

Penentuan Rute Terpendek Guna Menentukan Penjadwalan Distribusi Kertas Kemasan Menggunakan Metode Cheapest Insertion Heuristic (CIH) Algoritma Dan Distribution Requirement Planning (DRP)

Achmad Habibil Musthofa^{1*}, Pipit Sari Puspitorini^{2#}, Imaduddin Bahtiar Efendi³

Abstract. *Distribution planning is closely related to determining the exact route of order fulfillment for customer satisfaction and reducing operational cost. But, the problems of PT. Agyt Rinda Jaya are not doing optimal route calculation and not doing planning and scheduling in distribution process. So, order fulfillment to consumer is not on time and amount. In this study, calculation were carried out using CIH for determining the student route and DRP for distribution scheduling, optimal distribution frequency and cost. The results of this study are obtained two optional routes, namely Sidoarjo and Surabaya-Gresik areas, with distance efficiency of 34 km and 58 km for the first route and the second route for comparison of the first distance 131 km and 141 km to 97 km and 83 km. decrease in distribution frequency and cost of 52x to 43x with a total cost of Rp 212.452.333,25 to Rp 182.930.789,59 for the first route and the second route from 52x to 44x with a total cost of Rp 222.896.391,12 to Rp 130.791.829,12. So that the saving from both of those methods is equal to Rp 34.521.543,75 or 15,88% and Rp 72.414.083,39 or 35,64% for the first route and second route.*

Keywords: *Distribution, Cheapest Insertion Heuristic (CIH) Algorithm and Distribution Requirement Planning (DRP)*

Abstrak. *Perencanaan distribusi erat kaitannya dengan penentuan rute dan pemenuhan order secara tepat demi kepuasan pelanggan dan menekan biaya operasional. Namun, permasalahan yang dihadapi PT. Agyt Rinda Jaya ialah tidak melakukan perhitungan rute yang optimal serta tidak melakukan perencanaan dan penjadwalan dalam proses distribusi. Sehingga pemenuhan order konsumen tidak tepat waktu dan jumlah. Pada penelitian ini, dilakukan perhitungan menggunakan metode Cheapest Insertion Heuristic (CIH) Algoritma untuk menentukan rute terpendek dan Distribution Requirement Planning (DRP) untuk penjadwalan distribusi, frekuensi dan biaya distribusi yang optimal. Hasil dari penelitian ini, didapatkan 2 rute optimal yaitu wilayah Sidoarjo dan Surabaya-Gresik dengan efisiensi jarak sebesar 34 km dan 58 km untuk rute 1 dan rute 2 dari perbandingan jarak awal 131 km dan 141 km menjadi 97 km dan 83 km. Penurunan frekuensi dan biaya distribusi sebanyak 52x menjadi 43x dengan total cost sebesar Rp 212.452.333,25 menjadi Rp 182.930.789,50 untuk rute 1 dan untuk rute 2 dari 52x menjadi 44x dengan total cost sebesar Rp 222.896.391,12 menjadi Rp 130.791.829,12. Sehingga penghematan biaya dari kedua metode tersebut adalah sebesar Rp 34.521.543,75 atau 15,88% dan Rp 72.414.083,39 atau 35,64% untuk rute 1 dan rute 2.*

Kata kunci: *Distribusi, Cheapest Insertion Heuristic (CIH) Algoritma dan Distribution Requirement Planning (DRP).*

I. PENDAHULUAN¹

Distribusi merupakan suatu proses penyampaian barang atau jasa dari produsen ke konsumen, yang berhubungan dengan

pemenuhan kebutuhan konsumen agar konsumen dapat menerima barang yang tepat, dalam jumlah dan kondisi yang sesuai, serta pada waktu yang tepat (*right goods, right quantity, right condition at the right time*) (Karundeng et al., 2018). Menurut Achmad Rozy, strategi distribusi yang efektif dan optimal memiliki tiga faktor, antara lain: faktor pertama adalah area, yang berarti perlu pengetahuan tentang area distribusi agar distributor dapat bekerja di area distribusi secara optimal. Faktor kedua adalah persediaan, dimana perusahaan harus dapat melakukan manajemen persediaan sehingga dapat menghindari terjadinya *stock out* (kekurangan persediaan) atau *over stock*

¹ Universitas Islam Majapahit, Jl. Raya Jabon Km. 0,7 Mojokerto, 61364.

² Universitas Islam Majapahit, Jl. Raya Jabon Km. 0,7 Mojokerto, 61364.

³ Universitas Islam Majapahit, Jl. Raya Jabon Km. 0,7 Mojokerto, 61364.

* email: 51604090002@unim.ac.id

email: puspitorini_ie@unim.ac.id

(kelebihan persediaan) yang menimbulkan kerugian bagi perusahaan (Wicaksono et al., 2019). Faktor ketiga adalah transportasi dimana perusahaan perlu melakukan perencanaan penjadwalan (Febriantono et al., n.d.) secara efektif dan efisien. Efektifitas dan efisiensi pada pendistribusian produk sangat diperlukan oleh perusahaan untuk menjamin distribusi ke konsumen berjalan lancar (Suradi et al., 2019) guna menghindari adanya komplain pelanggan. Oleh karena itu, perusahaan dituntut untuk melakukan strategi guna mencapai tujuan yang diharapkan oleh perusahaan.

