

OPTIMASI RUTE TERPENDEK JALUR DISTRIBUSI OBAT-OBATAN DENGAN METODE TRAVELING SALESMAN PROBLEM ALGORITMA TABU SEARCH

Vera Devani¹⁾, Atika Muthia Sari²⁾

Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

e-mail: ¹⁾veradevani@gmail.com, ²⁾atika.muthia03@gmail.com

ABSTRAK

Perusahaan proses pendistribusian obat-obatan dengan menggunakan sistem FIFO (First In First Out). Hal ini dapat memungkinkan rute pendistribusian obat-obatan lebih panjang dikarenakan pengantaran berdasarkan list orderan. Metode Traveling Salesman Problem Algoritma Tabu Search merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan distribusi, dengan cara mengevaluasi setiap iterasi hingga ditemukan rute yang optimal. Untuk mengetahui rute distribusi obat-obatan dengan jarak dan waktu terpendek. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rute distribusi optimal pada perusahaan ini adalah sejauh 23,3 km serta waktu tempuh sejauh 55 menit dengan rute dari Distributor – PT. Awal Bros Putra Medika – RS Tabrani – PT. Ekamas International Hospital – RS Awal Bros A. Yani - Apotek ASEAN. Sedangkan berdasarkan kondisi real rute distribusi salesman menempuh jarak sejauh 23,9 km serta waktu tempuh sejauh 63 menit dengan rute dari Distributor – PT. Awal Bros Putra Medika – RS Tabrani – PT. Ekamas International Hospital – RS Awal Bros A. Yani - Apotek ASEAN. Dari kedua rute distribusi tersebut didapatkan selisih jarak tempuh 0,6 km serta waktu tempuh 8 menit.

Kata kunci: Algoritma Tabu Search, Distribusi, Traveling Salesman Problem

ABSTRACT

The company processes the distribution of medicines using the FIFO (First In First Out) system. This can enable the distribution route for medicines to be longer because delivery is based on an order list. Traveling Salesman Problem Method The Tabu Search algorithm is a method that can be used to solve distribution problems, by evaluating each iteration until the optimal route is found. To find out the distribution route for medicines with the shortest distance and time. The results of this research show that the optimal distribution route for this company is 23.3 km and the travel time is 55 minutes on the route from Distributor - PT. Awal Bros Putra Medika – Tabrani Hospital – PT. Ekamas International Hospital – Awal Bros A. Yani Hospital - ASEAN Pharmacy. Meanwhile, based on real conditions, the salesman's distribution route covers a distance of 23.9 km and a travel time of 63 minutes on the route from Distributor - PT. Awal Bros Putra Medika – Tabrani Hospital – PT. Ekamas International Hospital – Awal Bros A. Yani Hospital - ASEAN Pharmacy. From the two distribution routes, it was found that the difference in travel distance was 0.6 km and travel time was 8 minutes.

Keywords: Tabu Search Algorithm, Distribution, Traveling Salesman Problem.

PENDAHULUAN

Obat-obatan (farmasi) merupakan kebutuhan utama dengan tingkat urgensi yang tinggi, sehingga kebutuhan terhadap produk farmasi akan meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan tidak terpengaruh oleh naik turunnya kondisi perekonomian suatu negara.

Distribusi secara umum dikenal tidak lepas dari adanya konsumen dan produsen, yang mana dengan artian barang atau jasa yang dihasilkan tidak akan memiliki nilai guna apabila barang atau jasa tersebut tidak sampai ke tangan konsumen. Hasil produksi barang atau jasa inilah yang akan disalurkan ke konsumen melalui kegiatan yang disebut distribusi [1].

Permasalahan TSP (*Traveling Salesman Problem*) adalah pencarian jalan terpendek dengan semua kota dilalui, dan kota-kota hanya akan dilintasi sekali lalu kembali ke titik awal [2].

Pengantaran obat-obatan pada perusahaan ini ke konsumen dilaksanakan dengan sistem FIFO (*First In First Out*). Kurir mengantarkan obat-obatan kepada konsumen yang mengorder lebih awal berdasarkan list. Dalam sehari kurir melakukan pengantaran sebanyak 2 kali yaitu pada pukul 10.00 WIB dan 14.00 WIB. Perusahaan ini harus menerapkan suatu metode distribusi *Traveling Salesman Problem Algoritma Tabu Search* untuk dapat mengoptimalkan rute terpendek jalur distribusi obat-obatan.

Seiring dengan banyaknya perkembangan di bidang industri, maka banyak dilakukan penelitian tentang penerapan *Traveling Salesman Problem* di bidang industri Pada industri pariwisata di sebuah kota yakni Bali, yang mana permasalahan yang muncul adalah pemilihan urutan lokasi wisata yang akan dikunjungi dan pemilihan rute terpendek. Dengan menggunakan metode *Traveling Salesman Problem Algoritma Tabu Search* ini menemukan biaya terbaik terkecil, yang mana Biaya terbaik merupakan total jarak terpendek dari algoritma Tabu Search sebesar 372 km yang merupakan total jarak terpendek dari rute perjalanan ke 19 lokasi wisata [3].

