

PENERAPAN METODE *CLARKE AND WRIGHT SAVING HEURISTIC* DALAM MENENTUKAN RUTE PENDISTRIBUSIAN PRODUK DI BAGIAN DISTRIBUTOR KOPERASI ABC BOJONEGORO

Afrilia S. Kusuma.¹⁾ dan Sumiati²⁾

^{1,2)} Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Jl. Rungkut Madya Surabaya 60294

e-mail: afrilia.sk@gmail.com¹⁾

ABSTRAK

Koperasi ABC Bojonegoro bagian distributor merupakan salah satu bagian dari unit kerja pertokoan. Koperasi ABC Bojonegoro bagian distributor melayani pendistribusian produk seperti bahan makanan, minuman dan tissue. Permasalahan yang dihadapi oleh Koperasi ABC adalah perusahaan sudah memiliki rute pendistribusian sendiri yang dilakukan berdasarkan pengalaman dan perkiraan salesman yang bekerja. Selain itu dalam rute satu perjalanan yang dimiliki perusahaan seharusnya masih bisa dimasukkan lagi pelanggan yang belum didatangi dengan melihat kapasitas kendaraan. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dibuatlah penelitian ini menggunakan metode Clarke and Wright Saving Heuristic untuk melakukan perhitungan penghematan jarak tempuh sehingga dapat menghasilkan rute distribusi terpendek dan biaya distribusi minimum. Hasil pengolahan data menggunakan metode Clarke And Wright Saving Heuristic didapatkan sebanyak 4 rute distribusi. Dengan total jarak tempuh sebesar 162,3 km dan total biaya distribusi yang dibutuhkan sebesar Rp. 10.851.750,- dalam 6 bulan (bulan juli 2019 – desember 2019). Serta penghematan dari rute awal perusahaan sebesar 16,9% untuk jarak tempuk dan sebesar 21,5% untuk biaya distribusi.

Kata Kunci: *Clarke And Wright Saving Heuristic, Biaya Distribusi, Rute Distribusi*

ABSTRACT

The ABC Bojonegoro Cooperative is a part of the shop work unit. ABC Bojonegoro Cooperative distributor section serves the distribution of products such as food, beverages and tissues. The problem asked by the ABC Cooperative is a company that already has its own distribution route which is based on the experience and estimation of the working salesman. In addition, in the one-way trip needed by the company, more customers who have not yet been visited can be added by looking at the vehicle's capacity. Based on these problems, this research was made using Clarke and Wright Saving Heuristic methods to calculate travel savings so that it can produce the shortest distribution route and minimum distribution cost. Results Processing data using the Clarke And Wright Saving Heuristic method obtained as many as 4 distribution routes. With a total distance of 162.3 km and a total distribution cost required of Rp. 10,851,750, - in 6 months (July 2019 - December 2019). Total savings from the start of the company amounted to 16.9% for mileage and by 21.5% for distribution costs.

Keywords: *Clarke And Wright Saving Heuristic, Distribution Cost, Distribution Routes*

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman saat ini, perkembangan industri menyebabkan pelaku industri harus meningkatkan kualitas mereka salah satunya melalui pengoptimalan pendistribusian produk kepada konsumen. Distribusi merupakan aktivitas pergerakan barang dan jasa dari pemasok hingga konsumen akhir melalui *distribution channel* (Martono, 2015). Perusahaan yang bergerak dibidang industri harus dapat mengefektifkan penggunaan jalur distribusi dalam menghemat pengeluaran biaya transportasi. Dengan menentukan rute distribusi secara optimal dapat membantu perusahaan dalam menangani biaya transportasi (Abadi et al, 2013).

Koperasi ABC Bojonegoro adalah organisasi ekonomi yang dikelola secara kekeluargaan yang berguna dalam meningkatkan kesejahteraan anggota-anggotanya. Di bagian distributor, koperasi ABC melayani pendistribusian produk seperti bahan makanan, minuman dan tissue. Koperasi ABC memiliki sasaran distribusinya meliputi minimarket, swalayan dan pasar yang menyebar di wilayah Bojonegoro. Permasalahan yang dihadapi oleh Koperasi ABC adalah perusahaan sudah memiliki rute pendistribusian sendiri yang dilakukan berdasarkan pengalaman dan perkiraan salesman yang bekerja. Selain itu dalam rute satu perjalanan yang dimiliki perusahaan seharusnya masih bisa dimasukkan lagi pelanggan yang belum didatangi dengan melihat kapasitas kendaraan. Dengan mengoptimalkan kapasitas kendaraan angkut maka akan memaksimalkan pengangkutan produk sehingga mengurangi jarak tempuh yang dilakukan kendaraan dan juga meminimasi biaya distribusi

Permasalahan distribusi melibatkan beberapa pertimbangan. Meliputi rute kendaraan, jenis kendaraan angkut dan penjadwalan angkut. Permasalahan ini kemudian dikenal dengan *vehicle routing problem* (Bodin et al, 1983 dalam Eminugroho dan Lestari, 2014). *Vehicle routing problem* (VRP) sendiri dapat berfungsi untuk menyelesaikan persoalan dimana keadaan pengiriman memiliki banyak titik dan dilakukan secara kontinyu pada suatu area (Sianipar et al, 2017). Metode *Clarke and Wright Saving Heuristic* adalah metode mencari lokasi pelanggan selanjutnya dengan memperhitungkan penghematan jarak yang muncul dari penggabungan dua pelanggan atau lebih ke dalam sebuah rute. Metode ini juga digunakan untuk menentukan rute yang harus ditempuh dengan memperhatikan kapasitas kendaraan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Distribusi