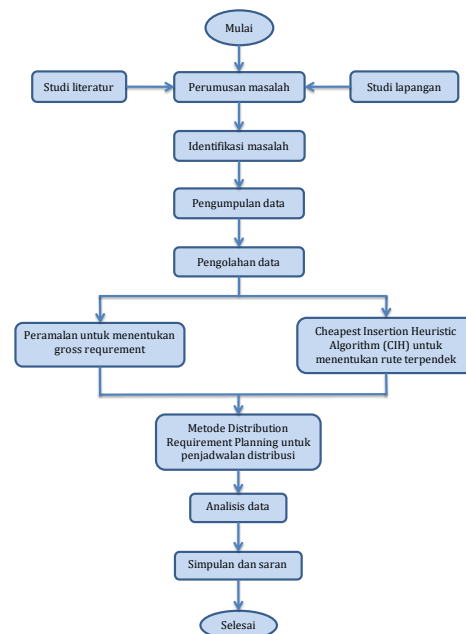
PT. Agyt Rinda Jaya adalah salah satu perusahaan yang bergerak pada bidang distributor kertas kemasan dan perusahaan utama yang dipercaya penuh sebagai distributor produk kertas kemasan ke berbagai kota besar di Jawa Timur seperti: Surabaya, Sidoarjo Gresik dan sekitarnya. Saat ini, PT. Agyt Rinda Jaya dihadapkan dengan berbagai permasalahan pada sistem distribusi diantaranya tidak memperhitungkan rute yang dilalui selama pendistribusian produk kertas kemasan, sehingga sering mengalami keterlambatan produk sampai ke tangan konsumen dan tingginya biaya distribusi yang harus dikeluarkan akibat frekuensi pengiriman yang tidak optimal dalam memenuhi permintaan konsumen dengan tujuan dan demand yang berbeda.

(Utomo et al., 2018) melakukan penelitian tentang *Travelling Salesmen Problem (TSP)* dalam pendistribusian Air minum menggunakan metode *Cheapest Insertion Heuristic (CIH) Algorithm* dengan tujuan mencari rute perjalanan semua kota dengan total bobot minimum. (Harsono & Putro, 2017) melakukan perencanaan dan penelitian tentang proses distribusi pengiriman produk pada CV. Gunakarya Mandiri yang menjadi distributor obat untuk penyamaan kulit menggunakan *DRP* untuk meminimalkan biaya perencanaan dan penjadwalan aktivitas distribusi produk. (Herdiani & Kustiawan, 2015) melakukan penelitian di PT. Duta Lestari Sentratama dengan permasalahan yakni kurangnya persediaan saat ada pesanan dan dalam pendistribusian barang yang mengakibatkan terjadinya kekurangan atau kelebihan persediaan dan mengalami kehilangan penjualan pada perusahaan dengan metode *Distribution Requirement Planning (DRP)* dengan tujuan untuk melakukan

penjadwalan aktivitas pendistribusian produk dengan harapan pemenuhan order pada konsumen dapat tepat waktu dan tepat jumlah.

Dengan merujuk pada penelitian tersebut, maka diperoleh strategi penyelesaian untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang dihadapi oleh PT. Agyt Rinda Jaya. Penelitian ini berfokus pada penyelesaian sistem distribusi dari perusahaan distributor ke konsumen dengan penentuan rute terpendek menggunakan metode *Cheapest Insertion Heuristic (CIH)* serta melakukan perencanaan dan penjadwalan distribusi produk dengan penerapan metode *Distribution Requirement Planning (DRP)* dengan tujuan mengoptimalkan rute distribusi, frekuensi pengiriman dan *distribution total cost*.

II. METODE PENELITIAN



Gambar 1. *Frame Work* Penelitian

Awal penelitian dimulai dari studi literatur untuk mengidentifikasi gap atau posisi penelitian dan penelitian terdahulu. Studi lapangan dilakukan dengan cara observasi dan wawancara secara langsung di PT. Agyt Rinda Jaya. Dari kegiatan tersebut didapatkan permasalahan perusahaan secara lebih detail dan dilakukan identifikasi permasalahan tersebut. Dilakukan pengumpulan data yang terkait dengan penelitian yaitu: data tujuan pengiriman, data permintaan produk kertas kemasan, jenis transportasi, kapasitas transportasi, biaya distribusi, rute distribusi,

data persediaan, harga produk, data *lead time* dan biaya simpan. Data-data tersebut kemudian akan digunakan dalam pengolahan data. Pengolahan data diawali dengan penentuan rute terpendek dengan metode *Cheapest Insertion Heuristic (CIH) Algoritm*. Peramalan permintaan produk kertas kemasan dilakukan sebagai *gross requirement* dalam penerapan metode *Distribution Requirement Planning (DRP)*. Dari penerapan metode *DRP* akan dihasilkan jadwal distribusi ke masing-masing distributor sehingga didapatkan frekuensi pengiriman produk dalam satu periode dan juga mendapatkan total biaya distribusi. Total biaya distribusi dengan metode *DRP* nantinya akan dibandingkan dengan metode perusahaan untuk kemudian dianalisis apakah terjadi penurunan terhadap total biaya distribusi tersebut.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data diperoleh dari perusahaan yang terdiri dari data tujuan pengiriman, data permintaan produk kertas kemasan, jenis transportasi, kapasitas transportasi, biaya distribusi, rute distribusi, data persediaan, harga produk, data *lead time* dan biaya simpan.