Sebuah penelitian berfokus pengoptimalan rute distribusi barang pada PT. Yakult Indonesia Persada Cabang. Lhokseumawe, metode *Traveling Salesman Problem Algoritma Tabu Search* digunakan untuk mendapatkan penghematan jalur distribusi barang. rute pertama dari total jarak 1133,9 km menjadi 1065,4 km, rute kedua dari jarak 719,8 km menjadi 656,4 km, rute 3 dari jarak 210,6 km menjadi 200,4 km , rute 4 dari jarak 894,6 km menjadi 885,3 km, rute 5 dari jarak 929,2 km menjadi 892 km , rute 6 dari jarak 848,85 km menjadi 843,45 km dan rute 7 dari jarak 1304,4 km menjadi 1248,6 km [4].

Penelitian lainnya tentang penerapan *Traveling Salesman Problem* di bidang industri. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk meminimalkan waktu dan biaya perjalanan untuk sampai ke tujuan akhir yang akan ditempuh. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat membuktikan bahwa dengan menggunakan metode *Traveling Salesman Problem* mampu menyelesaikan pencarian rute terpendek menuju satu kota dengan aturan hanya dapat melewati 1 kali pada lokasi tersebut. Nilai terkecil diperoleh pada jarak 51 km pada rute CABD= e CABD=17+15+19=51 dan DBAC=19+15+17=51 [5].

Penelitian lain berfokus pada penentuan rute tetap pendistribusian untuk dapat melihat biaya distribusi apakah efisien atau tidak. Dengan menggunakan metode *Traveling Salesman Problem Algoritma Tabu Search* total jarak tempuh berkurang sebesar 921,5 km dengan persentase sebesar 28%, dan terdapat efisiensi total biaya sebesar Rp. 1.685.810,- dengan persentase sebesar 24% [6].

Penelitian lainnya mengenai penugasan distribusi BBM menggunakan metode *Algoritma Tabu Search* dan *Cheapest Insertion Heuristic* berdasarkan data alamat SPBU dan jarak tempuh. Berdasarkan perhitungan menggunakan *Algoritma Tabu Search* didapatkan nilai akhir total jarak tempuh yaitu 816,2 km, sedangkan dengan menggunakan *Algoritma Cheapest Insertion Heuristic* memiliki nilai akhir total jarak tempuh yaitu 1039,7 km. Terdapat perbedaan pada nilai akhir total jarak tempuh, yang mana total jarak tempuh dengan menggunakan *Algoritma Tabu Search* lebih kecil, sehingga hal ini menunjukkan bahwa *Algoritma Tabu Search* lebih optimal pada penentuan rute distribusi BBM [7].

Penelitian yang dilakukan saat ini yaitu optimasi rute terpendek jalur distribusi salah satu distributor obat-obatan, dimana objek yang diteliti yaitu pengantaran obat-obatan setiap hari ke 5 titik tujuan (RS Awal Bros A. Yani, PT. Awal Bros Putra Medika, RS Tabrani, Apotek ASEAN, dan PT. Ekamas International Hospital). Dengan menggunakan metode *Traveling Salesman Problem Algoritma Tabu Search*, dapat ditentukan rute dan jarak terpendek pengantaran obat-obatan ke setiap titik tujuan, dengan mempertimbangkan tingkat kemacetan jalan pada jam sibuk, sehingga dapat menghemat waktu pengantaran.

Penelitian ini juga menentukan efisiensi waktu setelah menggunakan metode *Traveling Salesman Problem Algoritma Tabu Search*.

Distribusi

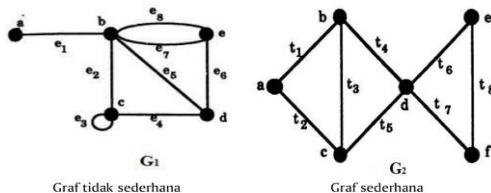
Distribusi secara umum dikenal tidak lepas dari adanya konsumen dan produsen, yang mana dengan artian barang atau jasa yang dihasilkan tidak akan memiliki nilai guna apabila barang atau jasa tersebut tidak sampai ke tangan konsumen. Hasil produksi barang atau jasa inilah yang akan disalurkan ke konsumen melalui kegiatan yang disebut distribusi [1]. 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*) [8].

Teori Graf

Dalam suatu kajian matematika terdapat sebuah teori yang dinamakan teori graf, yang mana teori ini diterapkan di berbagai bidang hingga kini. Pada matematika diskrit digunkannya kata “graf” untuk objek matematika yang terdiri dari himpunan objek-objek dan bagaimana objek-objek tersebut saling berhubungan [9].

