

# ANALISIS RUTE DISTRIBUSI TERPENDEK UNTUK MEMINIMUMKAN BIAYA DISTRIBUSI DENGAN METODE TRAVELLING SALESMAN PROBLEM (TSP) DI PT. XYZ

Rosa Novarian Agninditya Nugroho<sup>1</sup>, Rr. Rochmoeljati

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur  
Jl. Rungkut Madya No. 1, Gn. Anyar, Kec. Gn. Anyar, Surabaya, Jawa Timur 60294  
E-mail: rosanovarian5@gmail.com.

## ABSTRAK

PT. XYZ ialah industri manufaktur yang bergerak di bidang produksi kapas dan kasa. Produk PT. XYZ dikenal di seluruh wilayah Indonesia melalui beberapa distributor besar yang tersebar di semua wilayah Indonesia. Maka dari itu, diperlukan lintasan minimum yang tepat agar sistem pendistribusiannya menjadi lebih cepat dan efisien. Masalah yang muncul dalam perusahaan yaitu penentuan rute distribusi yang ditentukan secara manual berlandaskan pemahaman dan pengalaman supir menyebabkan konsumsi bahan bakar melebihi kebutuhan yang seharusnya dan mengakibatkan tingginya biaya distribusi. Tujuan dari penelitian ini merupakan untuk menentukan rute distribusi terpendek dan meminimumkan biaya distribusi produk kasa hidrofili steril 16x16 cm dengan menggunakan metode TSP Algoritma *Branch and Bound*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode TSP Algoritma *Branch and Bound* lebih optimal dan lebih baik dibandingkan rute distribusi awal perusahaan karena dapat menghasilkan usulan perbaikan rute distribusi terpendek dengan penghematan rute distribusi sebesar 59,4 km serta penghematan biaya distribusi sebesar Rp. 336.600 dengan persentase penghematan jarak tempuh sebesar 16,32% dan persentase penghematan biaya distribusi sebesar 5,74%.

**Kata kunci:** Biaya Distribusi; *Branch and Bound*; Rute Distribusi Terpendek; *Travelling Salesman Problem*

## ABSTRACT

PT. XYZ is a manufacturing company engaged in the cotton and gauze production industry. Products PT. XYZ is known throughout Indonesia through several large distributors spread throughout Indonesia. Therefore, an appropriate minimum path is needed so that the distribution system becomes faster and more efficient. The problem that arises in the company is that manually determining distribution routes based on the driver's understanding and experience causes fuel consumption to exceed what is required and results in high distribution costs. The aim of this research is to determine the shortest distribution route and minimize distribution costs for 16x16 cm sterile hydrophilic gauze products using the TSP Branch and Bound Algorithm method. The research results show that the TSP Branch and Bound Algorithm method is better and more optimal than the company's initial route because it can produce suggestions for improving the shortest distribution route with a travel distance savings of 59.4 km and distribution costs of Rp. 336,600 with a mileage savings percentage of 16.32% and distribution costs of 5.74%.

**Keywords:** Distribution Costs; *Branch and Bound*; Shortest Distribution Route; *Traveling Salesman Problem*

## 1. PENDAHULUAN

Kemajuan industri di negara Indonesia sedang menghadapi pertumbuhan yang pesat, terutama di sektor industri alat kesehatan. Kebutuhan masyarakat terhadap produk alat kesehatan semakin meningkat, menimbulkan tingginya permintaan produk alat kesehatan. Untuk menyalurkan produknya kepada konsumen, perusahaan memerlukan sistem distribusi yang efisien.

Distribusi merupakan aktivitas untuk menyalurkan sebuah produk dari produsen menuju ke konsumen (S, Salsabila and Anggraeni, 2020). Sistem distribusi yang efisien merupakan distribusi dengan rute terpendek, sehingga menghasilkan biaya distribusi yang lebih rendah. Tidak adanya sistem distribusi yang efisien berdampak pada sistem pendistribusian produk menjadi mahal dan mengakibatkan pemborosan baik ditinjau dari segi waktu, biaya, jarak. Maka dari itu, perusahaan harus dapat merancang strategi yang tepat untuk menentukan rute distribusi terpendek sehingga konsumen dapat menerima produk tepat waktu dengan biaya yang rendah (Lestari Mahmud *et al.*, 2022).

PT. XYZ ialah industri manufaktur yang bergerak dibidang produksi kapas dan kasa. Produk unggulan dari perusahaan adalah kasa hidrofili steril 16x16 cm yang mencatatkan tingkat penjualan tertinggi pada tahun 2023 dengan jumlah penjualan sebanyak 14.161 colly. Dengan tingginya permintaan konsumen terhadap produk kasa hidrofili steril 16x16 cm, aktivitas distribusi terhadap produk tersebut meningkat. Maka dari itu, produk kasa hidrofili steril 16x16 cm dijadikan sebagai obyek penelitian dalam penelitian ini. Produk PT. XYZ dikenal di semua wilayah Indonesia melalui beberapa distributor besar yang tersebar di semua wilayah Indonesia. Maka dari itu, diperlukan lintasan minimum yang tepat agar sistem pendistribusiannya menjadi lebih cepat dan efisien.

