

# PENERAPAN METODE *BRANCH AND BOUND* DALAM MENENTUKAN RUTE OPTIMAL PENDISTRIBUSIAN AIR MINUM ISI ULANG

## THE APPLICATION OF BRANCH AND BOUND METHODS IN DETERMINING THE OPTIMAL ROUTES OF REFILL DRINKING WATER DISTRIBUTION

**Nurhayati**

Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer  
Universitas Potensi Utama; Jl. KL. Yos Sudarso Km. 6,5 No 3-A Tanjung Mulia  
e-mail: [nurhayatimaulanaa@gmail.com](mailto:nurhayatimaulanaa@gmail.com)

### **Abstrak**

*Pendistribusian adalah salah satu cara yang dilakukan dalam menyalurkan suatu penyaluran barang dari suatu tempat yang merupakan lokasi awal menuju tempat akhir yang merupakan lokasi tujuan, di dalam proses pendistribusian rute perjalanan adalah hal yang penting untuk diperhatikan karena mempengaruhi waktu dan biaya dalam setiap prosesnya. Rute perjalanan yang optimal adalah rute yang digunakan untuk meminimalkan jarak dan waktu proses pendistribusian. Dalam penelitian ini penulis menggunakan Algoritma Branch and Bound yang merupakan salah satu dari algoritma penyelesaian masalah Traveling Salesman Problem dalam pencarian rute pendistribusian terpendek dengan mencari jarak yang minimum. Penelitian ini menerapkan algoritma Branch and Bound dalam pencarian rute pendistribusian dan jalur minimum untuk sebuah depot air minum isi ulang. Hasil akhir yang diperoleh berupa jalur pendistribusian air dengan rute terpendek dari 5 (lima) sampel kota yang digunakan, maka diperoleh panjang rute perjalanannya adalah 10,495 Km.*

**Kata kunci**—Algoritma Branch and Bound, Distribusi Air, Travelling Salesman Problem, Jarak Terpendek, Rute Optimal.

### **Abstract**

*Distribution is one of the ways in which the distribution of goods is carried out from a place which is the initial location to the final place which is the destination location, in the process of distributing travel routes it is important to note because it affects the time and cost in each process. The optimal travel route is the route used to minimize the distance and time of the distribution process. In this study, the author uses the Branch and Bound Algorithm which is one of the Traveling Salesman Problem solving algorithms in finding the shortest distribution route by finding the minimum distance. This study applies the Branch and Bound algorithm in finding the distribution route and the minimum path for a refill drinking water depot. The final result obtained is a water distribution route with the shortest route from the 5 (five) city samples used, then the length of the route is 10.495 Km..*

**Keywords**—Branch and Bound Algorithm, Water Distribution, Traveling Salesman Problem, Shortest Distance, Optimal Route

## 1. PENDAHULUAN

Bisnis depot air minum isi ulang dalam kemasan saat ini mengalami peningkatan setiap tahun. Banyak pengusaha yang berminat pada penjualan tersebut, hal ini menarik setiap perusahaan untuk meningkatkan strategi agar dapat tetap unggul dan bertahan di persaingan secara intensif tersebut. Strategi yang harus dilakukan oleh sebuah perusahaan salah satunya adalah pada distribusi produk yang harus dikerjakan baik. Distribusi yang baik dapat mempercepat penyaluran dan pemerataan di berbagai wilayah yang berbeda-beda sehingga mampu meningkatkan produktivitas dari setiap perusahaan.[1]

Kegiatan pendistribusian adalah kegiatan yang dilakukan oleh perusahaan dalam menyalurkan hasil produksinya kepada sejumlah konsumen. Dalam dunia industri, pendistribusian yang baik sangat mempengaruhi pengoptimalan biaya, kualitas barang serta ketepatan dalam waktu pengantaran. Dalam proses pendistribusian produk ke konsumen terkadang sering terjadi masalah yang perlu diperhatikan khususnya perusahaan yang bergerak di bidang distributor. Perusahaan harus meminimalkan dari segi jarak dan waktu tempuh, selain itu pendistribusian yang baik pada akhirnya akan meningkatkan kepercayaan dari konsumen kepada perusahaan tersebut [2][3][4]

Metode *Branch and Bound* merupakan metode yang sering digunakan dalam penyelesaian permasalahan program integer karena hasil yang diperoleh dalam penyelesaian optimasi lebih teliti dan lebih baik dari metode lain. Metode ini dikatakan lebih teliti dan lebih baik dari metode lain karena hasil optimal yang diperoleh biasanya lebih dari satu sehingga penulis dapat menentukan mana hasil yang paling optimal dari hasil-hasil yang telah diperoleh tersebut.[5][6][8][9]