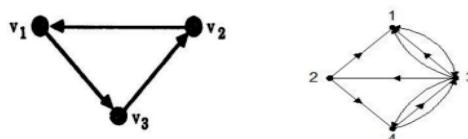
Terdapat beberapa macam-macam graf, yaitu sebagai berikut [10]:

1. Macam graf atas dasar ada tidaknya gelang (Loop) maupun bagian ganda pada suatu graf, terbagi jadi 2 macam sebagai berikut:
 - a. Graf sederhana (*Simple Graph*) adalah graf yang tidak memiliki percabangan atau dua sisi
 - b. Graf tidak biasa/multigraf (*Unsimple Graph/Multigraph*) adalah graf dengan percabangan atau dua bagian



Gambar 1. Graf Sederhana dan Graf Tidak Sederhana

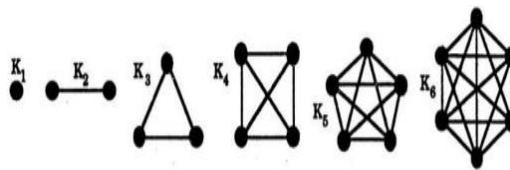
2. Jenis graf atas dasar orientasi arah pada sisi, terbagi menjadi 2 macam, yaitu:
 - a. Tak-berarah (*Undirected Graph*) merupakan graf yang setiap bagianya tidak memiliki arah tujuan.
 - b. Berarah (*Directed Graph* atau *Digraph*) ialah graf yang setiap bagianya dapat dilihat berarah kemana.



Gambar 2. Graf Berarah

3. Graf Lengkap

Graf lengkap berasal dari graf sederhana yang mana dihubungkan oleh sebuah sisi dari setiap pasang simpul yang berbeda.



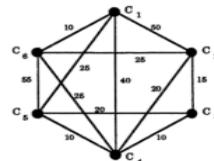
Gambar 3. Graf Lengkap

4. Graf Kosong

Graf kosong (*trivial*) merupakan graf yang tidak memiliki sisi.

5. Graf Berbobot

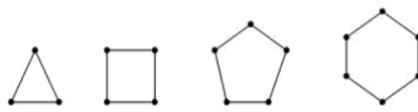
Graf berbobot (*weighted graph*) adalah graf yang memiliki bobot setiap sisinya.



Gambar 4. Graf Berbobot

6. Graf Lingkaran

Graf lingkaran adalah graf sederhana yang setiap simpulnya berderajat dua.



Gambar 5. Graf Lingkaran

7. Graf Teratur

Graf teratur (*regular graph*) adalah graf yang setiap simpulnya mempunyai derajat sama. Contohnya graf lingkaran salah satunya.

Traveling Salesman Problem

Permasalahan TSP (*Traveling Salesman Problem*) adalah pencarian jalan terpendek dengan semua kota dilalui, dan kota-kota hanya akan dilintasi sekali lalu kembali ke titik awal [2]. TSP dapat dimaknai sebagai suatu upaya perusahaan guna mengecilkan ongkos pengiriman dengan cara menetapkan alur perjalanan yang akan dilalui sumber daya ke semua titik dan kembali ke titik awal tanpa adanya pengulangan melewati titik yang sudah disinggahi atau dilewati [11].

Traveling Salesman Problem (TSP) ini awal pertama kali dikenalkan yaitu pada tahun 1800 oleh 2 orang matematikawan asal Irlandia yang bernama William Roman Hamilton dan asal Inggris yang bernama Thomas Penyngton. Hoffman dan Wolfe kemudian pada tahun 1985 menjelaskan bahwa TSP berisi suatu permasalahan perjalanan yang harus diselesaikan oleh seorang *salesman*. Persoalan TSP ini dimana seorang *salesman* harus memasarkan produk dari satu tempat ke tempat lainnya namun tempat yang didatangi harus hanya dilalui sekali saja dan kembali ke tempat awal mula berjalan [12].

Traveling Salesman Problem (TSP) diartikan sebagai upaya guna menemukan rute terpendek yang harus ditempuh *salesman* dengan cara dimulai kota asal dan melewati setiap titik tepat satu kali kemudian kembali ke titik asal. Namun, nyatanya dalam lingkup masyarakat sendiri TSP tidaknya hanya diperuntukan hanya untuk seorang *salesman* namun dapat beberapa *salesman* untuk menyelesaikan suatu pekerjaan, kasus seperti ini biasanya disebut dengan *Multiple Traveling Salesman* (Multi-TSP) [13]. TSP diibaratkan apabila seseorang dipaparkan sebuah rute sebuah lokasi beserta biaya perjalanan dari tiap

lokasi maka didapatkan rute terdekat atau biaya termurah, dan *salesman* diharuskan untuk berjalan melalui satu kota hanya dalam dalam sekali perjalanan [14].