Tabel 2.Data Permintaan Konsumen

Periode	PT. A	PT. B	PT. C	PT. D	PT. E	PT. F	PT. G	PT. H	PT.I
1	1105	1220	930	1230	1100	1100	1830	1850	1000
2	1000	1144	990	1040	975	930	1660	1670	940
3	910	1020	952	1030	970	985	1710	1700	930
4	910	1010	970	960	1010	960	1660	1670	920
5	940	1130	910	980	1020	970	1630	1710	1020
6	1020	1100	910	1005	1045	900	1750	1760	1010
7	940	1040	860	940	910	980	1770	1770	930
8	940	1060	950	980	950	960	1710	1690	1030
9	1000	1150	905	1050	970	1020	1625	1710	955
10	960	1070	990	930	980	970	1760	1720	990
11	970	1050	910	1020	1010	1000	1750	1750	1025
12	950	1010	890	1050	920	1020	1670	1780	935
13	920	1010	950	1010	950	1050	1650	1635	1010
14	1080	1150	990	1160	1005	1110	1860	1990	1100
15	1080	1130	910	1190	1195	1125	1900	1970	1000
16	1060	1170	980	1300	1120	1000	1900	1950	950
17	1130	1160	970	1260	1160	1000	1900	1800	1050
18	1170	1180	950	1260	1080	1100	1950	1950	1050
19	1030	1100	960	1145	1170	1060	1910	1950	970

Data tujuan pengiriman

Data tujuan pengiriman ke konsumen didapatkan dari perusahaan, berikut adalah daftar perusahaan yang menjadi konsumen dari PT. Agyt Rinda Jaya:

Tabel 1. Nama Perusahaan dan Konsumen

No	Tujuan
1	PT. A (Sidoarjo)
2	PT. B (Sidoarjo)
3	PT. C (Sidoarjo)
4	PT. D (Sidoarjo)
5	PT. E (Sidoarjo)
6	PT. F (Surabaya)
7	PT. G (Gresik)
8	PT. H (Gresik)
9	PT. I (Gresik)

(Sumber : PT Agyt Rinda Jaya, 2020)

Data Permintaan

Permintaan merupakan data yang harus dipenuhi perusahaan kepada pelanggan untuk memenuhi sejumlah permintaan layanan yang diinginkan pelanggan. Data permintaan Produk kertas kemasan untuk wilayah Sidoarjo, Surabaya dan Gresik dapat dilihat pada tabel 2.

20	1130	950	1260	1270	1075	1160	1810	1965	1050
21	1160	1130	960	1290	1190	1160	1920	1890	990
22	1140	1190	920	1170	1180	1150	1880	1860	1010
23	1140	1100	960	1239	1080	1030	1960	1825	950
24	1160	1110	980	1165	1135	1190	1990	1900	1080
25	1100	1175	990	1133	1095	1030	1910	1800	1000
26	1240	1300	1050	1300	1230	1200	2020	2050	1100
27	1215	1365	1055	1360	1280	1190	2020	2050	1100
28	1185	1360	1050	1260	1100	1200	2090	1990	1080
29	1130	1330	1095	1360	1220	1180	1990	1900	1100
30	1110	1300	1000	1245	1105	1260	2080	1950	1060
31	1215	1200	1040	1250	1195	1100	1980	1955	1190
32	1130	1350	1075	1390	1260	1230	2020	2060	1070
33	1260	1320	1075	1280	1275	1190	2080	1955	1150
34	1250	1220	1050	1380	1150	1165	1960	2030	1180
35	1280	1380	1100	1360	1200	1170	1930	1970	1130
36	1200	1370	1050	1200	1240	1120	2010	1995	1010
37	1100	1390	1090	1350	1150	1160	1980	2060	1090
38	1110	1395	1070	1250	1170	1240	1230	1975	1095
39	1320	1400	1130	1400	1330	1380	2160	2160	1200
40	1340	1360	1100	1410	1275	1340	2090	2000	1200
41	1395	1340	1080	1300	1270	1310	2010	2120	1275
42	1360	1410	1150	1450	1270	1220	2150	2110	1295
43	1240	1410	1130	1310	1360	1260	2095	2050	1245
44	1290	1400	1060	1310	1240	1390	2030	2080	1220
45	1350	1340	1100	1440	1250	1360	2160	2090	1275
46	1290	1400	1180	1350	1320	1355	2035	2190	1245
47	1305	1425	1000	1340	1345	1380	2170	2200	1290
48	1370	1390	1010	1460	1280	1330	2020	2110	1210
49	1250	1380	1030	1450	1300	1320	2090	2120	1200
50	1390	1310	1120	1470	1330	1275	2180	2100	1270
51	1250	1380	1120	1430	1380	1360	2075	2090	1235
52	1430	1550	1220	1520	1400	1430	2210	2230	1300
Total	59950	64334	53177	64432	60220	60075	99930	100855	56710

(Sumber : PT Agyt Rinda Jaya, 2020)

Data Inventory On Hand

Tingkat persediaan awal periode ini adalah 19.000 kg.

Harga Produk

Harga produk kertas kemasan pada perusahaan ini adalah Rp 65.000/kg.