Algoritma *Branch and bound* adalah algoritma pencarian di dalam ruang solusi secara sistematis. Ruang solusi diorganisasikan ke dalam pohon ruang status. Pohon ruang status tersebut dibangun berdasarkan skema BFS (*Breadth First Search*) (Riyanto, 2014). Menurut Munir (2005), pada algoritma *Branch and Bound*, pencarian ke titik solusi dapat dipercepat dengan memilih titik hidup berdasarkan nilai ongkos (*cost*). Setiap titik hidup diasosiasikan dengan sebuah ongkos yang menyatakan nilai batas (*bound*). Batas ini dapat berupa batas bawah (*lower bound*) ataupun batas atas (*upper bound*) masing-masing menyatakan batas maksimum atau batas minimum yang diperlukan untuk membangkitkan sebuah titik.[3][7][10][11]

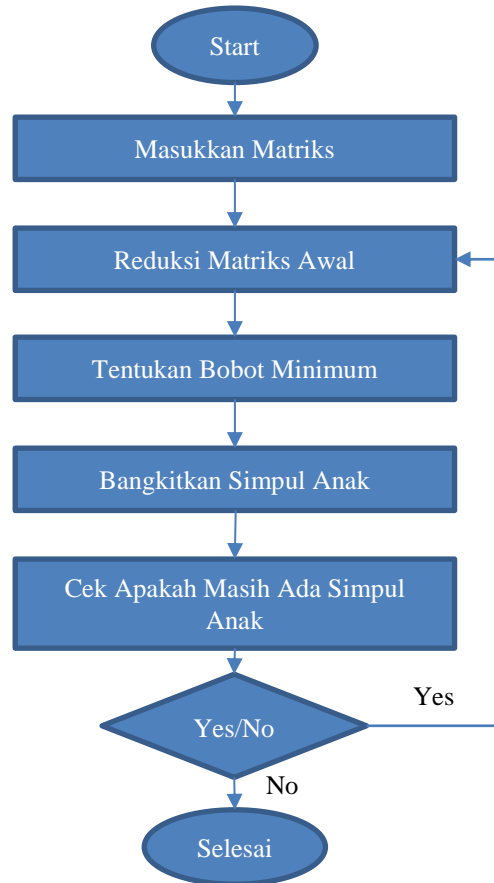
Pada intinya algoritma ini menggunakan pendekatan enumerasi dengan cara mematisasi *search space* yang tidak mengarah pada penyelesaian. Pada tahun 1960, algoritma *branch and bound* diperkenalkan oleh A.H. Land dan A.G. Doig.[4][7][12]

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi kasus dan studi literature dengan mengolah data yang berasal dari sebuah jurnal. Dan kemudian data tersebut akan diolah untuk menerapkan metode *Branch and Bound* yang diangkat.

Proses diawali dengan membentuk matriks berdasarkan data jarak yang disajikan. Dilanjutkan dengan melakukan proses pereduksian pada bagian baris dan kolom pada matriks bobot. Selanjutnya akan dicari *cost* untuk simpul akarnya, dilanjut dengan membentuk simpul-simpul anakan lainnya.

Jarak dari akar kesimpulan anakan juga akan dihitung bobotnya, dan ditentukan mana simpul anakan yang memiliki bobot minimum. Simpul inilah yang akan dibangkitkan untuk selanjutnya diperluas/diekspand. Proses akan dilakukan sampai tidak ada lagi ditemukan simpul anakan. Proses di atas akan menghasilkan sejumlah lintasan dengan bobot tertentu. Lintasan yang memiliki bobot/cost lintasan minimum merupakan lintasan yang optimum. Rute yang terbentuk seperti sebuah sirkuit Hamilton, dimana rute dimulai dari/dan berakhir di titik yang sama. Berikut adalah diagram alir algoritma *Branch and Bound*.