Distribusi merupakan aktivitas pergerakan barang dan jasa dari pemasok hingga konsumen akhir melalui saluran distribusi. Keseluruhan kegiatan ini menghasilkan nilai tambah melalui: pengiriman barang ke lokasi tempat konsumen berada, pada waktu konsumen membutuhkannya, utilisasi alat, dan efisiensi biaya (Martono, 2015). Distribusi adalah suatu kegiatan untuk memindahkan produk dari pihak *supplier* ke pihak konsumen dalam suatu *supply chain*. Distribusi dalam kegiatan penyaluran produk maupun jasa harus sesuai dengan sumber daya dan kemampuan yang dimiliki dalam sebuah perusahaan untuk mencapai ukuran ekonomis yang diharapkan sebuah perusahaan. Dengan demikian, distribusi memegang peranan penting dalam kehidupan sehari-hari. Proses distribusi yang efektif dan efisien menjadi salah satu faktor untuk mencapai kepuasan pelanggan. Semakin tingginya tingkat persaingan dalam dunia industri, menuntut perusahaan untuk membuat strategi-strategi distribusi yang lebih baik (Chopra, 2010).

David A.Revzan dalam bukunya berjudul *Marketing Organization Through the Channel* mengartikan bahwa saluran distribusi merupakan suatu alur dari arus yang dilalui barang-barang dari produsen kepada perantara sampai akhirnya sampai kepada konsumen sebagai pemakai. Sementara *American Marketing Association* (AMA) mendefinisikan bahwa saluran distribusi merupakan suatu struktur organisasi dari perusahaan, baik dari

dalam perusahaan maupun dari luar perusahaan yang terdiri dari pedagang besar/distributor, agen, dan pengecer (Suryanto,2016).

Menurut Menurut Swastha (1999) dalam Suryanto (2016), dalam pelaksanaan operasional pendistribusian, produsen memiliki mitra dalam hal pendistribusian yang dikenal sebagai distributor. Ada tiga fungsi yang dilakukan oleh mitra/distributor. Pertama, Fungsi pertukaran ini memerlukan adanya kegiatan transaksi antara dua pihak atau lebih, baik kegiatan transaksi yang dilakukan pihak mitra/distributor dengan pihak pelanggan maupun produsen. Kedua, Fungsi penyedia fisik terjadi setelah adanya proses distribusi, yakni perpindahan produk atau jasa dari produsen melalui mitra/distributor ke konsumen akhir. Dan ketiga, Fungsi penunjang memiliki peranan membantu pelaksanaan fungsi lainnya.

B. Transportasi

Transportasi adalah pemindahan manusia atau barang dari satu tempat ke tempat lainnya dalam waktu tertentu dengan menggunakan sebuah kendaraan yang digerakkan oleh manusia, hewan, maupun mesin.(Martono, 2018). Menurut Zaroni (2017), transportasi berperan penting dalam manajemen rantai pasok. Dalam konteks rantai pasok, transportasi berperan penting karena sangatlah jarang suatu produk diproduksi dan dikonsumsi dalam satu lokasi yang sama. Strategi rantai pasok yang diimplementasikan dengan sukses memerlukan pengelolaan transportasi yang tepat.

C. Logistik

Manajemen logistik adalah ilmu pengetahuan dan atau seni serta proses mengenai perencanaan dan penentuan kebutuhan pengadaan, penyimpanan, penyaluran dan pemeliharaan serta penghapusan material/alat-alat, sehingga manajemen logistik mampu menjawab tujuan dan bagaimana cara mencapai tujuan dengan ketersediaan bahan logistik setiap saat bila dibutuhkan dan dipergunakan secara efisien dan efektif. (Saleh, 2016)

D. Vehicle Routing Problem (VRP)

Vehicle Routing Problem adalah permasalahan penentuan rute pengiriman distribusi yang melibatkan sekumpulan rute alat angkut yang berpusat pada suatu depot atau lebih untuk melayani pelanggan yang tersebar diberbagai wilayah pengiriman dengan permintaannya masing-masing (Irman et al, 2017). Depot merupakan tempat alat angkut memulai dan mengakhiri perjalanan pendistribusian barang atau jasa. Selain itu, setiap pelanggan dikunjungi tepat satu kali. VRP ini memegang peranan penting pada manajemen distribusi dan telah menjadi salah satu permasalahan dalam optimalisasi kombinasi contohnya yaitu penentuan rute kendaraan yang memberikan total biaya minimum (Arvianto et al, 2018). Menurut Toth dan Vigo, 2002 dalam Rupiah, 2016 terdapat beberapa komponen dalam VRP. Komponen-komponen VRP antara lain yaitu Jaringan Jalan, Konsumen, Depot dan Kendaraan.