Biaya Pengiriman

Biaya pengiriman produk yang ditentukan oleh PT. Agyt Rinda Jaya adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Biaya Pengiriman untuk Rute 1

No	Biaya Pengiriman	Jumlah
1	Biaya Telepon/Komunikasi	400.000,00
2	Biaya Transportasi	1.620.000,00
3	Biaya Bongkar Muat	700.000,00
Jumlah		2.720.000,00

(Sumber : PT Agyt Rinda Jaya, 2020)

Tabel 4. Biaya Pengiriman untuk Rute 2

No	Biaya Pengiriman	Jumlah
1	Biaya Telepon/Komunikasi	400.000,00
2	Biaya Transportasi	1.365.000,00
3	Biaya Bongkar Muat	700.000,00
Jumlah		2.465.000,00

(Sumber : PT Agyt Rinda Jaya, 2020)

Biaya Penyimpanan

Prosentase biaya penyimpanan atas suatu produk pada PT. Agyt Rinda Jaya adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Biaya Penyimpanan

No	Biaya Penyimpanan	Jumlah
1	Biaya tenaga kebersihan	2.500.000,00
2	Biaya listrik	3.000.000,00
3	Biaya administrasi pergudangan	3.500.000,00
4	Biaya tenaga kerja	3.200.000,00
Jumlah		12.200.000,00

(Sumber : PT Agyt Rinda Jaya, 2020)

Pengembangan Metode *Cheapest Insertion Heuristic (CIH)*

Cheapest Insertion Heuristic adalah algoritma yang membangun suatu perjalanan dengan membuat rute jalur terpendek dengan berat minimal dan secara berturut-turut ditambah dengan tempat baru (Saleh et al., 2015). Berikut merupakan langkah-langkah yang harus dilakukan untuk penggunaan algoritma *Cheapest Insertion Heuristic (CIH)* (Utomo et al., 2018):

- a. Penelusuran dimulai dari sebuah lokasi pertama yang dihubungkan dengan sebuah lokasi terakhir.
- b. Bangun *subtour* antara dua lokasi tertentu. Yang dimaksud adalah perjalanan dari lokasi pertama dan terakhir di lokasi pertama.
- c. Ganti salah satu arah hubungan (*arc*) dari dua lokasi dengan kombinasi dua *arc*, yaitu *arc* (I,j) dengan *arc* (I,k) dan *arc* (k,j), dengan k diambil

dari lokasi yang belum masuk *subtour* dan dengan tambahan jarak terkecil.

Lakukan langkah tiga sampai seluruh lokasi masuk ke dalam *subtour*.

Pada metode ini, PT. Agyt Rinda Jaya dilambangkan dengan angka 1 dan berikut adalah konsumen atau tujuan pengiriman:

Tabel 6. Konsumen atau tujuan pengiriman PT. Agyt Rinda Jaya

No	Tujuan
1	PT. A (Sidoarjo)
2	PT. B (Sidoarjo)
3	PT. C (Sidoarjo)
4	PT. D (Sidoarjo)
5	PT. E (Sidoarjo)
6	PT. F (Surabaya)
7	PT. G (Gresik)
8	PT. H (Gresik)
9	PT. I (Gresik)

(Sumber : PT Agyt Rinda Jaya, 2020)

Pada tabel berikut diberikan 9 tujuan pengiriman dengan dua rute tujuan yang memiliki jarak antar konsumen. Pembagian rute tersebut berdasarkan titik lokasi yang berdekatan yakni rute 1 digunakan untuk pengiriman wilayah Sidoarjo dan sekitarnya. Sedangkan untuk Rute 2 untuk pengiriman wilayah Surabaya dan Gresik. Untuk penentuan rute 1 dengan 5 tujuan dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Jarak antar Konsumen untuk Rute 1

Kota asal	Tujuan	Jarak
1	2	21
1	3	38
1	4	34
1	5	20
1	6	22
2	3	24
2	4	19
2	5	13
2	6	4
3	4	14
3	5	18
3	6	30
4	5	14
4	6	18
5	6	17

(Sumber : Diolah Penulis, 2020)

Untuk mencari jarak terpendek melalui ke 5 konsumen atau tujuan tersebut sebagaimana

terdapat dalam Tabel 8 dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Ambil perjalanan dari kota 1 ke 5
2. Buat *subtour* → (1,6) → (6,1)
3. Buat tabel yang menyimpan kota yang bisa disisipkan dalam *subtour* beserta tambahan jaraknya, seperti ditampilkan dalam tabel 8.

Tabel 8. Arc Penambah *Subtour* ke 1

Arc yang akan diganti	Arc yang ditambahkan ke subtour	Tambahkan jarak
(1,6)	(1,2)-(2,6)	C12+C26-C16= 3
(1,6)	(1,3)-(3,6)	C13+C36-C16= 46
(1,6)	(1,4)-(4,6)	C14+C46-C16= 30
(1,6)	(1,5)-(5,6)	C15+C56-C16= 15
(6,1)	(6,2)-(2,1)	C62+C21-C61= 3
(6,1)	(6,3)-(3,1)	C63+C31-C61= 46
(6,1)	(6,4)-(4,1)	C64+C41-C61= 30
(6,1)	(6,5)-(5,1)	C65+C51-C61= 15

(Sumber : Diolah Penulis, 2020)

Dari tabel 7 diperoleh tambahan jarak terkecil apabila: arc (1,6) diganti dengan arc (1,2) dan arc (2,6) atau arc (6,1) diganti dengan arc (6,2) dan arc (2,1) dari kemungkinan tersebut, bisa dipilih salah satu. Misal dipilih kemungkinan pertama maka *subtour* yang baru menjadi: → (1,2) → (2,6) → (6,1)

Selanjutnya dibuat tabel yang menyimpan kotayang bisa disisipkan dalam *subtour* beserta tambahan jaraknya, seperti ditampilkan dalam tabel 9.

