

**ANALISIS PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI  
DENGAN PENDEKATAN *VEHICLE ROUTING PROBLEM*  
MEMPERTIMBANGKAN *TIME WINDOWS* DAN PERMINTAAN  
UNTUK MEMINIMASI BIAYA TRANSPORTASI  
(Studi kasus di CV. TWIN SETIA, Yogyakarta)**

**Dimas Mustafa Kamal<sup>1</sup>, Laila Nafisah<sup>2</sup>, M. Shodiq Abdul Khannan<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Industri  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta  
Jl. Babarsari 2 Tambakbayan, Yogyakarta, 55281  
email: laila@upnyk.ac.id

**Abstrak**

*CV. Twin Setia merupakan perusahaan yang bergerak dibidang distribusi roti dengan merk dagang Sari Roti. Selama ini kegiatan distribusi dilakukan oleh sales, dimana dalam menentukan rute distribusinya hanya berdasarkan intuisi saja. Kegiatan distribusi yang mengandalkan intuisi, tentu saja tidak bisa menjamin bahwa kegiatan distribusi akan berjalan lancar. Permasalahan yang sering dihadapi adalah kurang efektifnya rute distribusi yang menyebabkan waktu pendistribusian panjang, waktu kunjungan ke beberapa outlet melebihi jam yang ditargetkan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rute-rute pendistribusian baru sehingga dapat meminimalkan total waktu distribusi, jarak dan biaya transportasi. Metode yang digunakan untuk memecahkan masalah ini adalah membandingkan antara Algoritma Sweep dan Saving Matrix, dan dilanjutkan pengurutan dengan membandingkan antara metode Nearest Insertion Heuristic dan Nearest Neighbour. Keseluruhan metode memperhatikan jarak tempuh dan waktu tempuh. Dengan membandingkan metode tersebut diharapkan dapat menghasilkan distribusi yang lebih efektif dan efisien secara waktu dan jarak yang pada akhirnya akan berpengaruh ke biaya transportasi. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan metode yang terpilih adalah metode pengklasteran algoritma sweep dan metode pengurutan menggunakan metode Nearest Neighbor. Pada rute awal, total jarak tempuh adalah 114.77 km sedangkan hasil yang didapatkan dari rute hasil penelitian adalah 49.07 km. Dari segi biaya yang dikeluarkan antara rute awal perusahaan dan rute hasil penelitian dapat mengefektifkan hingga 57,244% biaya harian.*

**Kata Kunci:** *Rute Distribusi, Vehicle Routing Problem, Time Windows, Algoritma Sweep, Saving Matrix, Nearest Insertion Heuristic, Nearest Neighbour*

**1. Pendahuluan**

Sebuah perusahaan pasti menginginkan segala kegiatan yang dilakukan memberikan keuntungan. Salah satu kegiatan yang dapat dilakukan untuk memaksimalkan keuntungan adalah dengan melakukan perencanaan yang matang. Perencanaan dalam hal penentuan rute distribusi adalah salah satu strategi agar produk dapat sampai dengan waktu yang cepat dan biaya yang rendah. Dalam hal pendistribusian produk ke beberapa wilayah sasaran pemasaran memiliki berbagai kendala yang dapat menjadikan proses distribusi menjadi terganggu. Oleh karena itu dengan lebih ditingkatkannya keefektifan dan keefisienan dalam hal

pendistribusian diharapkan dapat terus membuat konsumen puas serta produk dapat bersaing di tengah masyarakat.

CV. Twin Setia merupakan perusahaan yang bergerak dibidang distribusi roti dengan merk dagang Sari Roti. Produk roti didatangkan langsung dari produsen Sari roti yang berlokasi di Semarang. Kedatangan roti pada setiap sore untuk didistribusikan pagi harinya ke *outlet-outlet* tujuan. Jumlah *outlet* yang menjadi tujuan distribusi kurang lebih sebanyak 430 *outlet* yang tersebar di wilayah Kota Yogyakarta dan Kabupaten Bantul. Pendistribusian ke beberapa *outlet* dibagi menjadi tiga kelompok waktu distribusi, yaitu kelompok distribusi di hari Senin dan Kamis, kelompok distribusi di hari Selasa dan Jumat, dan kelompok distribusi di hari Rabu dan Sabtu. Disamping itu perusahaan memiliki batasan waktu distribusi ke setiap outlet, yaitu maksimal sampai jam 12.