Permasalahan yang muncul pada PT. XYZ adalah perusahaan belum memiliki metode khusus dalam menentukan sistem pendistribusian yang efisien. Kegiatan distribusi dilakukan dengan mengirimkan produk kasa hidrofili steril 16x16 cm kepada konsumen sesuai dengan jadwal yang telah disepakati. Pengiriman saat ini dilakukan dengan penentuan rute distribusi yang

ditentukan secara manual berlandaskan pemahaman dan pengalaman supir hingga lokasi tujuan, sehingga jarak yang ditempuh terlalu panjang yang menyebabkan konsumsi bahan bakar melebihi kebutuhan yang seharusnya dan mengakibatkan tingginya biaya distribusi. Maka dari itu, diperlukan analisis rute distribusi terpendek untuk meminimumkan biaya distribusi dengan metode TSP.

Metode *Travelling Salesman Problem* (TSP) adalah suatu metode yang dapat dimanfaatkan untuk menentukan rute distribusi terpendek pada destinasi ke tiga lokasi tujuan hanya sekali setiap lokasi. Pada pelaksanaannya, metode ini dapat menyelesaikan masalah pendistribusian dengan mengurangi jarak dan biaya distribusi (Akhand *et al.*, 2020). Terdapat beberapa algoritma untuk memecahkan permasalahan metode TSP yaitu *Two-way Exchange Improvement Heuristic*, *Nearest Neighbour Heuristic*, *Cheapest Insertion Heuristic*, *Branch and Bound*. Untuk persoalan optimasi, algoritma *Branch and Bound* dimanfaatkan untuk meminimumkan atau memaksimalkan fungsi objektif yang tidak melanggar batasan persoalan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fatimah (2021) *Branch and Bound* adalah suatu metode dapat dimanfaatkan untuk mengatasi persoalan tersebut karena memperoleh hasil yang lebih detail dan lebih baik dibandingkan dengan metode lain. Sehingga mampu menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan TSP.

Menyadari akan pentingnya sistem pendistribusian yang efisien dengan biaya yang minimal, maka penulis ingin mengkaji sistem pendistribusian produk kasa hidrofili steril 16x16 pada PT. XYZ dalam menentukan rute distribusi terpendek dengan biaya distribusi yang minimum. Menurut Sitanggang (2023) penambahan algoritma *Branch and Bound* dapat mengatasi permasalahan dengan menggunakan *software* WINQSB sehingga diperoleh rute distribusi terpendek dan biaya distribusi yang minimum, tanpa adanya *branch and bound* menyebabkan tingginya biaya distribusi. Maka dari itu, menentukan rute distribusi terpendek dan meminimumkan biaya distribusi dijadikan sebagai tujuan dari penelitian ini.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### Distribusi

Distribusi merupakan sebuah mekanisme untuk menyalurkan sebuah produk, baik jasa maupun barang, dari produsen menuju ke konsumen supaya produk tersebut dapat sampai ke konsumen dengan baik. Dalam beberapa kasus, distribusi juga dapat didefinisikan sebagai sebuah elemen perdagangan yang dapat mempermudah mekanisme pendistribusian produk dari produsen menuju ke konsumen. Sehingga distribusi dapat didefinisikan sebagai relasi antara kegiatan produksi dengan kegiatan konsumsi. Dalam praktiknya, distribusi adalah elemen dari mekanisme perdagangan yang memungkinkan produsen untuk menghasilkan lebih banyak penjualan. Selain itu, aliran pemasaran fisik dan non-fisik termasuk pembayaran, informasi, promosi, dan negosiasi dan lain sebagainya (Hilman, 2023).

### Lintasan Terpendek

Mengutip dari Siswanto (2013) dalam Arga (2021) Lintasan minimum merupakan suatu lintasan yang mempunyai bobot total terkecil untuk mencapai suatu lokasi dari lokasi tertentu. Lintasan dengan biaya terkecil dari titik awal menuju ke titik tujuan dalam sebuah jaringan disebut sebagai rute terpendek. Dengan menggunakan graf, lintasan minimum dapat ditemukan. Jenis graf yang diaplikasikan adalah graf berbobot, di mana setiap sisi dari graf mempunyai nilai atau bobot. Nilai-nilai ini dapat mencakup hal-hal seperti waktu, biaya, dan sebagainya. Ada berbagai macam lintasan minimum yakni :

1. Lintasan minimum diantara dua simpul.
2. Lintasan minimum diantara seluruh pasangan simpul.
3. Lintasan minimum dari satu simpul ke seluruh simpul yang lain.
4. Lintasan minimum diantara dua simpul yang melewati berbagai simpul terpilih.

### Biaya Distribusi

Biaya yang dikeluarkan untuk menyimpan, mengangkut, atau mengirimkan barang atau jasa disebut biaya distribusi. Menurut aturan akuntansi keuangan, biaya distribusi harus dibebankan pada saat distribusi terjadi. Biaya distribusi harus dihitung berdasarkan volume produk atau jasa yang dijual, dan biaya ini harus dikendalikan untuk

meningkatkan keuntungan dari penjualan. Maka dari itu, meskipun biaya distribusi secara teknis bukan merupakan biaya produk, tetapi biaya tersebut berdampak signifikan pada keputusan yang dibuat oleh manajemen (Harahap, 2023).