Tabel 9. Arc Penambah *Subtour* ke 2

Arc yang akan diganti	Arc yang ditambahkan ke subtour	Tambahkan jarak
(1,2)	(1,3)-(3,2)	C13+C32-C12= 41
(1,2)	(1,4)-(4,2)	C14+C42-C12= 32
(1,2)	(1,5)-(5,2)	C15+C52-C12= 12
(2,6)	(2,3)-(3,6)	C23+C36-C26= 50
(2,6)	(2,4)-(4,6)	C24+C46-C26= 33
(2,6)	(2,5)-(5,6)	C25+C56-C26= 26
(6,1)	(6,3)-(3,1)	C63+C31-C61= 46
(6,1)	(6,4)-(4,1)	C64+C41-C61= 30
(6,1)	(6,5)-(5,1)	C65+C51-C61= 15

(Sumber: Diolah Penulis, 2020)

Dari tabel 9 diperoleh tambahan jarak terkecil adalah 12 dengan menggantikan arc (1,2) dengan arc (1,4) dan arc (4,2), sehingga *subtour* baru yang dihasilkan adalah: → (1,5) → (5,2) → (2,6) → (6,1)

Tabel 10. Arc Penambah *Subtour* ke 3

Arc yang akan diganti	Arc yang ditambahkan ke subtour	Tambahkan jarak
(1,5)	(1,3)-(3,5)	C13+C35-C15= 36
(1,5)	(1,4)-(4,5)	C14+C45-C15= 28
(5,2)	(5,3)-(3,2)	C53+C32-C52= 29
(5,2)	(5,4)-(4,2)	C54+C42-C52= 20
(2,6)	(2,3)-(3,6)	C23+C36-C26= 50
(2,6)	(2,4)-(4,6)	C24+C46-C26= 35
(6,1)	(6,3)-(3,1)	C63+C31-C61= 46
(6,1)	(6,4)-(4,1)	C64+C41-C61= 30

(Sumber : Diolah Penulis, 2020)

Dari tabel 10 diperoleh tambahan jarak terkecil adalah 20 dengan menggantikan arc (5,2) dengan arc (5,4) dan arc (4,2), sehingga *subtour* baru yang dihasilkan adalah: → (1,4) → (5,4) → (4,2) → (2,6) → (6,1)

Karena masih ada kota yang belum masuk, perlu dibuat tabel yang menyimpan kota yang bisa disisipkan dalam *subtour* beserta tambahan jaraknya, seperti ditampilkan dalam tabel 11:

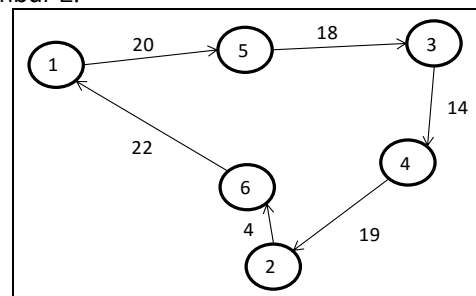
Tabel 11. Arc Penambah *Subtour* ke 4

Arc yang akan diganti	Arc yang ditambahkan ke subtour	Tambahkan jarak
(1,5)	(1,3)-(3,5)	C14+C43-C13= 36
(5,4)	(5,3)-(3,4)	C34+C45-C35= 18
(4,2)	(4,3)-(3,2)	C54+C42-C52= 19
(2,6)	(2,3)-(3,6)	C24+C46-C26= 50
(6,1)	(6,3)-(3,1)	C64+C41-C61= 46

(Sumber : Diolah Penulis, 2020)

Dari tabel 11 diperoleh tambahan jarak terkecil adalah 166 dengan menggantikan arc (5,4) dengan arc (5,3) dan arc (3,4), sehingga *subtour* baru yang dihasilkan adalah: → (1,5) → (5,3) → (3,4) → (4,2) → (2,6) → (6,1)

Dari langkah-langkah tersebut diatas dapat diperoleh lintasan terpendek untuk mengunjungi 5 tujuan adalah → (1,5) → (5,3) → (3,4) → (4,2) → (2,6) → (6,1) seperti terlihat pada gambar 2:



Gambar 2. Rute 1 menggunakan metode CIH (Sumber : Diolah Penulis, 2020)