Bentuk perjanjian antara CV. Twin Setia dan *outlet* adalah titip jual. Sehingga jumlah produk yang akan didistribusikan ke setiap *outlet* tergantung dari keputusan CV. Twin Setia berdasarkan data historis penjualan di setiap *outlet*. Pada kondisi yang normal setiap *outlet* biasanya memiliki tingkat penjualannya cenderung sama, sehingga pasokan roti ke *outlet* pun juga cenderung sama. Namun demikian perusahaan juga melayani permintaan jika ada outlet yang meminta dipasok lebih dari biasanya. Jika terdapat roti yang tidak terjual dan kadaluwarsa pada saat kunjungan ke outlet, maka akan diambil dan oleh perusahaan akan dijual kepada konsumen yang untuk pakan ternak.

Selama ini kegiatan distribusi dilakukan oleh sales, dan dalam menentukan rute distribusinya, para sales hanya berdasarkan intuisi saja. Kegiatan distribusi yang mengandalkan intuisi, tentu saja tidak bisa menjamin bahwa kegiatan distribusi akan berjalan lancar dan efisien. Permasalahan yang sering dihadapi perusahaan adalah kurang efektifnya rute distribusi yang menyebabkan waktu pendistribusian panjang, waktu kunjungan ke beberapa *outlet* melebihi jam yang ditargetkan. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan rute-rute pendistribusian baru dengan mempertimbangkan terjadinya perubahan permintaan, kapasitas angkut, dan *time windows* sehingga dapat meminimalkan total waktu distribusi, jarak dan biaya transportasi. Permasalahan ini dapat diselesaikan dengan *Vehicle Routing Problem with Time Windows*, dengan mempertimbangkan adanya perubahan permintaan yang tentu saja hal ini akan mempengaruhi kapasitas, mempertimbangkan jarak tempuh, dan waktu tempuh. Langkah awal yang akan dilakukan dalam memecahkan masalah tersebut adalah mengelompokkan *outlet-outlet* ke dalam satu klaster berdasarkan kapasitas kendaraan kemudian membentuk rute-rute untuk masing-masing kluster. Dalam hal ini metode yang akan digunakan adalah algoritma *sweep* yang dibandingkan dengan metode *saving matrix*. Selanjutnya membandingkan algoritma *Nearest Insertion Heuristic* dan algoritma *nearest neighbor* untuk mendapatkan rute terpendek sehingga akan meminimasi biaya transportasi. Dengan adanya perbandingan metode tersebut diharapkan dapat menghasilkan rute distribusi yang efektif dan efisien.

## 2. Pendekatan Pemecahan masalah

Fungsi distribusi dan transportasi pada dasarnya adalah mengantarkan produk dari lokasi dimana produk tersebut diproduksi sampai dimana mereka akan digunakan (Pujawan, 2010). Manajemen transportasi dan distribusi mencakup

aktivitas fisik yang secara kasat mata dapat disaksikan seperti menyimpan dan mengirim produk, maupun aktivitas nonfisik berupa aktivitas pengolahan informasi permintaan dan pelayanan pelanggan.

Distribusi merupakan suatu kegiatan untuk menyalurkan produk menuju konsumen. Suatu produk tidak akan bisa mencapai ke tangan konsumen tanpa adanya kegiatan distribusi tersebut. Perusahaan akan melakukan distribusi dengan sebaik mungkin agar produk dapat diterima konsumen dengan baik dan dapat memenuhi keinginan konsumen.