Biaya distribusi termasuk dalam seluruh biaya pemasaran, yang terdiri dari biaya operasional armada. Biaya operasional armada terdiri dari biaya kontrak serta biaya transportasi umum, diantaranya adalah sewa truk, distribusi angkutan laut, perawatan kendaraan, kereta api, dan distribusi angkutan udara. Biaya operasional armada merupakan total keseluruhan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan yang menggunakan moda tertentu untuk perjalanan ke zona tujuan dari zona asal. Adapun yang mencakup biaya operasional armada terdiri dari dua elemen yaitu biaya tidak tetap dan biaya tetap. Biaya tidak tetap biasanya terdiri dari biaya asuransi armada serta biaya penyusutan armada. Biaya tidak tetap, atau dapat dikatakan sebagai biaya yang dapat berganti, merupakan seluruh biaya yang dikeluarkan ketika mengendarai armada. Biaya tidak tetap dapat di asumsikan sebagai biaya variabel, karena biaya tersebut bergantung pada *output* yang diproduksi, maka biaya ini sangat bervariasi. Elemen biaya yang dapat dikategorikan ke dalam biaya tidak tetap ini yaitu Pemakaian Ban, Penggunaan bahan bakar atau BBM, dan Biaya Perawatan armada. Sementara itu, Biaya tetap atau dapat dikatakan sebagai biaya yang tidak dapat berganti terdiri dari biaya administrasi dan perizinan, asuransi armada, dan penyusutan armada (Dewi, Siswanto and Hiber, 2020).

### *Travelling Salesman Problem (TSP)*

*Travelling Salesman Problem (TSP)* mudah untuk didefinisikan dan sulit untuk diselesaikan, ia dianggap sebagai salah satu permasalahan yang paling menarik perhatian para ilmuwan komputer dan pakar matematika. Jika seseorang ingin mengunjungi beberapa kota, mereka harus membuat jalur yang hanya melewati satu kota dan kemudian kembali ke kota awal mereka. Ini adalah contoh TSP. Tujuan dari permasalahan TSP tersebut merupakan untuk menemukan lintasan atau rute terpendek, setelah menghitung semua rute yang mungkin, dan kemudian memilih rute terpendek sebagai syarat penyelesaian TSP. Pengaplikasian TSP pada kehidupan sehari-hari misalnya masalah 30 transportasi darat untuk

mengurangi biaya perjalanan dan mengurangi waktu perjalanan (Hidayati, 2019).

### Algoritma *Branch and Bound*

*Branch and Bound* (atau sering disingkat dengan BnB) adalah strategi yang serupa dengan *Backtracking*, namun dengan mempertimbangkan batas tertentu dalam penentuan konstruksi pohon ruang statusnya. *Branch and Bound* digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi, yaitu permasalahan meminimalkan maupun memaksimalkan fungsi objektif yang tidak melanggar batasan dari suatu permasalahan (Wulandari, 2021).

Algoritma *Branch and Bound* mempunyai keunggulan yaitu dapat mempunyai tingkat kesalahan yang rendah dan memiliki solusi yang paling optimal, akan tetapi algoritma ini mempunyai kekurangan yaitu, memerlukan waktu yang tidak sebentar, memiliki tingkat kesulitan yang cukup tinggi dan mempunyai kompleksitas algoritma  $(n-1)!$ . Diketahui  $n$  merupakan jumlah titik atau pelanggan atau tempat tujuan ( $.$ ). Algoritma ini memiliki dua langkah, yaitu *Branching* dan *Bounding*, yang dimanfaatkan untuk memecahkan *problem* yang dihadapi oleh salesman perjalanan. *Branching* adalah mekanisme pencabangan di mana simpul anak diangkat ke pohon ruang status dari simpul yang diekspansi. Setiap simpul anak adalah variasi kemungkinan dari simpul induknya dan memiliki bobot yang menunjukkan biaya yang dibutuhkan untuk menemukan simpul dari simpul aslinya. *Bounding* adalah mekanisme untuk memangkas jalur dengan menghapus simpul yang tidak menuju pada penyelesaian. Untuk memangkas jalur tersebut, fungsi pembatas digunakan. Fungsi tersebut memeriksa eksistensi simpul dengan membandingkan nilai fungsi obyektif dengan penyelesaian terbaik, sehingga yang terbaik yang nantinya akan dipilih (Zupemungkas, 2021).

### WinQSB

*Software* WinQSB atau dapat disebut sebagai QSB (*Quantity System for business*) merupakan sistem yang dirancang untuk penelitian operasi dan pengetahuan manajemen. Dalam hal ini memiliki algoritma penyelesaian masalah. Untuk menyelesaikan masalah penelitian operasi dan pengetahuan manajemen

dapat menggunakan beberapa modul *Software* WinQSB. Modul-modul ini termasuk agregat pada sistem proses produksi, pemrograman garis dan angka, analisis sampling, program dinamis, model jaringan analisis keputusan, pemrograman tujuan, proses Markov, *forecasting*, permintaan, tata letak fasilitas, teori antrian, sistem inventaris, penjadwalan kerja, dan perencanaan kebutuhan material (MRP). Penelitian ini menggunakan *software* WINQSB untuk menyelesaikan model jaringan TSP (Sinaga, 2023).