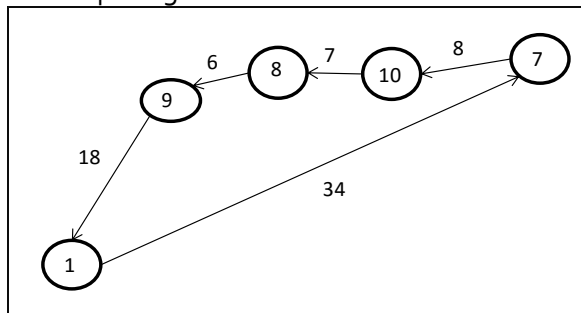
Dengan lintasan tersebut diperoleh perbandingan jarak tempuh antara rute awal dengan penentuan rute menggunakan metode *Cheapest Insertion Heuristic (CIH)* yang ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 12. Hasil Perbandingan Rute Awal dengan Penentuan Rute Menggunakan Metode CIH

No	Rute	Total Jarak
1	Rute Baru	97
2	Rute Awal	131

(Sumber : Diolah Penulis, 2020)

Untuk penentuan rute 2 dengan 4 tujuan, penyelesaian menggunakan metode CIH sama seperti penentuan rute 1. Hasil dari langkah-langkah tersebut diperoleh lintasan terpendek untuk mengunjungi 5 tujuan adalah $\rightarrow (1,5) \rightarrow (5,3) \rightarrow (3,4) \rightarrow (4,2) \rightarrow (2,6) \rightarrow (6,1)$. Seperti terlihat pada gambar 3:



Gambar 3. Rute 2 menggunakan metode CIH (Sumber : Diolah Penulis, 2020)

Dengan lintasan tersebut diperoleh perbandingan jarak tempuh antara rute awal dengan penentuan rute menggunakan metode *Cheapest Insertion Heuristic (CIH)* yang ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 13. Hasil Perbandingan Rute Kedua dengan Penentuan Rute Menggunakan Metode CIH

No	Rute	Total Jarak
1	Rute Baru	83
2	Rute Awal	141

(Sumber : Diolah Penulis, 2020)

Forecasting

Pada penelitian ini, perhitungan *forecasting* digunakan untuk menentukan nilai *Gross Requirement* pada perhitungan *Distribution Requirement Planning (DRP)* untuk menentukan biaya dan frekuensi distribusi yang optimal. Berdasarkan tabel 14 didapat nilai *forecasting* untuk permintaan produk kertas kemasan untuk 3 mingguan dengan 5 mingguan

dengan menampilkan nilai MAE, MSE, dan MAPE dengan hasil yang menunjukkan bahwa hasil perhitungan *forecasting* dengan 5 periode nilai *error*-nya lebih kecil dibandingkan 3 periode.

Tabel 14. Perbandingan MAE, MSE, dan MAPE dari *Forecasting* dengan *Moving Average* 3 periode dan 5 periode.

Perusahaan		MA 3	MA 5
PT. A	MAE	149.83	114.54
	MSE	4317.36	232.28
	MAPE	0.15	0.11
PT. B	MAE	149.83	114.54
	MSE	5289.60	217.78
	MAPE	0.13	0.10
PT. C	MAE	149.83	114.54
	MSE	4038.12	266.48
	MAPE	0.16	0.12
PT.D	MAE	149.83	114.54
	MSE	5330.11	215.18
	MAPE	0.14	0.10
PT. E	MAE	149.83	114.54
	MSE	4345.66	230.53
	MAPE	0.15	0.11
PT. F	MAE	149.83	114.54
	MSE	3707.41	230.75
	MAPE	0.14	0.11
PT. G	MAE	149.83	114.54
	MSE	13635.03	142.91
	MAPE	0.08	0.06
PT. H	MAE	149.83	114.54
	MSE	6736.70	141.90
	MAPE	0.08	0.06
PT.I	MAE	149.83	114.54
	MSE	2798.56	247.10
	MAPE	0.15	0.11

(Sumber : Diolah Penulis, 2020)

Tabel 14 menunjukkan bahwa nilai MAE dan MAPE terkecil adalah MA5, Hasil ramalan permintaan produk kertas kemasan untuk 52 minggu mendatang berdasarkan metode yang terpilih, yaitu *Moving Average* 5 periode terhitung dari minggu ke 53 sampai minggu ke 104 dapat dilihat pada tabel 15.

Tabel 15. Hasil *Forecasting* Produk Kertas Kemasan

Periode	PT. A	PT. B	PT. C	PT. D	PT. E	PT. F	PT. G	PT. H	PT.I
53	1338	1402	1100	1466	1338	1343	2115	2130	1243
54	1335	1407	1129	1469	1356	1348	2142	2136	1255
55	1354	1420	1156	1474	1373	1360	2153	2143	1268
56	1352	1452	1167	1477	1384	1383	2151	2158	1270
57	1374	1465	1177	1487	1383	1386	2168	2171	1277
58	1360	1446	1167	1479	1380	1377	2158	2157	1272
59	1362	1454	1170	1481	1382	1382	2159	2162	1273
60	1365	1455	1171	1483	1382	1382	2161	2163	1274
61	1362	1452	1169	1481	1381	1380	2159	2161	1273
62	1363	1454	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
63	1364	1454	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
64	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2161	1273
65	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
66	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
67	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
68	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
69	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
70	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
71	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
72	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
73	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
74	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
75	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
76	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
77	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
78	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
79	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
80	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
81	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
82	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
83	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
84	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
85	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
86	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
87	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
88	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
89	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
90	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
91	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
92	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
93	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
94	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
95	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
96	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
97	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273

98	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
99	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
100	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
101	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
102	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
103	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
104	1363	1453	1170	1482	1382	1381	2160	2162	1273
Total	70827	75447	60715	77009	71771	71717	112247	112331	66158

(Sumber : Diolah Penulis, 2020)

Menghitung Economic Order Quantity (EOQ)

Economic Order Quantity (EOQ) digunakan untuk menentukan jumlah pemesan yang paling ekonomis. Di dalam DRP disebut dengan Lot Size. Sehingga nilai EOQ digunakan untuk menentukan nilai Lot.