Berikut ini adalah karakteristik dari permasalahan dalam VRP yaitu :

1. Perjalanan kendaraan berawal dan berakhir dari dan ke depot awal.
2. Ada sejumlah tempat yang semuanya harus dikunjungi dan dipenuhi permintaannya tepat satu kali.
3. Jika kapasitas kendaraan sudah terpakai dan tidak dapat melayani tempat berikutnya, kendaraan dapat kembali ke depot untuk memenuhi kapasitas kendaraan dan melayani tempat berikutnya

Tujuan umum VRP, yaitu:

1. Meminimumkan biaya transportasi global, terkait dengan jarak dan biaya tetap yang berhubungan dengan kendaraan
2. Menyeimbangkan rute, untuk waktu perjalanan dan muatan kendaraan.
3. Meminimumkan biaya pinalti akibat ketidakpuasan dari pelanggan misalnya, kedatangan barang tidak tepat waktu.

Menurut Suprayogi (2003) yang dikutip dalam Rohandi (2014), ada beberapa contoh variasi dari VRP, antara lain :

1. VRP *with multiple trips* : satu kendaraan dapat melakukan lebih dari satu rute untuk memenuhi kebutuhan pelanggan.
2. VRP *with time window* : setiap pelanggan mempunyai rentang waktu pelayanan yaitu pelayanan harus dilakukan pada rentang *time window* masing-masing pelanggan.
3. VRP *with split deliveries* : setiap pelanggan boleh dikunjungi lebih dari satu kendaraan.
4. VRP *with multiple products* : permintaan pelanggan lebih dari satu produk. Pada umumnya, VRP bentuk ini juga melibatkan kendaraan dengan *multi-compartments*.
5. *Periodic* VRP : adanya *horizon* perencanaan yang berlaku untuk satuan waktu tertentu.
6. VRP *with delivery dan pick up* : terdapat sejumlah barang yang perlu dipindahkan dari lokasi penjemputan tertentu ke lokasi pengiriman lainnya.
7. VRP *with multiple depots* : depot awal untuk melayani pelanggan lebih dari satu.
8. VRP *with heterogeneous fleet of vehicle* : kapasitas kendaraan antara kendaraan satu dengan kendaraan lain. Jumlah dan tipe kendaraan diketahui.
9. *Stochastic* VRP : memiliki unsur random misalnya permintaan pelanggan yang tidak pasti dan waktu perjalanan.
10. *Dynamic* VRP : pelanggan baru dapat disisipkan pada perencanaan rute selanjutnya.

E. Clarke And Wright Saving Heuristic

Pada tahun 1964, *Clarke and Wright* mempublikasikan sebuah algoritma sebagai solusi permasalahan dari berbagai rute kendaraan, yang sering disebut sebagai permasalahan klasik dari *the classical vehicle routing problem* atau rute kendaraan (Nusmesse et al, 2016). *Clarke and Wright Saving Heuristic* tergolong dalam *construction method*, yaitu metode yang secara berangsur-angsur (bertahap) memasukan setiap pelanggannya ke dalam suatu rute. Metode ini berdasarkan pada prinsip penghematan (*savingan*) untuk dimasukkan ke dalam rute.

Formulasi dari algoritma *clarke and wright* yaitu sejumlah kendaraan K dengan kapasitas Q dan jumlah permintaan q_i untuk didistribusikan ke beberapa titik v_j ($j = 1,2,\dots,m$) berawal dari depot, dengan jarak antar node C_{ij} , diantara beberapa titik diharuskan memenuhi yang terdekat untuk meminimalkan total jarak yang di tempuh kendaraan. (Wahyu et al, 2018) Kelebihan dari metode *clarke and wright saving heuristic* ini terletak pada kemudahan untuk dimodifikasi jika terdapat batasan waktu pengiriman, kapasitas kendaraan, jumlah kendaraan, dan batasan lain yang memberikan solusi yang lebih baik (Fuadi et al, 2018)

Clarke And Wright Saving Heuristic melakukan perhitungan penghematan yang diukur dari seberapa banyak dapat dilakukan pengurangan jarak tempuh dan waktu yang digunakan dengan mengaitkan *node* yang ada dan menjadikannya sebuah rute berdasarkan nilai *saving* yang terbesar yaitu jarak tempuh antara *source node* dan *node* tujuan. Tujuannya adalah untuk meminimalkan total biaya distribusi untuk melayani semua konsumen dalam satu hari pengiriman. Pada awalnya, diasumsikan bahwa setiap titik permintaan dipenuhi secara individual oleh suatu kendaraan yang terpisah. Sebagai gambaran, misal terdapat dua *node* i dan j membentuk rute distribusi tersendiri dan dilayani kendaraan yang berbeda. Jika digunakan satu kendaraan sebagai pengganti dua kendaraan untuk melayani *node* i dan j , maka akan diperoleh penghematan S_{ij} berupa jarak tempuh. Dalam hal ini, *node* i dan j membentuk rute dan dilayani oleh kendaraan yang sama.