### 3. METODE PENELITIAN

Data primer merupakan sebuah data yang didapatkan berdasarkan mekanisme mengumpulkan data dengan cara observasi pada objek penelitian yang diteliti atau diambil secara langsung di lapangan. Pada kasus ini metode yang digunakan yaitu wawancara yang dilakukan secara langsung oleh pihak perusahaan, terutama dalam mekanisme pendistribusian produk kasa hidrofili steril 16 x 16 cm. Sementara itu, Data sekunder merupakan sebuah data yang didapatkan berdasarkan mekanisme pengumpulan data yang sebelumnya telah ada di perusahaan tersebut.

Adapun data yang dibutuhkan untuk menunjang penelitian yakni:

- Data rute distribusi awal perusahaan
- Data lokasi pengiriman
- Data jenis armada
- Data permintaan produk
- Data biaya distribusi.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Jarak Tempuh Rute Awal Perusahaan

Pengumpulan data adalah sebuah prosedur pengumpulan data yang dibutuhkan pada penelitian ini yang dilakukan oleh peneliti. Berdasarkan Tabel 1. Jarak antara gudang dan setiap distributor adalah jarak dari lokasi gudang menuju beberapa distributor yang tersebar di wilayah Surabaya, Gresik, dan Sidoarjo.

Tabel 1. Rute Awal Distribusi Perusahaan

Rute	Rute Pengiriman	Jarak (Km)	Total Jarak (Km)
1	PT. XYZ – PT. A – PT. B – PT. C – PT. D – PT. XYZ	47 + 33 + 9,2 + 4,8 + 17	111
2	PT. XYZ – PT. E – PT. F – PT. G – PT. H – PT. XYZ	13 + 17 + 15 + 7 + 6,1	58,1
3	PT. XYZ – PT. I – PT. J – PT. K – PT. L – PT. XYZ	4,7 + 16 + 35 + 38 + 26	119,7
4	PT. XYZ – PT. M – PT. N – PT. O – PT. P – PT. XYZ	18 + 12 + 33 + 4,6 + 7,5	75,1
<b>TOTAL</b>			<b>363,9</b>

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa rute awal distribusi perusahaan dan total jarak yang digunakan oleh perusahaan untuk mendistribusikan produknya. Perhitungan menunjukkan bahwa total jarak distribusi untuk rute 1 adalah 111 km. Total jarak distribusi untuk rute 2 adalah 58,1 km, total jarak distribusi untuk rute 3 adalah 119,7 km, dan total jarak distribusi untuk rute 4 adalah 75,1 km sehingga total jarak seluruh rute adalah 363,9 km.

Tabel 2. Jenis Biaya Distribusi

No	Jenis Biaya	Jumlah
1	Biaya bahan bakar : Solar	Rp. 6.800/liter
2	Biaya retribusi : biaya parkir, biaya tol, dan lain-lain	Rp. 50.000/perjalanan
3	Gaji Sopir	Rp. 140.000/hari

Keterangan: 1 Liter Solar dapat menempuh jarak ± 6 km

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui jenis - jenis biaya distribusi. Terdapat 3 jenis biaya distribusi yang harus dikeluarkan oleh perusahaan. Biaya Distribusi yang pertama, biaya bahan bakar solar yaitu sebesar Rp. 6800/Liter. Biaya Distribusi yang kedua, Biaya parkir, biaya tol, dan lain-lain yaitu sebesar Rp. 50.000/perjalanan. Biaya Distribusi yang ketiga, Biaya gaji sopir yaitu sebesar Rp. 140.000/hari.

Biaya distribusi awal PT. XYZ pada bulan Febuari 2024 diperoleh berdasarkan hasil rekapitulasi total rute distribusi yang dilalui dengan total rute awal distribusi perusahaan pada rute 1 yaitu sebesar 111 Km.

Didapatkan biaya distribusi untuk rute 1 adalah sebagai berikut:  
 = (Total rute distribusi x (1/6) x Biaya Bahan Bakar) + Biaya Retribusi + Biaya Sopir  
 = (111 Km x (1/6) x Rp 6.800/liter) + Rp. 50.000 + Rp. 140.000  
 = Rp. 315.800/ hari

Sehingga, Total biaya distribusi awal rute 1 pada bulan Febuari 2024:  
 = Biaya distribusi awal x Intensitas distribusi rute 1 pada bulan Febuari 2024  
 = Rp. 315.800 x 5 kali  
 = Rp . 1.579.000.

Tabel 3. Total Biaya Distribusi Awal

Rute	Total Biaya Distribusi Awal (Rp)
1	Rp. 1.579.000
2	Rp. 1.279.233
3	Rp. 1.628.300
4	Rp. 1.375.566
Total	Rp. 5.862.100

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa biaya distribusi awal perusahaan. Perhitungan menunjukkan bahwa total biaya distribusi untuk rute 1 sebesar Rp. 1.579.000. Total biaya distribusi untuk rute 2 sebesar Rp. 1.279.233, total biaya distribusi untuk rute 3 sebesar Rp. 1.628.300, dan total biaya distribusi untuk rute 4 sebesar Rp. 1.375.566 sehingga total biaya distribusi seluruh rute distribusi awal perusahaan sebesar Rp. 5.862.100.

**Pembentukan Rute Usulan Menggunakan Metode *Travelling Salesman Problem***

Jarak dari gudang ke masing-masing agen sudah diperkirakan, langkah pertama pada mekanisme ini yaitu dengan menentukan jarak antara satu distributor dengan distributor lainnya atau matriks jarak dan jarak antara setiap distributor dan setiap gudang. Jarak berdasarkan data dari perusahaan sampai seluruh matriks jarak antar distributor terpenuhi.