Transportasi merupakan faktor yang harus diperhatikan, karena aktivitas pengangkutan meliputi proses mengangkut dan memindahkan barang atau produk ke tempat tujuan yang membutuhkan biaya yang tidak sedikit (Salim, 2004). Transportasi didefinisikan sebagai usaha dan kegiatan mengangkut atau membawa barang dan atau penumpang dari suatu tempat ke tempat lainnya. Selain itu, pengangkutan atau pemindahan penumpang atau barang dengan transportasi adalah untuk mencapai tempat tujuan dan menaikkan utilitas atau kegunaan dari barang yang diangkut. Utilitas yang dapat diciptakan oleh transportasi ada dua macam, yaitu utilitas tempat dan utilitas waktu. Setiap bentuk transportasi terdapat empat unsur pokok transportasi, yaitu jalan, kendaraan dan alat angkutan, tenaga penggerak, serta terminal (Kadir, 2006).

### 2.1. *Vehicle Routing Problem*

*Vehicle Routing Problem* (VRP) pertama kali diperkenalkan oleh Dantzig dan Ramser pada tahun 1959 dalam penelitiannya "The Truck Dispatching Problem". VRP merupakan pengembangan dari *Travelling Salesman Problem* (TSP). Versi paling dasar dari VRP adalah *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP). CVRP dapat dijelaskan dengan keadaan sebagai berikut:

- a) Suatu depot melayani sejumlah  $n$  node/pelanggan
- b) Depot memiliki satu kendaraan dengan kapasitas tertentu  $Q$  untuk melayani semua node
- c) Masing-masing node memiliki *demand* tertentu sebesar  $q_i$  ( $i=1,2,3,\dots,n$ ) yang harus dipenuhi dalam sekali pelayanan
- d) Karena depot hanya mempunyai satu kendaraan dengan kapasitas terbatas, maka kendaraan tersebut harus secara periodik kembali ke depot untuk mengambil barang (*reloading*) untuk memenuhi *demand* node yang lain
- e) Tidak mungkin melayani lebih dari satu node dalam waktu bersamaan (*split delivery*) karena kendaraan hanya satu
- f) Solusi dari suatu CVRP adalah sekumpulan rute (*tours*) yang dilalui kendaraan, dimana tiap node hanya dikunjungi sekali saja dan total *demand* dari node-node dalam suatu rute maksimum sebanyak  $Q$ .
- g) Berbeda dengan CVRP, pada VRP jumlah kendaraan dapat lebih dari satu. Dengan demikian *split delivery* dapat dilakukan sedangkan *reloading* dapat dihindari.

VRP merupakan manajemen distribusi barang yang memperhatikan pelayanan, periode waktu tertentu, dan sekelompok pelanggan dengan sejumlah kendaraan yang berlokasi di satu depot atau lebih. Hasil dari VRP adalah menentukan sejumlah rute dimana masing-masing kendaraan berasal dan berakhir dari depot yang sama, sehingga permintaan pelanggan terpenuhi dan biaya transportasi secara umum diminimalkan.

Dalam menyelesaikan persoalan rute, perlu diperhatikan daripada karakteristik VRP. Berikut ini akan dijelaskan mengenai karakteristik VRP yang akan diteliti untuk mempermudah pemecahan masalah.

- 1) Depot adalah tempat berawal dan berakhirnya suatu rute dalam pendistribusian barang.
- 2) Pelanggan adalah lokasi yang akan dituju pada saat pendistribusian barang.
- 3) Total Jarak adalah jarak yang ditempuh untuk mengunjungi pelanggan dari saat kendaraan berangkat dari depot hingga kembali ke depot.
- 4) Rute adalah suatu rangkaian kunjungan kendaraan dalam proses pengiriman permintaan pelanggan, dimana kendaraan berangkat dari depot dan pulang ke depot.

### 2.2. *Vehicle Routing Problem With Time Window*

*Vehicle Routing Problem with Time windows* (VRPTW) merupakan permasalahan yang sering terjadi pada banyak sistem logistik. VRPTW adalah permasalahan bagaimana sebuah depot, pusat distribusi barang, dengan sejumlah kendaraan berkapasitas tertentu melayani sejumlah pelanggan pada titik-titik lokasi terpisah, dengan permintaan dan batasan *time windows* (jangka waktu) tertentu artinya, dengan tujuan meminimalkan total biaya perjalanan, tanpa mengabaikan batasan kapasitas kendaraan dan *time windows* depot.