Keterangan :

i, j = Pelanggan i , pelanggan j

0 = Depot

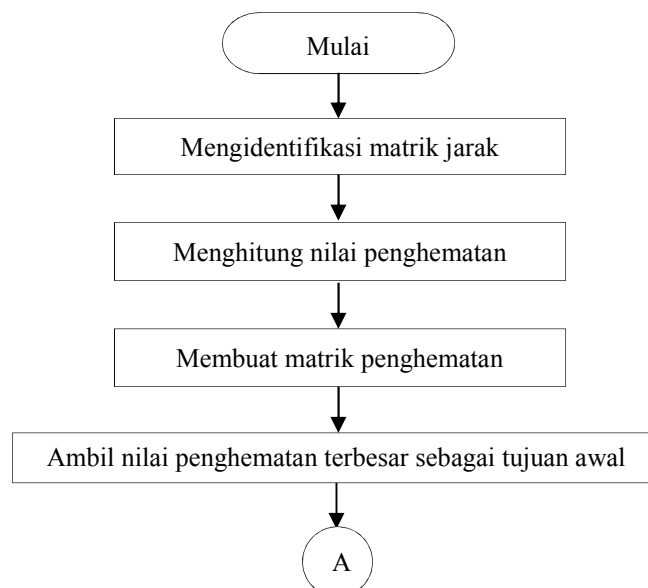
Proses pengerjaan dari metode *Clarke and Wright Savings Heuristic* adalah sebagai berikut :

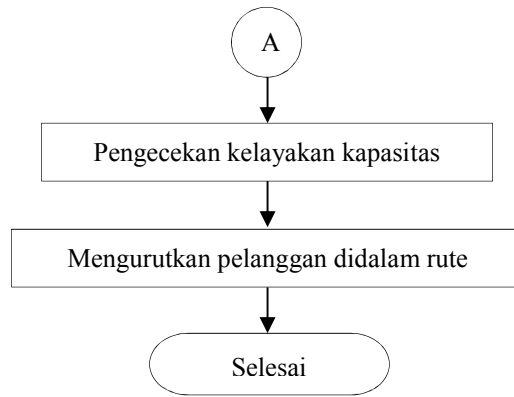
1. Mengidentifikasi matriks jarak
 Dalam tahap ini dilakukan proses identifikasi matriks jarak, matriks jarak yang dimaksud adalah matriks jarak antara depot dengan node dan jarak antar node.
2. Mengidentifikasi *saving matriks*
Saving matriks mempresentasikan penghematan apabila suatu kendaraan mengunjungi beberapa lokasi secara bersamaan dibandingkan dengan mengunjungi satu persatu lokasi. *Saving matriks* $S(x,y)$ merupakan pengkombinasian waktu yang ditempuh kendaraan dalam melakukan perjalanan dari pabrik ke konsumen x , kemudian kembali lagi ke pabrik dan perjalanan dari pabrik ke konsumen y , kemudian kembali lagi ke pabrik, menjadi perjalanan dari pabrik ke konsumen x kemudian ke konsumen y , dan akhirnya kembali lagi ke pabrik. Nilai dari *saving matriks* tersebut, dapat dirumuskan menggunakan persamaan (1) sebagai berikut:

$$S(x,y) = D(DC,x) + D(x,y) - D(x,y) \quad (1)$$
 Dimana :
 $S(x,y)$ = Nilai *saving matriks* dari konsumen x ke konsumen y
 $D(DC,x)$ = Jarak dari pabrik (*distribution center*) ke konsumen x
 $D(DC,y)$ = Jarak dari pabrik (*distribution center*) ke konsumen y
 $D(x,y)$ = Jarak dari konsumen x ke konsumen y
3. Membagi konsumen dalam rute perjalanan kendaraan
 Pada tahapan ini, dilakukan pembagian konsumen ke dalam rute suatu kendaraan, dengan mempertimbangkan permintaan konsumen dan kapasitas kendaraan yang digunakan. Sebuah rute dikatakan *feasible* apabila jumlah dari permintaan total dari semua konsumen tidak melebihi kapasitas kendaraan. Prosedur yang digunakan dalam penentuan konsumen dalam sebuah rute, yaitu dengan pembagian konsumen berdasarkan nilai *saving* terbesar. Prosedur ini dilakukan berulang hingga semua konsumen telah teralokasi dalam rute yang ada.
4. Mengurutkan konsumen didalam rute perjalanan
 Tahap ini merupakan tahap akhir dari *Clarke and Wright Savings Heuristic*. Tujuan dari tahap ini adalah mengurutkan kunjungan dari kendaraan ke setiap konsumen yang sudah dikelompokkan dalam suatu rute perjalanan agar diperoleh jarak minimal. Beberapa cara yang dapat digunakan untuk pengurutan kunjungan adalah dengan prosedur *Farthest Insert*, *Nearest Neighbour* dan *Nearest Insert*.

III. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Clarke and Wright Savings Heuristic*. Berikut *flowchart* metode *Clarke and Wright Savings Heuristic*:





Gambar 1 Flowchart Metode Clarke And Wright Savings Heuristic

Pembahasan *flowchart* sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi matrik jarak
Mengidentifikasi jarak pelanggan dengan perusahaan dan jarak antar pelanggan lalu dibuat tabel matrik
2. Menghitung nilai penghematan
Setelah diketahui tabel matrik jarak lalu mencari nilai penghematan (*saving matrik*) dengan menghitung nilai penghematan menggunakan persamaan (1)
3. Membuat matrik penghematan
Setelah didapatkan nilai penghematan antar pelanggan lalu nilai penghematan tersebut dimasukkan pada tabel matrik
4. Ambil nilai penghematan terbesar sebagai tujuan awal
Dari tabel matrik penghematan dipilih nilai penghematan terbesar lalu diketahui pasangan pelanggan untuk membentuk rute
5. Pengecekan kelayakan kapasitas
Setiap rute yang terbentuk dicek kelayakan kapasitasnya. Kapasitas yang akan diangkut tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan
6. Mengurutkan pelanggan didalam rute
Semua pelanggan sudah masuk pada rute kemudian diurutkan dengan menggunakan *nearest neighbor*

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan penelitian langsung dan peninjauan data historis perusahaan. Data-data yang dikumpulkan yaitu: rute distribusi awal, lokasi pelanggan, kapasitas kendaraan angkut, biaya distribusi, permintaan produk, ukuran produk, jarak tempuh, waktu tempuh dan waktu *loading unloading*. Selanjutnya setelah data-data sudah terkumpul, maka dilakukan pengolahan data. Berikut adalah data rute awal distribusi perusahaan, dapat dilihat pada tabel berikut.

TABEL I
DATA RUTE AWAL DISTRIBUSI PERUSAHAAN

Rute	Tujuan	Jarak Tempuh (Km)
1	X - I - H - X	57,6
2	X - R - S - X	31,3
3	X - D - F - K - X	6,5
4	X - B - M - L - X	25,1
5	X - E - P - G - A - Q - X	22,4
6	X - C - J - O - X	52,4

Berikut table matrik data jarak perusahaan dengan pelanggan dan antar pelanggan:

TABEL II
Matrik Jarak

Dari/Ke	X	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	O	P	Q	R	S
X	0																		
A	3,2	0																	
B	6,7	8,8	0																
C	1,4	3,2	6,7	0															
D	0,6	3,1	6,6	1,4	0														
E	1,8	1,4	7,5	3,2	1,8	0													
F	2,7	3,2	6,3	3,7	4,7	1,9	0												
G	1,8	2,3	8	1,6	1,7	2,4	4,1	0											
H	22	23	24	21	22	24	25	25	0										
I	26	27	28	25	26	28	28	29	9,6	0									
J	14	15	16	15	14	16	16	17	9,1	12	0								
K	2,9	3,4	6,3	4	3	2,1	0,3	3,9	25	29	17	0							
L	7,9	11	2,2	8	7,8	9	8,6	9,7	26	29	18	9	0						
M	12	15	8,3	12	12	14	13	14	30	34	22	13	4,2	0					
O	21	22	21	20	21	23	23	24	25	29	17	24	16	16	0				
P	2,9	2,2	8,3	4,1	2,9	4	2	4,7	25	29	17	2	11	15	24	0			
Q	6,4	9,2	8,3	4,9	6,3	8,2	8,6	8,8	16	20	7,8	9	10	14	16,3	9,4	0		
R	16	18	16	17	15	16	15	17	37	41	29	16	20	23	37	17	21	0	
S	11	13	12	12	11	12	11	13	33	37	25	11	16	18	33	13	17	4,3	0

Berikut table matrik data waktu koperasi dengan pelanggan dan antar pelanggan:

TABEL III
Matrik Waktu Tempuh

Dari/Ke	X	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	O	P	Q	R	S
X	0																		
A	7	0																	
B	15	18	0																
C	4	6	15	0															
D	2	8	13	3	0														
E	5	3	15	5	4	0													
F	6	8	11	9	9	6	0												
G	5	5	17	4	4	7	10	0											
H	37	39	45	33	37	40	42	42	0										
I	38	40	47	36	40	44	46	45	25	0									
J	20	25	32	23	24	28	29	29	15	16	0								
K	10	11	12	10	8	7	3	11	44	48	30	0							
L	18	22	4	16	16	20	17	23	48	53	34	19	0						
M	24	29	16	24	23	26	23	30	53	58	41	24	7	0					
O	39	41	38	36	40	44	46	46	47	51	34	48	32	20	0				
P	6	5	16	10	7	9	5	7	42	46	29	5	22	25	44	0			
Q	10	15	19	7	11	15	17	16	26	30	13	15	21	27	28	16	0		
R	23	28	21	25	24	26	24	30	58	62	45	24	26	29	56	27	33	0	
S	18	23	16	21	19	21	18	25	53	57	40	19	21	24	52	22	28	5	0

Berikut table waktu *loading* dan *unloading* setiap pelanggan :

TABEL IV
Waktu Loading dan Unloading

Pelanggan	Loading (menit)	Unloading (menit)	Pelanggan	Loading (menit)	Unloading (menit)
Toserba Ngampel (A)	2	3	Pasar Sumberrejo (J)	23	29
Toserba Ngumpak (B)	2	2	Pasar Bojonegoro (K)	27	35
Toserba Kalianyar (C)	2	2	Pasar Mojoranu (L)	13	17
Toserba Basuki Rahmad (D)	2	3	Pasar Dander (M)	20	25
Bravo (E)	11	13	Pasar Sugihwaras (O)	24	31
Samudra (F)	8	10	Pasar Banjarjo (P)	18	23
Kds (G)	8	10	Pasar Kapas (Q)	23	29
Pasar Kanor (H)	13	17	Pasar Kalitidu (R)	22	28
Pasar Baureno (I)	20	26	Pasar Pumpungan (S)	15	19

Koperasi ABC Bojonegoro mendistribusikan 5 jenis produk pada setiap melakukan pengiriman. Produknya yaitu bio miwon 40gr (a), fruittea 230ml (b), mamasuka Tp. krispi 180gr (c), tissu montiss 250sheets' dus (d) dan tissu montiss 250sheets' piece (e). Berikut adalah data permintaan persekali pengiriman, yang dapat dilihat pada tabel berikut.