Perhitungan EOQ untuk minggu ke 1 adalah sebagai berikut:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2xDxS}{H}}$$

$$EOQ = \sqrt{\frac{2x1153x2.720.000}{2442}} = 1603$$

Untuk hasil akhir dari perhitungan EOQ pada tiap tujuan disajikan pada Tabel 16.

Tabel 16. Hasil Perhitungan Nilai EOQ untuk Tiap Tujuan

No	Tujuan	Nilai EOQ	
1	Rute 1	PT. A	1603
		PT. B	1720
		PT. C	1422
		PT. D	1722
		PT. E	1610
2	Rute 2	PT. F	1529
		PT. G	2543
		PT. H	2567
		PT. I	1443

(Sumber : Diolah Penulis, 2020)

Menghitung Safety Stock (SS)

Pihak manajemen menentukan tingkat service level yang dipergunakan dalam Safety Stock adalah sebesar 95%. Sehingga Z α dapat ditentukan dengan melihat tabel distribusi normal yaitu sebesar 1,64.

$$SD = \frac{\sqrt{\sum(X - x)^2}}{n}$$

$$SD = \frac{\sqrt{59950 - 70826^2}}{52}$$

$$SD = \frac{\sqrt{3319043,5}}{52}$$

Tabel 17. Distribution Requerement Planning Rute 1

SD=414
 SS=SD x z
 SS=414 x 1,64
 SS=414

Hasil akhir dari perhitungan Safety Stock pada tiap tujuan disajikan pada Tabel 4.22.

Tabel 17. Hasil Perhitungan Safety Stock untuk Tiap Tujuan

No	Tujuan	Nilai Safety Stock	
1	Rute 1	PT. A	414
		PT. B	423
		PT. C	277
		PT. D	473
		PT. E	422
2	Rute 2	PT. F	432
		PT. G	493
		PT. H	442
		PT. I	350

(Sumber : Diolah Penulis, 2020)

Pengembangan Metode Distribution Requirement Planning (DRP)

Dengan menggunakan metode DRP, perusahaan dapat mendistribusikan produknya secara optimal. Implementasi metode DRP PT. Agyt Rinda Jaya diolah berdasarkan rute yang dilintasi. Berikut adalah perhitungan metode DRP:

Rute 1	Safety Stock:	2009	Past Due	Periode						Frekuensi	
Lote size:	8076	Lead time:	1	1	2	3	4	5	6	
		Gross requirements		6644	6695	6776	6832	6886	6831	43
		Schedule Receipts								
		Project On Hand	9500	10932	12313	13612	14856	7969	9213	
		Net Requirement		0	0	0	0	0	1137	
		Planned Order Receipts		8076	8076	8076	8076	8076	0	
		Planned Order Release	8076	8076	8076	8076	8076	0	8076	

(Sumber : Diolah Penulis, 2020)

Berdasarkan hasil perhitungan penerapan metode DRP di atas, dapat diketahui frekuensi pengiriman produk kertas kemasan untuk rute 1 dan rute 2 selama satu tahun. Sebelumnya frekuensi pengiriman rute 1 dan 2 produk kertas kemasan masing-masing adalah 52x. Setelah menggunakan metode DRP frekuensi pengiriman rute 1 menjadi 43x, sedangkan frekuensi pengiriman rute 2 menjadi 44x. Berikut adalah tabel *Planned Order Release* dari hasil metode DRP untuk mengetahui frekuensi pengiriman produk kertas kemasan:

Tabel 19. Hasil *Planned Order Release* pada Metode DRP

Periode	<i>Planned Order Release</i>	
	Rute 1	Rute 2
1	8076	8081
2	8076	8081
3	8076	8081
4	8076	8081
5	0	0
6	8076	8081
7	8076	8081
8	8076	8081
9	8076	8081
10	8076	8081
11	0	8081
12	8076	8081
13	8076	0
14	8076	8081
15	8076	8081
16	8076	8081
17	8076	8081
18	0	8081
19	8076	8081
20	8076	0
21	8076	8081

22	8076	8081
23	8076	8081
24	0	8081
25	8076	8081
26	8076	8081
27	8076	0
28	8076	8081
29	8076	8081
30	8076	8081
31	0	8081
32	8076	8081
33	8076	8081
34	8076	8081
35	8076	0
36	8076	8081
37	8076	8081
38	0	8081
39	8076	8081
40	8076	8081
41	8076	8081
42	8076	0
43	8076	8081
44	0	8081
45	8076	8081
46	8076	8081
47	8076	8081
48	8076	8081
49	8076	0
50	8076	8081
51	0	8081
52	0	0
Frekuensi	43	44

(Sumber : Diolah Penulis, 2020)

Biaya Distribusi Dengan Metode *Distribution Requirement Planning (DRP)*

Distribusi yang digunakan pada metode DRP adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Rute 1} &= \text{Frekuensi kirim} \times \text{Biaya} + \text{Biaya} \\ &\text{Simpan} \\ &= 43 \times 2.299.541,5 + 84.050.505,00 \\ &= 182.930.789,50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rute 2} &= \text{Frekuensi kirim} \times \text{Biaya} + \text{Biaya} \\ &\text{Simpan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 44 \times 1.026.412,21 + 85.629.691,88 \\ &= 130.791.829,12 \end{aligned}$$

Perbandingan Metode Perusahaan Dengan Metode DRP

Perbandingan biaya distribusi yang dilakukan oleh perusahaan dan menggunakan metode DRP dapat dilihat pada tabel 20.