### 2.3. *Algoritma Sweep*

Algoritma *Sweep* merupakan suatu algoritma dengan melakukan pengklasteran melalui penggabungan titik-titik dalam satu kluster. Hal ini dimulai dengan menempatkan depot sebagai titik pusat koordinat dan dikelilingi titik yang tersebar secara acak sesuai letak geografis.

### 2.4. *Saving Matrix*

Metode *saving matrix* adalah salah satu metode yang digunakan untuk menentukan rute distribusi produk ke wilayah pemasaran dengan cara menentukan rute yang harus dilalui dan jumlah kendaraan yang akan digunakan berdasarkan kapasitas muatan dari kendaraan tersebut. Tujuan dari metode ini adalah memilih penugasan kendaraan dan routing sebaik mungkin. Metode *saving matrix* juga merupakan suatu teknik yang digunakan untuk menjadwalkan sejumlah kendaraan terbatas yang memiliki kapasitas maksimum yang berbeda-beda. Metode ini bertujuan untuk menyesuaikan pengiriman yang diperlukan konsumen dengan apa yang mereka pesan sebelumnya dengan cara yang lebih efektif dan efisien, sehingga perusahaan dapat menghemat biaya, tenaga, dan waktu pengiriman (Erlina, 2009).

### 2.5. *Nearest Insertion Heuristic*

*Nearest Insertion Heuristic* adalah salah satu jenis VRPTW karena memiliki batasan waktu pelayanan yang berbeda pada setiap node. Pada metode ini dilakukan pembentukan rute dengan cara memilih pelanggan yang akan disisipkan ke dalam sebuah rute yang sudah tersedia sebelumnya. Pada penyisipan ini dilakukan hingga rute yang bersangkutan telah memenuhi kapasitas angkut maupun memenuhi jadwal waktu yang telah ditentukan. Tujuannya untuk meminimumkan ongkos transportasi dalam pembentukan rute distribusi.