TABEL V
DATA PERMINTAAN JULI 2019 – DESEMBER 2019

Pelanggan	Permintaan									
	a		b		c		d		e	
Toserba Ngampel (A)	47	Dus	104	Dus	26	Dus	-		648	piece
Toserba Ngumpak (B)	26	Dus	80	Dus	32	Dus	-		630	piece
Toserba Kalianyar (C)	33	Dus	78	Dus	26	Dus	-		595	piece
Toserba Basuki Rahmad (D)	52	Dus	104	Dus	35	Dus	-		648	piece
Bravo (E)	208	Dus	416	Dus	208	Dus	130	Dus	-	
Samudra (F)	156	Dus	416	Dus	156	Dus	104	Dus	-	
Kds (G)	130	Dus	416	Dus	130	Dus	104	Dus	-	
Pasar Kanor (H)	364	Dus	546	Dus	286	Dus	182	Dus	-	
Pasar Baureno (I)	494	Dus	910	Dus	442	Dus	260	Dus	-	
Pasar Sumberrejo (J)	572	Dus	988	Dus	520	Dus	312	Dus	-	
Pasar Bojonegoro (K)	494	Dus	936	Dus	416	Dus	338	Dus	-	
Pasar Mojoranu (L)	364	Dus	416	Dus	312	Dus	182	Dus	-	
Pasar Dander (M)	338	Dus	650	Dus	260	Dus	130	Dus	-	
Pasar Sugihwaras (O)	520	Dus	910	Dus	468	Dus	312	Dus	-	
Pasar Banjarjo (P)	260	Dus	676	Dus	260	Dus	130	Dus	-	
Pasar Kapas (Q)	390	Dus	572	Dus	312	Dus	182	Dus	-	
Pasar Kalitidu (R)	572	Dus	962	Dus	494	Dus	390	Dus	-	
Pasar Pumpungan (S)	520	Dus	884	Dus	416	Dus	286	Dus	-	

Produk yang didistribusikan adalah produk yang bervariasi sehingga diperlukan konversi dari satuan dus atau piece ke ukuran volume dan berat. Berikut table ukuran volume dan berat setiap produk :

TABEL VI
UKURAN VOLUME DAN BERAT PRODUK

Produk	Volume	Berat
a (dus)	39 cm x 27 cm x 28 cm = 29484 cm ³	9,6 kg
b (dus)	32 cm x 18 cm x 16 cm = 9216 cm ³	5,52 kg
c (dus)	36 cm x 20 cm x 27 cm = 19440 cm ³	7,2 kg
d (dus)	38 cm x 40 cm x 54 cm = 82080 cm ³	12 kg
e (piece)	19 cm x 7,5 cm x 9 cm = 1282,5 cm ³	0,25 kg

Berikut data ukuran armada yang digunakan dalam pendistribusian produk:

TABEL VII
UKURAN VOLUME DAN BERAT PRODUK

Jenis Kendaraan	Jumlah	Ukuran	Kapasitas Kendaraan
Truk <i>diesel</i> engkel	2	Volume dalam box Berat	324,6 cm x 172 cm x 175 cm = 9770460 cm ³ 1980 Kg

Berikut table biaya yang digunakan dalam ditribusi :

TABEL VIII
TABEL BIAYA DISTRIBUSI

No.	Jenis Biaya	Jumlah
1	Biaya Bahan Bakar solar	Rp. 5.150,-/liter
2	Biaya retribusi	-parkir Rp. 5000,- -uang makan 2x@20.000,-

B. Pengolahan Data

Setelah diketahui data-data yang dibutuhkan maka di peroleh hasil rekapitulasi rute awal perusahaan dapat dilihat pada Tabel berikut.

TABEL IX
HASIL REKAPITULASI RUTE AWAL PERUSAHAAN

	Rute	Jarak (Km)	Waktu (menit)	Biaya
I	X - I - H - X	57,6	176	Rp. 2.842.528,-
II	X - R - S - X	31,3	111	Rp. 2.138.214,-
III	X - D - F - K - X	6,5	125	Rp. 1.604.070,-
IV	X - B - M - L - X	25,1	116	Rp. 2.118.246,-
V	X - E - P - G - A - Q - X	22,4	196	Rp. 2.289.872,-
VI	X - C - J - O - X	52,4	149	Rp. 2.833.272,-
	Total	195,3	874	Rp.13.826.202

Tahap pengolahan data dengan metode *Clarke and wright saving heuristic* yaitu dari matrik jarak yang sudah diketahui lalu dicari matrik penghematan jaraknya. Berikut table matrik penghematan jarak (*saving matrik*):