Persoalan TSP (*Traveling Salesman Problem*) ini menggunakan representasi graf dan riset operasi untuk memodelkan persoalan yang diwakili sehingga lebih mudah penyelesaiannya [15]. Permasalahan TSP (*Traveling Salesman Problem*) adalah pencarian jalan terpendek dengan semua kota dilalui, dan kota-kota hanya akan dilintasi sekali lalu kembali ke titik awal. Bentuk umum program linear untuk masalah *Traveling Salesman Problem* adalah sebagai berikut [2]:

$$\min Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

dengan batasan kendala:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jika kota } j \text{ dicapai dari kota } i; \\ 0, & \text{jika kota } j \text{ tidak dicapai dari kota } i. \end{cases} \quad (4)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad (5)$$

Keterangan dari bentuk di atas adalah:

1. Z adalah fungsi obyektif berupa jarak tempuh
2. x_{ij} ($i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, n$) adalah variabel keputusan apakah kota j dicapai dari kota i .
3. d_{ij} ($i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, n$) adalah jarak antara kota i dengan kota j .

Traveling Salesman Problem (TSP) terbagi dalam 2 kasus, yaitu simetris dan asimetris. TSP jenis simetris artinya missal biaya dari kota 1 ke kota 2 dengan biaya dari kota 2 ke kota 1 sama, sedangkan jenis asimetris adalah kebalikannya yaitu berbeda [12].

Dalam *traveling salesman problem* (TSP) terdapat beberapa asumsi yaitu sebagai berikut [16]:

1. Memiliki beberapa titik pemberhentian
2. Terdapat rute tiap perpindahan tempat satu ke tempat lainnya
3. Adanya biaya distribusi C_{ij} tempat i ke tempat j pada rute i ke j
4. Biasanya $C_{ij} = C_{ji}$ namun dapat tidak sama
5. Seorang diminta memulai perjalan tempat satu ke tempat lainnya tanpa terjadinya pengulangan hingga balik ke tempat awal perjalanan dimulai.

Algoritma Tabu Search

Pada tahun 1970-an, *Tabu search* pertama kali diperkenalkan oleh seorang ilmuwan bernama Glover. Menurut Glover, *Tabu Search* adalah salah satu metode *metaheuristic* tingkat tinggi untuk penyelesaian permasalahan optimasi kombinatorial. *Tabu search* teknik yang melakukan perulangan dari setiap langkah awalan hingga mendapatkan hasil yang optimum, yang kemudian hasil optimum tersebut dimasukkan ke dalam *tabu list* [17].

Upaya untuk penentuan nilai tidak terperangkap hanya di nilai optimum lokal maka menerapkan salah satu metode optimasi yang menerapkan *short-term memory* yaitu *tabu search* (TS) [18].

Pada *tabu search* terdapat tiga jenis struktur memori, yaitu sebagai berikut [17]:

1. *Short-term/Jangka Pendek*

Jika ada solusi potensial muncul dalam daftar tabu, maka solusi tersebut tidak dapat ditinjau kembali hingga mencapai titik kadaluwarsa

2. *Intermediate-term/Jangka Menengah*

Membiasakan pencarian kearah area ruang pencarian yang menjanjikan

3. *Long-term/Jangka Panjang*

Aturan diversifikasi yang mendorong pencarian ke wilayah baru.

Pada *tabu search* terdapat kriteria dalam pemberhentian iterasi yaitu [16]:

1. Iterasi dihentikan setelah melewati jangka waktu tertentu

2. Dihentikan pada iterasi ke-n

3. Apabila nilai penalti *current condition* sudah memenuhi batas minimal maka iterasi dapat dihentikan

4. Apabila semua langkah tidak dapat memperbaiki *current condition* dan semua *neighbor solution* sudah ada dalam *tabu list* maka iterasi dapat dihentikan

Pada *tabu search* terdapat beberapa elemen utama yaitu sebagai berikut [18]:

1. Representasi Solusi

Setiap solusi yang mungkin untuk suatu masalah optimal harus direpresentasikan secara unik

2. Fungsi *Cost*

Setiap fungsi biaya akan memetakan setiap solusi yang layak terhadap nilai biayanya.

3. Tetangga

Suatu fungsi yang memetakan setiap solusi layak ke solusi lain.

4. *Tabu List*

Berisi jalur terpendek yang diperoleh hingga saat pertama kali memuat solusi awal.