Tabel 4. Matriks Jarak Antar Distributor

	XYZ	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
XYZ	0	47	15	11	17	13	31	14	6,1	4,7	21	31	26	18	22	3,5	7,5
A	47	0	33	32	30	33	28	26	34	32	21	16	26	23	19	40	51
B	15	33	0	9,2	3,4	6,3	4,5	8,8	10	14	8,7	35	5,4	3,4	13	14	13
C	11	32	9,2	0	4,8	4,3	10	2,5	2,4	6,6	6	25	7,7	6,6	15	6,5	6,5
D	17	30	3,4	4,8	0	6,8	5,5	6,6	7	12	6,5	24	5,2	2,7	13	12	11
E	13	33	6,3	4,3	6,8	0	17	7,2	5,4	11	11	28	10	5,6	16	10	9,7
F	31	28	4,5	10	5,5	17	0	15	16	20	13	33	3,5	3,4	11	19	24
G	14	26	8,8	2,5	6,6	7,2	15	0	7	8,1	6,5	23	12	11	18	7,9	11
H	6,1	34	10	2,4	7	5,4	16	7	0	6,6	10	25	12	11	18	4,4	4,3
I	4,7	32	14	6,6	12	11	20	8,1	6,6	0	16	30	17	16	23	3,4	4,8
J	21	21	8,7	6	6,5	11	13	6,5	10	16	0	35	11	12	17	14	16
K	31	16	35	25	24	28	33	23	25	30	35	0	38	34	37	29	38
L	26	26	5,4	7,7	5,2	10	3,5	12	12	17	11	38	0	5,9	6,5	16	21
M	18	23	3,4	6,6	2,7	5,6	3,4	11	11	16	12	34	5,9	0	12	14	15
N	22	19	13	15	13	16	11	18	18	23	17	37	6,5	12	0	33	28
O	3,5	40	14	6,5	12	10	19	7,9	4,4	3,4	14	29	16	14	33	0	4,6
P	7,5	51	13	6,5	11	9,7	24	11	4,3	4,8	16	38	21	15	28	4,6	0

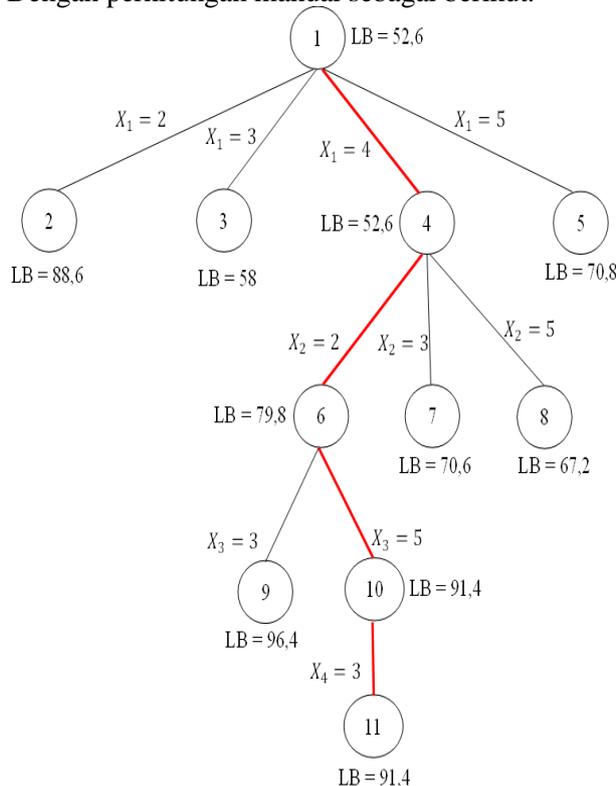
Gambar 2. Pohon Ruang Status Rute 1  
 Algoritma *Branch and Bound*

Berdasarkan tabel 4 dapat diketahui matriks jarak antar distributor. Selanjutnya, setelah didapat matriks jarak, akan dilakukan *Running TSP Algoritma Branch and Bound* menggunakan *software WinQSB*.

03-05-2024	From Node	Connect To	Distance/Cost	From Node	Connect To	Distance/Cost	
1	Node1	Node4	11	4	Node5	Node3	3.4
2	Node4	Node2	32	5	Node3	Node1	15
3	Node2	Node5	30				
Total	Minimal	Traveling	Distance	or Cost	=	91.40	
(Result	from	Branch	and	Bound	Method)		

Gambar 1. *Output TSP Algoritma Branch and Bound* Rute 1

Dengan perhitungan manual sebagai berikut:



Tabel 5. Matriks Jarak Rute 1

	XYZ	A	B	C	D
XYZ	0	47	15	11	17
A	47	0	33	32	30
B	15	33	0	9,2	3,4
C	11	32	9,2	0	4,8
D	17	30	3,4	4,8	0

Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa data matriks jarak rute 1 untuk PT. XYZ menuju beberapa distributor yaitu PT. A, PT. B. PT. C, dan PT. D. Matriks Jarak Rute 1 tersebut nantinya akan diolah dengan metode TSP algoritma *Branch and Bound*.