TABEL X
TABEL SAVING MATRIK

Dari/Ke	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	O	P	Q	R	S
A	0																	
B	1,1	0																
C	1,4	1,4	0															
D	0,7	0,7	0,6	0														
E	3,6	1	0	0,6	0													
F	2,7	3,1	0,4	-1,4	2,6	0												
G	2,7	0,5	1,6	0,7	1,2	0,4	0											
H	2,2	4,7	2,4	0,6	-0,2	-0,3	-1,2	0										
I	2,2	4,7	2,4	0,6	-0,2	0,7	-1,2	38,4	0									
J	2,2	4,7	-1,6	0,6	-0,2	0,7	-1,2	26,9	28	0								
K	2,7	3,3	0,3	0,5	2,6	5,3	0,8	-0,1	-0,1	-0,1	0							
L	0,1	12,4	1,3	0,7	2	0	3,9	4,9	3,9	1,8	0							
M	0,2	6,4	1,4	0,6	-0,2	1,7	-0,2	4	4	4	1,9	15,7	0					
O	2,2	6,7	2,4	0,6	-0,2	0,7	-1,2	18	18	18	-0,1	12,9	17	0				
P	3,9	1,3	0,2	0,6	2,7	3,6	2	-0,1	-0,1	-0,1	3,8	-0,2	-0,1	-0,1	0			
Q	2,4	4,8	2,9	0,7	0	0,5	-0,6	12,4	12,4	12,6	0,3	4,3	4,4	11,1	-0,1	0		
R	1,2	6,7	0,4	1,6	1,8	3,7	0,8	1	1	1	2,9	3,9	5	0	1,9	1,4	0	
S	1,2	5,7	0,4	0,6	0,8	2,7	-0,2	0	0	0	2,9	2,9	5	-1	0,9	0,4	22,7	0

Selanjutnya pengelompokkan rute berdasarkan nilai penghematan, diperoleh dari node gabungan hasil iterasi matriks penghematan. Dari iterasi matriks penghematan yang telah dilakukan, diperoleh rute pendistribusian produk dengan jarak optimal. Pembentukan setiap rute juga dengan memperhatikan kapasitas angkut truk baik dari kapasitas volume maupun kapasitas berat. Setelah mendapat rute dengan metode usulan *Clarke and Wright Saving Heuristic* selanjutnya mengurutkan konsumen didalam rute perjalanan dengan *Nearest Neighbour* yaitu memilih konsumen yang paling dekat dengan konsumen pertama yang sudah dikunjungi.

Berikut rute pendistribusian produk yang dihasilkan:

TABEL XI
RUTE METODE USULAN

Rute	Tujuan	Jarak Tempuh (Km)
1	X - J - H - I - X	58,7 km
2	X - S - R - X	31,3 km
3	X - Q - B - L - M - O - X	58,1 km
4	X - D - C - G - A - E - F - K - P - X	14,4 km

Berikut hasil rekapitulasi rute dengan metode usulan *Clarke and Wright Saving Heuristic* dapat dilihat pada Tabel berikut.

TABEL XII
HASIL REKAPITULASI RUTE DENGAN METODE USULAN

	Rute	Jarak (Km)	Waktu (menit)	Biaya
I	X - J - H - I - X	58,7 km	207	Rp. 3.001.986,-
II	X - S - R - X	31,3 km	129	Rp. 2.138.214,-
III	X - Q - B - L - M - O - X	58,1 km	285	Rp. 3.245.918,-
IV	X - D - C - G - A - E - F - K - P - X	14,4 km	208	Rp. 2.465.632,-
	Total	162,3 km	829	Rp. 10.851.750,-

Selanjutnya membandingkan total jarak tempuh, total waktu dan total biaya distribusi yang dimiliki perusahaan dengan menggunakan metode usulan yaitu *Clarke And Wright Saving Heuristic*. Apabila metode *Clarke And Wright Saving Heuristic* memiliki total biaya distribusi lebih kecil dibandingkan dengan metode perusahaan, maka metode usulan dapat diterapkan pada perusahaan tersebut.

Berikut adalah data perbandingan total jarak tempuh, total waktu dan total biaya distribusi rute awal perusahaan dan metode usulan, yang dapat dilihat pada tabel berikut ini.

TABEL XIII
PERBANDINGAN RUTE AWAL PERUSAHAAN DENGAN RUTE METODE USULAN

Rute	Jarak Tempuh (Km)	Waktu distribusi (Menit)	Biaya distribusi
Awal perusahaan	195,3	874	Rp.13.826.202
Metode <i>Clarke and Wright Saving heuristic</i>	162,3	829	Rp. 10.851.750,-
Selisih	33	45	Rp. 2.974.542,-
Persentase Penghematan	16,9 %	5,2 %	21,5 %