METODE PENELITIAN

Metode ini digunakan untuk menentukan nilai optimal jarak dan waktu yang akan ditempuh perusahaan dalam pengantaran obat-obatan ke masing-masing tujuan yaitu apotek atau rumah sakit mana yang harus dilakukan pengantaran lebih awal hingga kembali ke titik awal pengantaran. Adapun langkah-langkah perhitungan dengan menggunakan metode tersebut adalah sebagai berikut:

1. Tentukan rute awal dan menentukan solusi terbaik untuk tahap awal. Solusi awal untuk *Traveling Salesman Problem* (TSP) adalah menghitung rute awal perjalanan menggunakan tetangga terdekat
2. Menentukan solusi baru atau solusi alternatif
3. Evaluasi jalur alternatif dengan memilih solusi terbaik dalam sekeliling, solusi saat ini yang tidak termasuk larangan solusi (tabu) dengan daftar tabu untuk melihat apakah kandidat solusi (*solusi alternative*) sudah aktif daftar tabu.
4. Periksa iterasi maksimum. Jika iterasi maksimum, maka itu diselesaikan, yaitu dengan memperoleh solusi terbaik melalui yang dihasilkan jalur terpendek. Jika sudah, maka proses diulang kembali dari langkah ke 5.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengantaran yang rutin dilakukan yaitu dilihat dari pengantaran selama sebulan yaitu minimal dalam sebulan apotik/rumah sakit melakukan order sebanyak 16 kali, dengan hari kerja dalam sebulan 20 hari. Adapun apotik/rumah sakit yang rutin menjadi rute distribusi yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. Rekapitulasi Rute Rutin Distribusi 1 Bulan

No.	Apotik/Instansi	Jumlah Rute Rutin
1	RS Awal Bros A. Yani	26
2	PT. Awal Bros Putra Medika	17
3	RS Tabrani	29
4	Apotek ASEAN	16
5	PT. Ekamas International Hospital	22

Untuk dapat melakukan perhitungan jarak dan waktu kondisi *real* distribusi digunakan jarak dan waktu *real* distribusi berdasarkan aplikasi *Google Maps* sebagai berikut:

Tabel 2. Rekapitulasi Jarak (km) dalam Proses Distribusi *Real*

From/To	0	1	2	3	4	5
0	0	3	5,5	9	2,7	3,1
1	3,6	0	2,4	8,4	3,2	2,4
2	3,7	0,65	0	6	2,1	1,8
3	10	7,3	8,1	0	8,7	8,4
4	3,2	2,5	4,7	7,2	0	0,3
5	3,5	2,2	4,4	7,3	0,3	0

Tabel 3. Rekapitulasi Waktu (menit) dalam Proses Distribusi *Real*

From/To	0	1	2	3	4	5
0	0	7	11	20	8	11
1	9	0	4	17	9	10
2	8	2	0	12	6	6
3	22	15	14	0	21	19
4	16	7	11	16	0	1
5	18	6	10	16	1	0

Perhitungan jarak dan waktu kondisi *real* rute distribusi adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan Jarak dan Waktu Kondisi *Real* Distribusi

Tanggal Rute Rutin	Rute Distribusi	Jarak (km)	Waktu (menit)
04/10/2023	0-2-1-5-3-4-0	27,75	71
14/10/2023	0-4-3-1-5-2-0	27,7	67
25/10/2023	0-1-2-3-4-5-0	23,9	63
29/10/2023	0-5-1-2-4-3-0	27	65

Jadi, berdasarkan perhitungan jarak dan waktu kondisi *real* rute distribusi didapatkan hasil rute distribusi seperti tabel di atas.

Adapun perhitungan jarak dan waktu untuk rute distribusi obat-obatan pada satu bulan dengan menggunakan metode *Traveling Salesman Problem Algoritma Tabu Search* adalah sebagai berikut:

1. Pengambilan data rute distribusi obat-obatan paling rutin selama satu bulan.

Tabel 5. Titik Awal dan Titik Tujuan Distribusi

No.	Apotik/Instansi
0	Distributor
1	PT. Awal Bros Putra Medika
2	RS Tabrani
3	PT. Ekamas International Hospital
4	Apotek ASEAN
5	RS Awal Bros A. Yani

2. Pengambilan data jarak dan waktu tiap titik rute dengan menggunakan aplikasi *Google Maps*.

Tabel 6. Rekapitulasi Jarak (km) dalam Proses Distribusi Optimal

From/To	0	1	2	3	4	5
0	0	3	5,5	9	2,7	3,1
1	3,6	0	2,4	8,4	3,2	2,4
2	3,7	0,65	0	6	2,1	1,8
3	10	7,3	8,1	0	8,7	8,4
4	3,2	2,5	4,7	7,2	0	0,3
5	3,5	2,2	4,4	7,3	0,3	0

Tabel 7. Rekapitulasi Waktu (menit) dalam Proses Distribusi Optimal

From/To	0	1	2	3	4	5
0	0	7	11	20	8	11
1	9	0	4	17	9	10
2	8	2	0	12	6	6
3	22	15	14	0	21	19
4	12	7	11	16	0	1
5	11	6	10	16	1	0