*Lower Bound* [1] :

XYZ minimum	(47,15,11,17)	= 11 km
A minimum	(47,33,32,30)	= 30 km
B minimum	(15;33;9,2;3,4)	= 3,4 km
C minimum	(11;32;9,2;4,8)	= 4,8 km
D minimum	(17;30;3,4;4,8)	= 3,4 km
Total		= 52,6 km

*Lower Bound* [4] :

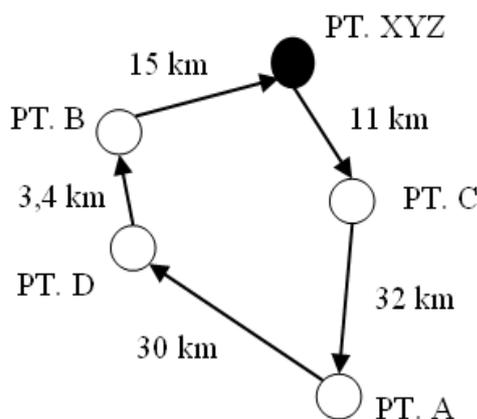
XYZ		= 11 km
A minimum	(47,33,30)	= 30 km
B minimum	(15;33;3,4)	= 3,4 km
C minimum	(32;9,2;4,8)	= 4,8 km
D minimum	(17;30;3,4)	= 3,4 km
Total		= 52,6 km

Lower Bound [6] :

XYZ		= 11 km
A minimum	(33,30)	= 30 km
B minimum	(15;3,4)	= 3,4 km
C		= 32 km
D minimum	(17;3,4)	= 3,4 km
Total		= 79,8 km

Lower Bound [10 & 11] :

Node [XYZ,C,A,D,B,XYZ]
= 11 km + 32 km + 30 km + 3,4 km + 15 km
= 91,4 km



Gambar 3. Route 1 Usulan TSP Algoritma Branch and Bound

Tabel 6. Route Distribusi Usulan Metode TSP Algoritma Branch and Bound

Route	Route Pengiriman	Jarak (Km)	Total Jarak (Km)
1	PT. XYZ – PT. C – PT. A – PT. D – PT. B – PT. XYZ	11 + 32 + 30 + 3.4 + 15	91,4
2	PT. XYZ – PT. H – PT. F – PT. G – PT. E – PT. XYZ	6.1 + 16 + 15 + 7.2 + 13	57,3
3	PT. XYZ – PT. K – PT. J – PT. L – PT. I – PT. XYZ	31 + 35 + 11 + 17 + 4.7	98,7
4	PT. XYZ – PT. O – PT. P – PT. N – PT. M – PT. XYZ	3.5 + 4.6 + 15 + 12 + 22	57,1
<b>TOTAL</b>			<b>304,5</b>

Berdasarkan Tabel 6 dapat diketahui bahwa rute distribusi usulan metode TSP Algoritma *Branch and Bound*, Perhitungan menunjukkan bahwa total jarak distribusi usulan untuk rute 1 adalah 91,4 km. Total jarak distribusi usulan untuk rute 2 adalah 57,3 km, total jarak distribusi usulan untuk rute 3 adalah 98,7 km, dan total jarak distribusi usulan untuk rute 4 adalah 57,1 km sehingga total jarak seluruh rute distribusi usulan metode TSP Algoritma *Branch and Bound* adalah 304,5 km.

**Hitung Total Biaya Distribusi Metode Travelling Salesman Problem**

Biaya distribusi metode TSP PT. XYZ pada bulan Febuari 2024 didapatkan dari perhitungan total rute distribusi yaitu sebesar 91,4 km yang dilalui pada rute 1.

Didapatkan biaya distribusi untuk rute 1 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 &= (\text{Total Rute Distribusi} \times (1/6) \times \text{Biaya Bahan Bakar}) + \text{Biaya Retribusi} + \text{Biaya Sopir} \\
 &= (91,4 \text{ Km} \times (1/6) \times \text{Rp } 6.800/\text{liter}) + \text{Rp } 50.000 + \text{Rp } 140.000 \\
 &= \text{Rp. } 293.586/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Maka, Total biaya distribusi usulan rute 1 pada bulan Febuari 2024:

$$\begin{aligned}
 &= \text{Biaya distribusi usulan} \times \text{Intensitas distribusi} \\
 &= \text{Rp } 293.586 \times 5 \text{ kali} \\
 &= \text{Rp. } 1.467.933
 \end{aligned}$$

Sehingga, dapat diketahui total biaya distribusi usulan dan total jarak tempuh. Total jarak tempuh distribusi usulan rute 1 yaitu sebesar 91,4 km. Total biaya distribusi usulan rute 1 pada bulan Febuari 2024 adalah sebesar Rp. 1.467.933.