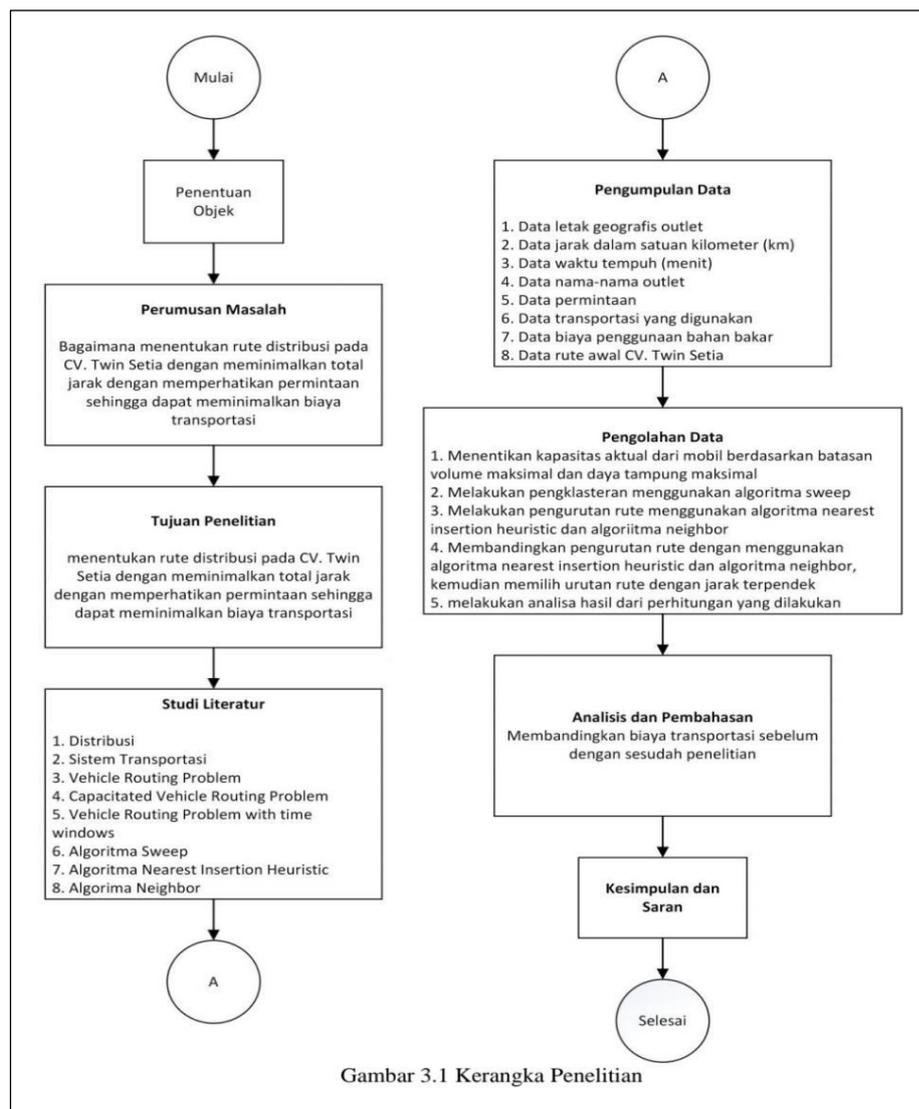
## 2.6. Nearest Neighbor

*Nearest neighbor* adalah suatu metode pencarian dengan konsep penambahan titik terdekat terhadap titik sebelumnya sampai semua titik dalam satu lintasan habis (Hutasoit dkk, 2014).

## 3. Metode Penelitian

### 3.1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini meliputi data nama-nama *outlet*, letak geografis *outlet*, data penjualan *outlet*, matrik jarak dan waktu tempuh armada perusahaan ke setiap *outlet*, ukuran/dimensi krat yang digunakan, kapasitas krat, kapasitas angkut armada yang digunakan, rute distribusi awal yang dilakukan perusahaan, dan penggunaan bahan bakar.