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data, rute pendistribusian terpendek menggunakan pengolahan metode *Clarke and Wright Saving Heuristic*. I : X - J - H - I - X, rute II : X - S - R - X, rute III : X - Q - B - L - M - O - X, rute IV : X - D - C - G - A - E - F - K - P - X. Dengan total jarak tempuh sebesar 162,3 km dan total biaya distribusi yang dibutuhkan sebesar Rp. 2.974.542,- dalam 6 bulan (bulan juli 2019 – desember 2019). Serta persentasi penghematan jarak tempuk sebesar 16,9%, dan persentasi penghematan biaya distribusi sebesar 21,5 %. Jadi, metode *Clarke and Wright Saving Heuristic* dapat diterapkan dalam penentuan rute optimal dalam pendistribusian, sehingga dapat menghasilkan biaya distribusi yang minimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, chairul., Susy S., dan Hari S. 2014. "Penentuan rute kendaraan distribusi produk roti menggunakan metode *nearest neighbor* dan metode *sequential insertion*". Institut teknologi nasional. Bandung.
- Arvianto, A., Nartadhi, R.L., Sari, D.P., Budiawan, W. 2018. "Penerapan Simulasi Dan Reabilitas Pada Model *Vehicle Routing Problem (VRP)* Dengan Permintaan Probabilistik". Jurnal Program Studi Teknik Industri. Jurusan Teknik Industri. Universitas Diponegoro.
- Chopra, Sunil dan Meindl, Peter. 2010. "*Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operations*". New Jersey: Prentice Hall.
- Fuadi, A.S dan Darminto Pujotomo. 2018. "Penyelesaian *vehicle routing problem* menggunakan metode *clarke and wright saving heuristic*". Universitas Diponegoro. Semarang.
- Irman, Ade., Ekawati, Ratna dan Febriana, Nuzulia. 2017. "Optimalisasi Rute Distribusi Air Minum *Quelle* dengan Algoritma *Clarke & Wright Saving* dan Model *Vehicle Routing Problem*". Hal: 1-7.
- Lestari, Dwi dan Eminugroro. 2014. "Optimasi Sistem Pengangkutan Sampah Di Kota Yogyakarta dengan Model *Vehicle Routing Problem* Menggunakan Algoritma *Sequential Insertion*".
- Martono, ricky. 2015. "Manajemen logistik terintegrasi". Jakarta pusat. Penerbit PPM.
- Martono, ricky virona. 2018. "Manajemen logistik". Jakarta. PT gramedia pustaka utama.
- Meilani, Difana dan Iswara, Arefa. 2018. "Aplikasi Penentuan Rute Distribusi LPG 3 Kg". Universitas Andalas. Padang.
- Nusmesse, Pius., Rahawarin dan Paillin. 2016. "Usulan Penentuan Rute Dalam Pendistribusian BBM Bersubsidi (Premium) Pada PT Pertamina TBBM Wayame Ambon Ke SPBU Di Pulau Ambon Dengan Pendekatan *Vehicle Routing Problem*". Vol 10. No 1. Hal 1-13.

- Paillin, D.B dan wattimena, elron. 2015. "Penerapan Algoritma *Sequential Insertion* Dalam Pendistribusian Bbm Di Kawasan Timur Indonesia (Studi Kasus Pada Pt. Pertamina UPMS VIII Terminal Transit Wayame-Ambon)". Universitas pattimura ambon. Ambon.
- Raharjo, Hantono., Enny A., dan Dira E. 2015. "Minimasi Biaya Distribusi Kayu Dengan Metode *Clarke And Wright Saving Heuristic* (Di CV. Sumber Jaya Gresik)". Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa timur. Surabaya.
- Rohandi, Satria Megantara., Imran, Arif dan Prasetyo, Hendro. 2014. "Penentuan Rute Distribusi Produk Obat Menggunakan Metode *Sequential Insertion* dan *Clarke And Wright Savings*". Vol 02. Hal: 34-45.
- Rupiah, Siti. 2016. "Efektivitas Algoritma *Clarke-Wright* Dan *Sequential Insertion* Dalam Penentuan Rute Pendistribusian Tabung Gas Lpg". Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Saleh, Sirajuddin. 2016. "Administrasi perbekalan/logistik". Bandung. Pustaka ramadhan.
- Sianipar, Mariana. 2017. "Penentuan Rute Kendaraan Menggunakan Metode *Clarke And Wright Saving Heuristic* (studi kasus: PT. Sina Sosro)". Universitas sebelas maret. Surakarta.
- Suprayogi Dan Mahmudy, WF. 2014. "Penerapan Algoritma Genetika *Traveling Salesman Problem With Time Windows* Studi Kasus Rute Antar Jemput *Laundry*". Jurnal Buana Informatika. Volume. 6, Nomor 2, pp. 121-130.
- Suryanto, Mikael Hang. 2016. "Sistem Operasional Manajemen Distribusi". Jakarta. Pt Grasindo.
- Syahrie H, Rizal Zamah. 2019. "Usulan rute distribusi produk dengan menggunakan metode algoritma *clarke and wright savings* untuk meminimumkan biaya dsitribusi pasa IKM Nugraha di kecamatan Cihaurbeuti". Universitas Galuh Ciamis. Ciamis.
- Wahyu J, Rina., Didi S, dan Akmal S. 2018. "Penentuan Distribusi Produk Gas Untuk Meminimumkan Biaya Distribusi Dengan Metode *Clarke And Wright Saving* Di Cv. Surya Inti Gas". UPN "Veteran" Jawa Timur. Surabaya.
- Zaroni. 2017. "*Logistics and Supply Chain*". Jakarta: Prasetya Mulya Publishing.