3. Menentukan solusi alternatif dengan mencoba menghubungkan setiap titik, sebelum itu menentukan berapa jumlah iterasi yang akan didapatkan dengan menggunakan rumus kombinasi yaitu sebagai berikut:

$$C_r^n = \frac{n!}{(n-r)!r!}$$

$$C_2^5 = \frac{5!}{(5-2)!2!} = \frac{120}{12} = 10 \text{ iterasi}$$

4. Setelah mendapatkan jumlah iterasi, maka kita dapat melakukan pencarian solusi alternatif dan mengisi *tabu list* sebagai berikut:

Rute awal: 0-1-2-3-4-5-0 dengan rute tersebut menempuh jarak sejauh 23,9 km dan waktu selama 58 menit.

Tabel 8. Pencarian Solusi Alternatif Awal

Jalur	Pertukaran	Rute Distribusi	Jarak (km)	Waktu (menit)
0	-	0-1-2-3-4-5-0	23,9	63
1	1-2	0-2-1-3-4-5-0	27,05	63
2	1-3	0-3-2-1-4-5-0	24,75	57
3	1-4	0-4-2-3-1-5-0	26,6	67
4	1-5	0-5-2-3-4-1-0	28,3	70
5	2-3	0-1-3-2-4-5-0	25,4	56
6	2-4	0-1-4-3-2-5-0	26,8	63
7	2-5	0-1-5-3-4-2-0	29,8	73
8	3-4	0-1-2-4-3-5-0	26,6	63
9	3-5	0-1-2-5-4-3-0	24,7	56
10	4-5	0-1-2-3-5-4-0	23,3	55

Didapatkan solusi terbaik pada *tabu list* iterasi 1 yaitu 0-1-2-3-5-4-0 dengan jarak 23,3 km dan waktu 55 menit.

5. Evaluasi *tabu list* iterasi 1, namun apabila terdapat solusi yang sudah terdapat pada *tabu list* pertama, maka solusi tidak perlu dilakukan evaluasi kembali.

Tabel 9. Evaluasi *Tabu List Iterasi 1*

Jalur	Pertukaran	Rute Distribusi	Jarak (km)	Waktu (menit)
0	-	0-1-2-3-5-4-0	23,3	55
1	1-2	0-2-1-3-5-4-0	26,45	62
2	1-3	0-3-2-1-5-4-0	23,65	59
3	1-5	0-5-2-3-1-4-0	27,2	69
4	1-4	0-4-2-3-5-1-0	27,6	65
5	2-3	0-1-3-2-5-4-0	24,8	57
6	2-5	0-1-5-3-2-4-0	26,1	65
7	2-4	0-1-4-3-5-2-0	29,9	69
8	3-5	0-1-2-5-3-4-0	26,4	66
9	3-4	0-1-2-4-5-3-0	25,1	56
10	5-4	0-1-2-3-4-5-0	23,9	63

Didapatkan solusi terbaik pada *tabu list* iterasi 2 yaitu 0-1-3-2-5-4-0 dengan jarak 24,8 km dan waktu 57 menit.

6. Evaluasi *tabu list* iterasi 2, namun apabila terdapat solusi yang sudah terdapat pada *tabu list* pertama, maka solusi tidak perlu dilakukan evaluasi kembali.

Tabel 10. Evaluasi *Tabu List Iterasi 2*

Jalur	Pertukaran	Rute Distribusi	Jarak (km)	Waktu (menit)
0	-	0-1-3-2-5-4-0	24,8	57
1	1-3	0-3-1-2-5-4-0	24	58
2	1-2	0-2-3-1-5-4-0	24,7	61
3	1-5	0-5-3-2-1-4-0	25,55	64
4	1-4	0-4-3-2-5-1-0	25,6	59
5	3-2	0-1-2-3-5-4-0	23,3	55
6	3-5	0-1-5-2-3-4-0	27,7	72
7	3-4	0-1-4-2-5-3-0	30	71
8	2-5	0-1-3-5-2-4-0	29,5	71
9	2-4	0-1-3-4-5-2-0	28,5	64
10	5-4	0-1-3-2-4-5-0	25,4	56

Didapatkan solusi terbaik pada *tabu list* iterasi 3 yaitu 0-1-3-2-4-5-0 dengan jarak 25,4 km dan waktu 56 menit.

7. Evaluasi *tabu list* iterasi 3, namun apabila terdapat solusi yang sudah terdapat pada *tabu list* pertama, maka solusi tidak perlu dilakukan evaluasi kembali.