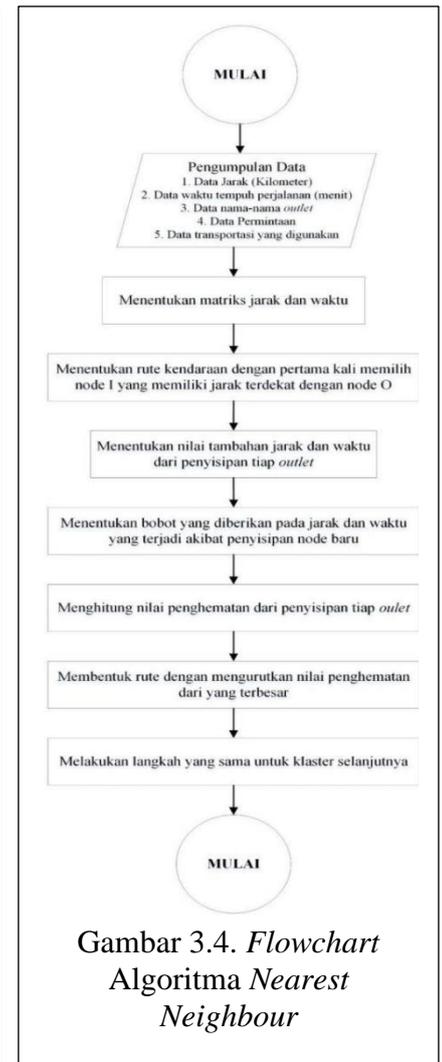
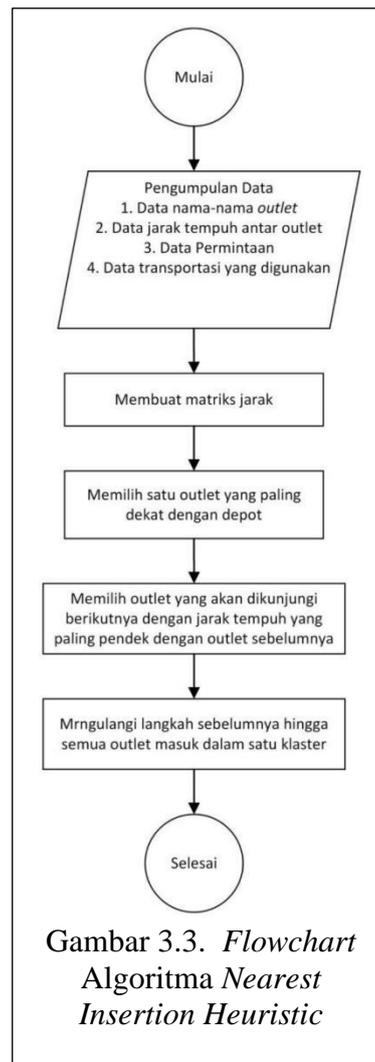
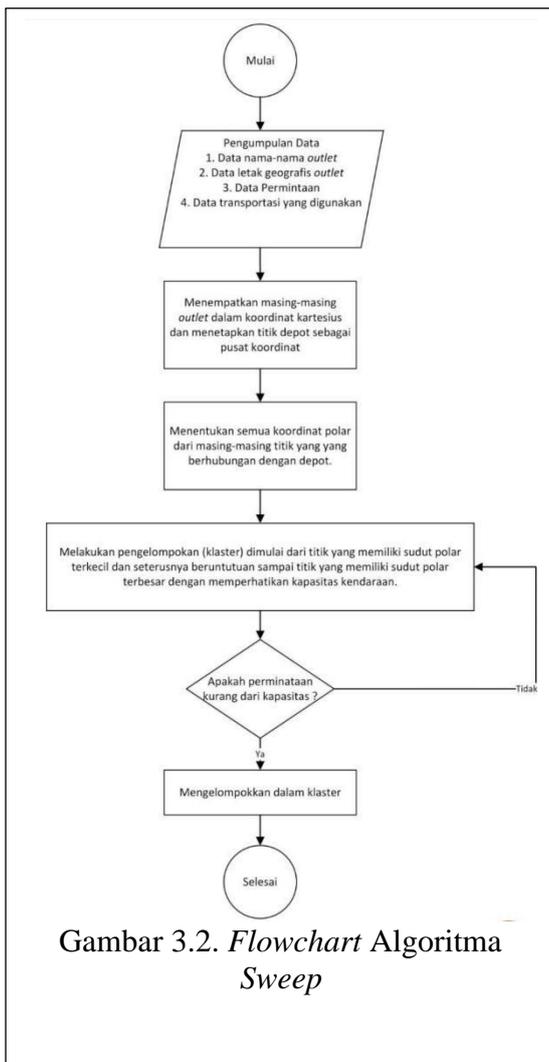


### 3.2. Pengolahan Data

Langkah-langkah pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Mengidentifikasi kapasitas angkut aktual dari armada yang digunakan

- berdasarkan batasan volume maksimal dan daya tampung berat maksimal
- 2) Melakukan pengklasteran menggunakan *algoritma sweep*
- 3) Melakukan pengurutan rute menggunakan *algoritma Nearest Insertion Heuristic* dan *algoritma nearest neighbour*
- 4) Membandingkan pengurutan rute dengan menggunakan *algoritma Nearest Insertion Heuristic* dan *algoritma nearest neighbour*, kemudian memilih dengan acuan urutan rute yang memiliki jarak rute terpendek
- 5) Melakukan pengklasteran menggunakan metode *saving matrix*
- 6) Ulangi Langkah 3) dan 4)
- 7) Melakukan analisa perbandingan jarak tempuh yang dihasilkan pada rute awal yang dimiliki oleh perusahaan dengan rute usulan yang terpilih.



- 8) Membandingkan biaya transportasi rute usulan dengan rute perusahaan. Penelitian dikatakan berhasil jika biaya yang dihasilkan pada rute usulan lebih rendah dibandingkan biaya pada rute awal yang diterapkan oleh perusahaan. Flowchart Algoritma Sweep, Algoritma Nearest Insertion Heuristic, dan Nearest Neighbour dapat dilihat pada Gambar 3.2, Gambar 3.3, dan Gambar 3.4.