Tabel 20. Perbandingan Biaya Distribusi

Tujuan	Metode Perusahaan	Metode DRP	Selisih	Efisiensi(%)
Rute 1	217.452.333,25	182.930.789,50	34.521.543,75	15.88
Rute 2	222.896.391,12	130.791.829,12	72.414.083,39	35.64

(Sumber : Diolah Penulis, 2020)

Tabel 20 menjelaskan bahwa biaya distribusi metode perusahaan untuk rute 1 sebesar Rp 217.452.333,25 dan rute 2 sebesar Rp 222.896.391,12 lebih besar dari pada metode DRP yaitu rute 1 Rp 182.930.789,50 dan rute 2 sebesar Rp 130.791.829,12 dengan selisih rute 1 Rp 34.521.543,75 dan rute 2 72.414.083,39 yang jika dipersentasekan sebesar 15.88% untuk rute 1 dan 35.64% untuk rute 2.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data di atas, maka dapat disimpulkan bahwa total jarak yang didapatkan setelah menggunakan metode *Cheapest Insertion Heuristic (CIH)* adalah sejauh 97 km dan 83 km. Total jarak dengan metode perusahaan adalah sejauh 131 km dan 141 km, selisih yang didapatkan setelah menggunakan metode CIH adalah rute 1 sejauh 34 km dan rute 2 sejauh 58 km. Metode *Distribution Requirement Planning (DRP)* menghasilkan frekuensi pengiriman untuk rute 1 sebanyak 43x dan rute 2 sebanyak 44x. Terjadi penurunan frekuensi sebesar 9x untuk rute 1 dan 8x untuk rute 2 dari perhitungan perusahaan yang frekuensi masing-masing dalam satu periode sebanyak 52x. Hasil perhitungan total cost menggunakan metode perusahaan adalah sebesar Rp 217.452.333,25 dan Rp 222.896.391,12 untuk rute 1 dan rute 2. Sedangkan *total cost* menggunakan metode DRP adalah sebesar Rp 182.930.789,50 dan Rp 130.791.829,12 untuk rute 1 dan rute 2. Efisiensi *total cost* sebesar Rp 34.521.543,75 atau 15.88% dan Rp 72.414.083,39 atau 35.64% untuk rute 1 dan rute 2.

Daftar Pustaka

- Febriantono, B., Sukmaaji, A., & Taufik, V. M. (n.d.). *Rancang Bangun Distribusi Stock Coca Cola Berbasis Web (Studi Kasus PT. Coca Cola Amatil Surabaya)*. 1–11.
- Harsono, A., & Putro, G. M. (2017). PERENCANAAN PENDISTRIBUSIAN PRODUK UNTUK MINIMASI BIAYA (STUDI KASUS DI CV. GUNA KARYA MANDIRI YOGYAKARTA). *OPSI*, 10(1).
- Herdiani, L., & Kustiawan, R. (2015). *Penjadwalan distribusi produk larutan kaki tiga menggunakan*. 41–52.
- Karundeng, T. N., Mandey, S. L., & Sumaraw, J. S. B. (2018). Analisis Saluran Distribusi Kayu (Studi Kasus Di Cv. Karya Abadi, Manado). *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis Dan Akuntansi*, 6(3), 1748–1757. <https://doi.org/10.35794/emba.v6i3.20444>
- Saleh, K., Helmi, & Prihandono, B. (2015). PENENTUAN RUTE TERPENDEK DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA (STUDI KASUS: PT. Wicaksana Overseas International Tbk. Cabang Pontianak) a b d. *Buletin Ilmiah Math. Stat. Dan Terapannya (Bimaster)*, 04(3), 295–304.
- Suradi, Haslindah, A., Aswad, M., Putra, B., & Ramadhani, N. (2019). OPTIMASI PENDISTRIBUSIAN PRODUK DENGAN MENGGUNAKAN METODE DISTRIBUTION REQUIREMENT PLANNING (DRP) (Studi Kasus Di PT. Makassar Te'ne). *Journal Ilmu Teknik*, 14(01), 9–14.
- Utomo, R. G., Maylawati, D. S., & Alam, C. N. (2018). Implementasi Algoritma Cheapest Insertion Heuristic (CIH) dalam Penyelesaian Travelling Salesman Problem

(TSP). *JOIN (Jurnal Online Informatika)*,
3(1), 61–67.

<https://doi.org/10.15575/join.v3i1.218>

Wicaksono, G. W., Garside, A. K., & Zulfatman.
(2019). Development of Closed Distribution
Monitoring System , Case Study: 3-kg LPQ
Distribution in Malang , Indonesia.
*International Journal of Engineering &
Technology*, 8, 354–358.