Tabel 11. Evaluasi *Tabu List Iterasi 3*

Jalur	Pertukaran	Rute Distribusi	Jarak (km)	Waktu (menit)
0	-	0-1-3-2-4-5-0	25,4	56
1	1-3	0-3-1-2-4-5-0	24,6	57
2	1-2	0-2-3-1-4-5-0	25,8	59
3	1-4	0-4-3-2-1-5-0	24,55	61
4	1-5	0-5-3-2-4-1-0	26,7	63
5	3-2	0-1-2-3-4-5-0	23,9	56
6	3-4	0-1-4-2-3-5-0	28,8	69
7	3-5	0-1-5-2-4-3-0	29,1	71
8	2-4	0-1-3-4-2-5-0	30,1	73
9	2-5	0-1-3-5-4-2-0	28,5	63
10	4-5	0-1-3-2-5-4-0	24,8	57

Didapatkan solusi terbaik pada *tabu list* iterasi 4 yaitu 0-3-1-2-4-5-0 dengan jarak 24,6 km dan waktu 57 menit.

8. Evaluasi *tabu list* iterasi 4, namun apabila terdapat solusi yang sudah terdapat pada *tabu list* pertama, maka solusi tidak perlu dilakukan evaluasi kembali.

Tabel 12. Evaluasi *Tabu List Iterasi 4*

Jalur	Pertukaran	Rute Distribusi	Jarak (km)	Waktu (menit)
0	-	0-3-1-2-4-5-0	24,6	57
1	3-1	0-1-3-2-4-5-0	25,4	56
2	3-2	0-2-1-3-4-5-0	27,05	63
3	3-4	0-4-1-2-3-5-0	25,5	61
4	3-5	0-5-1-2-4-3-0	27	65
5	1-2	0-3-2-1-4-5-0	24,75	57
6	1-4	0-3-4-2-1-5-0	28,95	75
7	1-5	0-3-5-2-4-1-0	30	71
8	2-4	0-3-1-4-2-5-0	29,5	72
9	2-5	0-3-1-5-4-2-0	27,4	65
10	4-5	0-3-1-2-5-4-0	24	58

Didapatkan solusi terbaik pada *tabu list* iterasi 5 yaitu 0-1-3-2-4-5-0 dengan jarak 25,4 km dan waktu 56 menit.

9. Setelah mendapatkan solusi terbaik dari setiap iterasi, selanjutnya memutuskan solusi optimum baru sebagai berikut:

Tabel 13. Rekapitulasi Hasil Solusi Terbaik Setiap Iterasi

Jalur	Pertukaran	Rute Distribusi	Jarak (km)	Waktu (menit)
0	-	0-1-2-3-4-5-0	23,9	63
1	10	0-1-2-3-5-4-0	23,3	55
2	5	0-1-3-2-5-4-0	24,8	57
3	10	0-1-3-2-4-5-0	25,4	56
4	1	0-3-1-2-4-5-0	24,6	57
5	1	0-1-3-2-4-5-0	25,4	56

Didapatkan solusi terbaik pada *tabu list* iterasi 1 yaitu 0-1-2-3-5-4-0 dengan jarak 23,3 km dan waktu 55 menit.

KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data Rute pendistribusian pada kondisi *real* menempuh jarak sejauh 23,9 km dan waktu perjalanan selama 63 menit, dengan rute dari Distributor – PT. Awal Bros Putra Medika – RS Tabrani – PT. Ekamas International Hospital – Apotek ASEAN – RS. Awal Bros A. Yani (Jl. Sisingamangaraja – Jl. Diponegoro – Jl. Gajah Mada – Jl. Jend. Sudirman – Jl. Tuanku Tambusai – Jl. Soekarno Hatta – Jl. Tuanku Tambusai – Jl. Jend. Sudirman – Jl. Cut Nyak Dien – Jl. Jend. Ahmad Yani – Jl. Cut Nyak Dien – Jl. Cut Nyak Dien II – Jl. Cut Nyak Meutia – Jl. Jend. Sudirman – Jl. Gajah Mada – Jl. Diponegoro – Jl. Hang Tuah – Jl. Moh. Dahlan – Jl. Sisingamangaraja). Rute pendistribusian menggunakan metode *Traveling Salesman Problem Algoritma Tabu Search* diperoleh jarak dan waktu tempuh 23,3 km dan 55 menit, dengan rute dari Distributor – PT. Awal Bros Putra Medika – RS Tabrani – PT. Ekamas International Hospital – RS Awal Bros A. Yani - Apotek ASEAN (Jl. Sisingamangaraja – Jl. St. Syarif – Jl. Diponegoro – Jl. Gajah Mada – Jl. Jend. Sudirman – Jl. Tuanku Tambusai – Jl. Soekarno Hatta – Jl. Tuanku Tambusai – Jl. Jend. Sudirman – Jl. Cut Nyak Dien – Jl. Jend. Ahmad Yani – Jl. Cut Nyak Dien – Jl. Jend. Sudirman – Jl. Kartini – Jl. Mustika – Jl. Moh. Dahlan – Jl. Sisingamangaraja). Dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan metode *Traveling Salesman Problem Algoritma Tabu Search* dapat memperpendek jarak dan waktu tempuh. Dimana terdapat pengurangan jarak tempuh sejauh 0,6 km dan waktu tempuh 8 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Tegar, *Panduan Lengkap Manajemen Distribusi*, Yogyakarta: Anak Hebat Indonesia, 2019.
- [2] D. Rahmalia and T. Herlambang, *Riset Operasi dan Komputasi*, Surabaya: Kresna Bina Insan Prima, 2020.
- [3] W. Setiawan and I.B.G. Manuaba, “Implementasi Algoritma Tabu Search Pada Masalah Penjual Keliling (Studi Kasus: Tur Perjalanan di Bali),” *Prosiding Konferensi Internasional Sains, Teknologi dan Humaniora*, pp. 1-3, 2019.
- [4] R.P. Ritonga, M. Zakaria and Syukriah. “Penugasan Rute Distribusi Menggunakan Algoritma Tabu Search Pada PT. Yakult Indonesia Persada Cabang Lhokseumawe,” *Industrial Engineering Journal*, vol. 10, no. 1, 2021.
- [5] A.W. Aranski, “Optimization of The Smallest Road Using The Traveling Salesman Problem (TSP) Method,” *International Journal of Information System & Technology*, vol. 6, no. 1, pp. 159-166, 2022.
- [6] A.W. Purnama and A.R. Mamesah, “Penentuan Rute Pengiriman Day Old Chicken di CV. Missouri dengan Pendekatan Metode Algoritma Tabu Search,” *Jurnal Manajemen Logistik dan Transportasi*, vol. 8, no. 2, pp. 86-105, 2022.