Berdasarkan langkah-langkah pengolahan diatas, diperoleh 3 klaster dengan 4 pilihan rute. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.1, Tabel 3.2, dan Tabel 3.3.

Tabel 3.1. Hasil pengklasteran dengan Algoritmas *Sweep*

Pengurutan rute	Klaster I		Klaster II		Klaster III		Total Kebutuhan	
	Waktu (menit)	Jarak (km)	Waktu (menit)	Jarak (km)	Waktu (menit)	Jarak (km)	Waktu (menit)	Jarak (km)
<i>Nearest insertion heuristic</i>	255	18.86	234	9.58	269	30.6	757	59.04
<i>Nearest neighbor</i>	249	15.76	235	10.05	256	23.26	740	49.07

Tabel 3.2. Hasil pengklasteran dengan *Saving Matrix*

Pengurutan rute	Klaster I		Klaster II		Klaster III		Total Kebutuhan	
	Waktu (menit)	Jarak (km)	Waktu (menit)	Jarak (km)	Waktu (menit)	Jarak (km)	Waktu (menit)	Jarak (km)
<i>Nearest insertion heuristic</i>	242	32.48	260	15.34	253	20.08	755	67.9
<i>Nearest neighbor</i>	259	21.56	244	12.57	245	15.29	748	49.42

Tabel 3.2. Perbandingan rute awal dan rute hasil penelitian

Perbandingan	Klaster	Permintaan (kemasan)	Jarak tempuh setiap klister (km )	Jarak tempuh total (km)
Rute Awal	I	88	37.91	114.77
	II	16	45.53	
	III	18	31.33	
Rute Usulan	I	16	15.76	49.07
	II	38	10.05	
	III	68	23.26	

Tabel 7. Perbandingan biaya transportasi

Jenis Rute	Klaster	Biaya (Rp.)	Total Biaya (Rp)	Selisih (Rp)
Rute Awal	I	41.631,89	126.038	72.150
	II	50.000		
	III	34.405,885		
Rute Usulan	I	17.307,269	53.887	
	II	10.893,915		
	III	25.543,597		

#### 4. Analisis Hasil

Berdasarkan jumlah klaster sesuai ketentuan perusahaan (yaitu 3 klaster), menghasilkan masing-masing 4 jenis rute alternatif, baik menggunakan algoritma

*sweep* maupun *saving matrix*. Namun demikian, rute terpendek yang dihasilkan adalah dengan menggunakan algoritma *Nearest Neighbour* dengan metode pengklasteran algoritma *sweep* yaitu dengan total jarak 49.07 km dan total waktu tempuh selama 740 menit. Terbentuknya rute hasil kombinasi algoritma *Nearest Neighbour* dan algoritma *sweep* menunjukkan lebih efektif dibandingkan dengan *saving matrix*, hal ini memiliki banyak faktor diantaranya pada metode pengklasteran algoritma *sweep* memiliki cara atau pengerjaan yang lebih detail dengan faktor-faktor penunjang yang lebih banyak sehingga didapatkan nilai atau hasil yang lebih detail dan spesifik jika dibandingkan dengan metode *saving matrix*.

Perbandingan rute awal perusahaan dengan rute akhir yang dipilih yaitu menggunakan algoritma *nearest neighbour* terbukti memiliki perbedaan yang cukup signifikan karena pada rute akhir yang terpilih menggunakan metode *nearest neighbour* mempertimbangkan kedekatan pelayanan antar *outlet* dibandingkan dengan rute awal yang terbentuk hanya dengan intuisi sales yang dapat menyebabkan pemborosan rute yang ditempuh oleh sales itu sendiri dan juga dalam perbandingan rute tersebut tetap memperhitungkan batasan waktu yang ditentukan oleh perusahaan tersebut.

Perbandingan selanjutnya yang dilakukan setelah adanya rute baru adalah total biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan. Total biaya awal yang dikeluarkan adalah Rp. 126.038 setiap harinya, sedangkan setelah adanya rute baru yang ada dengan menggunakan algoritma *nearest neighbour* adalah Rp. 53.887 per harinya. Oleh karena itu CV. Twin Setia dapat melakukan penghematan atau minimasi biaya sebesar Rp. 72.150 per harinya atau bisa menghemat sekitar 57,24% dari biaya awal.