Tabel 7. Total Biaya Distribusi Usulan pada Bulan Febuari 2024

Route	Total Biaya Distribusi Usulan (Rp)
1	Rp. 1.467.933
2	Rp. 1.274.700
3	Rp. 1.509.300
4	Rp. 1.273.566
<b>Total</b>	<b>Rp. 5.525.500</b>

Berdasarkan Tabel 7 dapat diketahui bahwa Total biaya distribusi menggunakan metode TSP Algoritma *Branch and Bound*. Berdasarkan hasil rekapitulasi data yang telah dilakukan oleh peneliti dapat menunjukkan total biaya distribusi usulan untuk rute 1 adalah sebesar Rp. 1.467.933. Total biaya distribusi usulan untuk rute 2 adalah sebesar Rp. 1.274.700, total biaya distribusi usulan untuk rute 3 adalah sebesar Rp. 1.509.300, dan total biaya distribusi usulan untuk rute 4 adalah sebesar Rp. 1.273.566 sehingga total biaya

distribusi usulan seluruh rute usulan menggunakan metode TSP Algoritma *Branch and Bound* adalah Rp. 5.525.500. Selanjutnya, Membandingkan Jarak, total biaya distribusi dan total jarak awal dari perusahaan dengan jarak, total jarak dan biaya distribusi menggunakan metode TSP Algoritma *Branch and Bound*. Tabel 8 merupakan hasil perbandingan jarak, total jarak dan biaya distribusi sebelum dan setelah menggunakan metode TSP Algoritma *Branch and Bound*.

Tabel 8. Perbandingan Jarak dan Biaya Rute Awal dan Metode TSP

	Rute	Rute Pengiriman	Jarak (km)	Total Jarak (km)	Total Biaya Distribusi (Rp)
Rute Awal	1	PT. XYZ – PT. A – PT. B – PT. C – PT. D – PT. XYZ	47 + 33 + 9,2 + 4,8 + 17	111	Rp. 1.579.000
	2	PT. XYZ – PT. E – PT. F – PT. G – PT. H – PT. XYZ	13 + 17 + 15 + 7 + 6,1	58,1	Rp. 1.279.233
	3	PT. XYZ – PT. I – PT. J – PT. K – PT. L – PT. XYZ	4,7 + 16 + 35 + 38 + 26	119,7	Rp. 1.628.300
	4	PT. XYZ – PT. M – PT. N – PT. O – PT. P – PT. XYZ	18 + 12 + 33 + 4,6 + 7,5	75,1	Rp. 1.375.566
		<b>TOTAL</b>		<b>363,9</b>	<b>Rp. 5.862.100</b>
TSP Algoritma <i>Branch and Bound</i>	1	PT. XYZ – PT. C – PT. A – PT. D – PT. B – PT. XYZ	11 + 32 + 30 + 3,4 + 15	91,4	Rp. 1.467.933
	2	PT. XYZ – PT. H – PT. F – PT. G – PT. E – PT. XYZ	6,1 + 16 + 15 + 7,2 + 13	57,3	Rp. 1.274.700
	3	PT. XYZ – PT. K – PT. J – PT. L – PT. I – PT. XYZ	31 + 35 + 11 + 17 + 4,7	98,7	Rp. 1.509.300
	4	PT. XYZ – PT. O – PT. P – PT. N – PT. M – PT. XYZ	3,5 + 4,6 + 15 + 12 + 22	57,1	Rp. 1.273.566
		<b>TOTAL</b>		<b>304,5</b>	<b>Rp. 5.525.500</b>

Berdasarkan tabel 8 dapat diketahui bahwa rute awal perusahaan memiliki total rute distribusi sebesar 363,9 km dengan total biaya distribusi sebesar Rp. 5.862.100. Sedangkan rute distribusi usulan metode TSP Algoritma *Branch and Bound* memiliki total rute distribusi sebesar 304,5 km dengan total total biaya distribusi sebesar Rp. 5.525.500. Berdasarkan hasil rekapitulasi tersebut maka dapat disimpulkan bahwa rute distribusi usulan dengan menggunakan metode TSP Algoritma *Branch and Bound* memiliki rute distribusi dan biaya distribusi yang lebih minimum dibandingkan rute distribusi awal perusahaan, sehingga dapat dikatakan bahwa rute distribusi usulan menggunakan metode TSP Algoritma *Branch and Bound* lebih optimal.

Tabel 9. Perbandingan Total Jarak dan Biaya Rute Awal dan Metode TSP

	Jarak Tempuh (km)	Biaya Distribusi (Rp)
<b>Rute Awal Perusahaan</b>	363,9	Rp. 5.862.100
<b>Rute Usulan Metode TSP</b>	304,5	Rp. 5.525.500
<b>Penghematan</b>	59,4	Rp. 336.600
<b>Persentase Penghematan</b>	16,32%	5,74%

Penghematan Jarak Tempuh

$$= \frac{\text{Jarak Awal Perusahaan} - \text{Jarak TSP}}{\text{Jarak Awal Perusahaan}} \times 100\%$$

$$= \frac{363,9 - 304,5}{363,9} \times 100\%$$

$$= 16,32\%$$

Penghematan Biaya Distribusi

$$= \frac{\text{Biaya Awal Perusahaan} - \text{Biaya TSP}}{\text{Biaya Awal Perusahaan}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{Rp. 5.862.100} - \text{Rp. 5.525.500}}{\text{Rp. 5.862.100}} \times 100\%$$

$$= 5,74\%$$

Berdasarkan tabel 9 dapat diketahui bahwa rute distribusi awal perusahaan memiliki total rute distribusi sebesar 363,9 km dengan total biaya distribusi Rp. 5.862.100. Sementara itu, rute metode TSP algoritma *Branch and Bound* menghasilkan total rute distribusi sebesar 304,5 km dengan total biaya distribusi Rp. 5.525.500. Dengan demikian, rute distribusi metode TSP algoritma *Branch*

*and Bound* lebih baik dan lebih optimal dibandingkan dengan rute distribusi awal perusahaan. Sehingga diperoleh total penghematan rute distribusi sebesar 59,4 km dengan persentase penghematan sebesar 16,32% dan total penghematan biaya distribusi sebesar Rp. 336.600 dengan persentase penghematan sebesar 5,74%. Selain itu, total produk yang didistribusikan pada setiap rute tidak melebihi kapasitas kendaraan yang digunakan yaitu 80 Colly. Dengan demikian, rute distribusi usulan menggunakan metode TSP Algoritma *Branch and Bound* dapat diterima.