- [7] U.I. Abdul, M.R. Katili and D. Wungguli, "Optimasi Rute Pendistribusian BBM Menggunakan Algoritma Tabu Search dan Cheapest Insertion Heuristic," *Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, vol. 7, no. 1, pp. 1-14, 2023.
- [8] A.H. Musthofa, P.S. Puspitorini and I.B. Efendi, "Penentuan Rute Terpendek Guna Menentukan Penjadwalan Distribusi Kertas Kemasan Menggunakan Metode Cheapest Insertion Heuristic (CIH) Algoritm dan Distribution Requirement Planning (DRP)," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, pp. 36-47, 2020.
- [9] Wamiliana, *Minimum Spanning Tree & Desain Jaringan*, Bandarlampung: Pustaka Media, 2022.
- [10] F. Daniel., and P.N.L. Taneo, *Teori Graf*, Yogyakarta: Deepublish, 2019.
- [11] R. Ekawati and Y. Arkeman, "Traveling Salesman Problem in The Case of Refined Sugar Shipment From Distribution Centers for The Beverage Industries," *Journal Industrial Servicess*, vol. 6, no. 1, pp. 9-12, 2020.
- [12] S.E. Ramadhania and S. Rani, "Implementasi Kombinasi Algoritma Genetika dan Tabu Search untuk Penyelesaian Traveling Salesman Problem," *Jurnal Penelitian*, vol. 2, no. 1, pp. 1-8, 2021.
- [13] S. Wulandari, Helmi and Yudhi, "Penyelesaian Multiple Traveling Salesman Problem (MULTI-TSP) dengan Metode Order Crossover dalam Algoritma Genetika," *Jurnal Ilmiah Matematika Statistik dan Terapannya*, vol. 8, no. 2, pp. 157-166, 2019.
- [14] D.K. Pitaloka and R. Koesdijarto, "Implementasi Traveling Salesman Problem (TSP) dengan Algoritma Genetika Menggunakan Peta Leaflet (Studi Kasus PT. AMZ Geoinfo Solution Surabaya)," *Pros. Senakama*, vol. 1, pp. 767-776 , 2022.
- [15] S.N. Afif, M.I. Ats-Tasuri and S. Hadiwijaya, "Optimasi Rute Pengiriman Produk Komponen Otomotif (Traveling Salesman Problem) Melalui Pendekatan Heuristik," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 3, no. 1, pp. 38-46, 2022.
- [16] J.E. Simarmata, *Buku Ajar Riset Operasi dengan Excel dan POM-QM*, Sumatera Barat: Mitra Cendikia Media, 2022.
- [17] Eryn, A. Handjojo and T. Octavia, "Perbandingan Metode Tabu Search dengan Metode Hungarian Algorithm untuk Penentuan Driver Assignment pada Simulasi Taksi Online," *Jurnal INFRA*, vol. 8, no. 1, pp. 1-6, 2020.
- [18] I. Gunawan, Sumarno, H.S. Tambunan and D. Hartama, *Mogograf Algoritma Tabu Search*, Jawa Barat: Penerbit Adab, 2022.