## 5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan pengolahan data dan analisis hasil yang dilakukan, dengan ketentuan perusahaan memiliki tiga klaster, maka dapat disimpulkan bahwa Rute terpendek yang dihasilkan dengan mempertimbangkan *time windows* adalah pengklasteran menggunakan algoritma *sweep* dengan metode pengurutan rute *Nearest Neighbour*. Hasil jarak dan waktu terpendek yang dihasilkan masing-masing sebesar 49,07 km dan total waktu selama 740 menit, dengan biaya yang ditimbulkan menjadi lebih rendah sebesar Rp. 53.887 atau sekitar 57,24% lebih rendah dari rute awal perusahaan untuk setiap harinya. Untuk hasil *time windows* yang ada masih sesuai dengan batasan perusahaan yaitu antara pukul 08.00 hingga pukul 13.00. Hasil akhir rute penelitian dapat dilihat pada sisa kapasitas, untuk rute I sebanyak 148 kemasan, rute II sebanyak 126 kemasan, dan rute III sebanyak 96 kemasan. Sisa kapasitas ini digunakan untukantisipasi apabila adanya perubahan permintaan namun juga perlu dikorelasikan dengan *time windows* yang ada.

Dalam penelitian ini karena adanya kendala keadaan pandemi *COVID-19* masih banyak *outlet* pada bagian pelayanan kurang terhitung dengan sempurna, untuk itu diharapkan adanya penyempurnaan agar *time windows* yang diberlakukan tetap sesuai dengan batasan. Penyempurnaan untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan linear programming atau dapat menggunakan bantuan aplikasi Lingo. Selain itu perlu adanya pengaplikasian yang nyata dari hasil penelitian sehingga kekurangan yang ada pada sistem distribusi CV. Twin Setia bisa menjadi lebih baik.

### Daftar Pustaka

1. Afrianita, Siska. (2011). Algoritma Multiple Ant Colony System pada Vehicle Routing Problem with Time Windows. Skripsi Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia : Jakarta.
2. Arunya Boonkleaw, S. Suthikannarunai, dan R. Srinon. (2009). Strategic Planning and Vehicle Routing Algorithm for Newspaper Delivery Problem: Case Study of Morning Newspaper, Bangkok, Thailand. Proceeding of the World Congress on Engineering and Computer Science, Sanfranciso, USA. Vol. 2.
3. Azizah, N., Oesman, I. (2015). Optimalisasi Biaya Distribusi Produk PT. Madubaru dengan Pendekatan Metode Saving Matrix dan Generalized Assgnment. Jurnal Rekayasa dan Inovasi Teknik Industri (REKAVASI), 3(2), 102-107.
4. Clarke, G. & Wright, J.W. (1964). Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery Points, Operations Research, Vol. 12, No. 4, 568-581.
5. Fisher, M.L. (1995). Vehicle Routing in Operations Research and Management Science, Vol.8. Amsterdam, New York, Elsevier.
6. Lubis, A. N., (2004). Peranan Saluran Distribusi Dalam Pemasaran Produk Dan Jasa. e-USU Repository, pp. 1-14.
7. S.M. Nugroho, L. Nafisah, M.S.A. Khannan, H. Mastrisiswadi and M. N. Ramdhani (2020), Vehicle Routing Problem with Heterogeneous Fleet, Split Delivery, Multiple Product, Multiple Trip, and Time Windows: A Case study in fuel distribution, IOP Conference Series: Material Science and Engineering, Volume 847, IOP Publishing Ltd.
8. Raden Prana A. (2007). Aplikasi Kombinatorial pada Vehicle Routing Problem. Bandung: Jurusan Teknik Informatika ITB.
9. Turner, W. C. & Heizer, J., (2000). Pengantar Teknik & Sistem Industri Edisi Ketiga Jilid 1. Surabaya: Guna Widya.