, S. N., dan Panneerselvam, R. (2012). A Survey on the Vehicle Routing Problem and Its Variants. *Intelligent Information Management*, 04(03), 66–74. <https://doi.org/10.4236/iim.2012.43010>
- Kotler, Philip, 2000, *Marketing Management*. Edisi Milenium, Prentice Hall Intl, Inc New Jersey
- Kallehauge, B., J. Larsen, dan O.B.G. Marsen, 2001, *Lagrangean Duality Applied on Vehicle Routing with Time Windows*, Technical Report, IMM, Technical University of Denmark.
- Lusiana, F. I., dan Rochmoeljati, R. (2020). Perencanaan Rute Distribusi Produk Sosis Merah Menggunakan Nearest Insertion Heuristic Di Pt. Xyz. *Juminten*, 1(5), 73–84. <https://doi.org/10.33005/juminten.v1i5.123>
- Pratama, R. Y., dan Mahmudy, W. F. (2017). Optimization of Vehicle Routing Problem with Time Window (VRPTW) for Food Product Distribution Using Genetics Algorithm. *Journal of Information Technology and Computer Science*, 2(2), 77–84. <https://doi.org/10.25126/jitecs.20172216>