### 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil rekapitulasi data yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa rute awal distribusi perusahaan menghasilkan total rute distribusi sebesar 363,9 km dengan total biaya distribusi Rp. 5.862.100. Sedangkan rute metode TSP algoritma *Branch and Bound* menghasilkan total rute distribusi sebesar 304,5 km dengan total biaya distribusi Rp. 5.525.500. Dengan demikian, rute distribusi metode TSP algoritma *Branch and Bound* lebih optimal dan lebih baik daripada rute distribusi awal perusahaan. Diperoleh total penghematan rute distribusi sebesar 59,4 km dengan persentase penghematan sebesar 16,32% dan total penghematan biaya distribusi sebesar Rp. 336.600 dengan persentase penghematan sebesar 5,74%. Maka, biaya distribusi dan rute distribusi usulan berdasarkan pengiriman kepada distributor menggunakan metode TSP Algoritma *Branch and Bound* lebih minimum dibandingkan rute distribusi awal perusahaan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Akhand, M. A. H. *et al.* (2020) ‘Discrete Spider Monkey Optimization for Travelling Salesman Problem’, *Applied Soft Computing Journal*, 86. doi: 10.1016/j.asoc.2019.105887.
- Arga, E. S. *et al.* (2021) ‘Penerapan Algoritma Dijkstra Pada Pencarian Jalur Terpendek’, *Jurnal Bayesian: Jurnal Ilmiah Statistika dan Ekonometrika*, 1(2), pp. 134–142. doi: 10.46306/bay.v1i2.15.
- Ayu, F., Sitanggang, A. and Napitupulu, N.

- (2023) 'Implementation of Branch and Bound Algorithm to Solve the Travelling Salesman Problem at PT Jasa Harapan Barat', *Journal of Mathematics Education and Application (JMEA)*, 2(3), pp. 152–158.
- Dewi, N. K., Siswanto, B. N. and Hiber, K. A. (2020) 'Model Distribusi Dengan Mempertimbangkan Kapasitas Angkut', *Jurnal Manajemen Logistik ...*, 6(Juli), pp. 71–79. Available at: <https://juna.ulbi.ac.id/index.php/stimlog/article/view/105>.
- Hidayati, R., Guntoro, I. and Junianti, S. (2019) 'Penggunaan Metode Simulated Annealing untuk Penyelesaian Travelling Salesman Problem', *Journal of Computer Engineering System and Science*, 4(2), pp. 217–221.
- Hilman, M. and Yusril Sidik, Y. (2023) 'Penentuan Rute Distribusi Menggunakan Metode Cheapest Insertion Heuristic (Cih) Guna Meminimalkan Pengeluaran Biaya Pada Ukm Aren Creativity Di Kabupaten Ciamis', *Jurnal Industrial Galuh*, 4(2), pp. 51–61. doi: 10.25157/jig.v4i2.3017.
- Hilmi, O, Z. (2021) 'Jurnal Ekonomi dan Bisnis , Vol . 8 No . 2 September 2021 E - ISSN OPTIMALISASI RUTE DISTRIBUSI MENGGUNAKAN METODE TRAVELING SALESMAN PROBLEM ( TSP ) UNTUK MEMINIMASI BIAYA DISTRIBUSI', 8(2), pp. 163–178.
- Lestari Mahmud, S. *et al.* (2022) 'PENENTUAN RUTE PENDISTRIBUSIAN GAS LPG 3 KG MENGGUNAKAN METODE SAVING MATRIKS (studi kasus: Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan)', *J. Ris. & Ap. Mat*, 06(01), pp. 40–62.
- Rizki Putra Sinaga and Faridawaty Marpaung (2023) 'Perbandingan Algoritma Cheapest Insertion Heuristic Dan Nearest Neighbor Dalam Menyelesaikan Traveling Salesman Problem', *Jurnal Riset Rumpun Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2(2), pp. 238–247. doi: 10.55606/jurrimipa.v2i2.1614.
- S, D. B., Salsabila, S. and Anggraeni, F. (2020) 'Optimasi Penentuan Rute Kendaraan Distribusi Produk Air Minum Kemasan Galon Menggunakan Metode Saving Matrix di Depot Air Minum Isi Ulang Banyu Belik Purwokerto', *Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu dan Aplikasi Teknik*, 19(01), pp. 24–33.
- Syafiin, I. A. S., Fatimah, S. N. and Fauzi, M. (2021) 'Travelling Salesman Problem Analysis with Complete Enumeration Method, Branch & Bound and Greedy Heuristic', *Eduvest - Journal of Universal Studies*, 1(8), pp. 752–756. doi: 10.59188/eduvest.v1i8.144.