Gambar 1. Diagram Alir Algoritma *Branch and Bound*

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. *Data Penelitian*

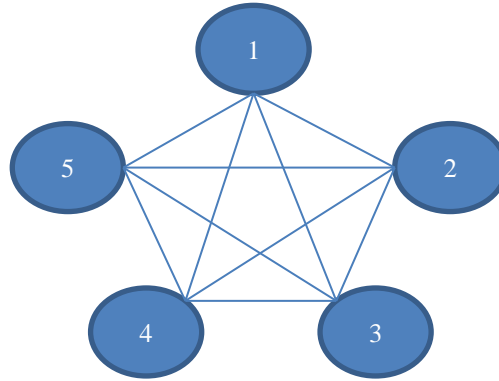
Data yang akan digunakan oleh peneliti adalah berasal dari jurnal terdahulu yaitu berupa data tempat pengisian air minum isi ulang Gonzalo yang terdapat di kota Ambon. Data yang diperoleh berupa data nama tempat/alamat pelanggan. Berikut adalah tabel data 5 daerah menurut nama jalannya dengan jarak antar setiap jalan yang dapat dilihat pada tabel 1 berikut :[13]

Tabel 1. Data Jarak Tempuh Antar Jalan dalam Satuan Km

	Gonzalo	Jl Pattimura	Jl A Y Patti	Jl A. Yani	Jl Wr. Supratman
Gonzalo	0	4.3	4.9	4.2	4.3
Jl Pattimura	4.1	0	1	0.091	0.66
Jl A Y Patti	4.9	1.1	0	1.1	1.7
Jl A. Yani	4.2	1.2	0.917	0	1.8
Jl Wr. Supratman	4.2	0.875	0.804	0.966	0
Jl Karang Panjang	3	1.1	1.9	1.2	1.2
Jl Pitu Ina	2.4	1.7	2.5	1.8	1.8
Jl Said Perintah	4.5	0.669	0.408	0.76	1.3
Jl Dr. Kayadoe	6.6	2.8	2.4	2.9	3.4
Terminal Mardika	5.2	1.5	0.794	1.6	2.1

#### B. *Penyelesaian dengan Algoritma Branch and Bound*

Berdasarkan data dalam tabel di atas, maka jarak dari setiap lokasi yang ada disajikan dalam sebuah grafik. Tempat/lokasi awal dan tujuan direpresentasikan dengan simpul dan busur menyatakan jarak tempuh ke tempat tujuan. Diagram digambarkan sebagai grafik dengan *full connected*.



Gambar 2. Grafik Jarak Antar Kota

Ket :

1. Gonzalo
2. Jalan Pattimura
3. Jalan A.Y. Patty
4. Jalan A. Yani
5. Jalan Wr. Supratman

Pencarian jalur terpendek dilakukan dengan menggunakan Algoritma *Branch and Bound*, dengan mengasumsikannya seperti mencari nilai minimum dari sirkuit hamilton yang berawal dan berakhir dari titik yang sama yakni simpul 1 sebagai simpul asal sekaligus disebut juga simpul tujuan. Proses pencarian dipercepat dengan menambahkan fungsi pembatas, dapat direpresentasikan dengan matriks bobot yang direduksi untuk mendapatkan batasnya.

Matriks bobot dibentuk dengan cara berikut: [13]

- a.  $N(i,j)$  = bobot dari simpul i ke j
- b.  $N(i,j) = \infty$ , jika tidak ada simpul dari i ke j

Berikut Matriks bobot berdasarkan gambar 1:

$$N = \begin{bmatrix} \infty & 4,3 & 4,9 & 4,2 & 4,3 \\ 4,1 & \infty & 1 & 0,091 & 0,66 \\ 4,9 & 1,1 & \infty & 1,1 & 1,7 \\ 4,2 & 1,2 & 0,917 & \infty & 1,8 \\ 4,2 & 0,875 & 0,804 & 0,966 & \infty \end{bmatrix}$$

### C. Pembentukan Simpul Akar

Algoritma *Branch and Bound* merupakan salah satu algoritma pencarian solusi pada pohon ruang status yang diawali dengan membentuk simpul akar atau simpul induk lalu mereduksi matriks bobot untuk memperoleh batas dari simpul akar. Matriks bobot dikatakan tereduksi jika pada baris dan kolom sudah memuat sedikitnya satu angka 0. Selanjutnya kita akan melakukan reduksi pada matriks  $N$ .

Proses Reduksi Baris:

Kurangi setiap baris dengan nilai terkecil dari baris tersebut, hasilnya sebagai berikut :

$$N = \begin{bmatrix} \infty & 4,3 & 4,9 & 4,2 & 4,3 \\ 4,1 & \infty & 1 & 0,091 & 0,66 \\ 4,9 & 1,1 & \infty & 1,1 & 1,7 \\ 4,2 & 1,2 & 0,917 & \infty & 1,8 \\ 4,2 & 0,875 & 0,804 & 0,966 & \infty \end{bmatrix}$$

Proses Reduksi Baris, yaitu:

baris 1, dikurangi dengan 4,2

baris 2, dikurangi dengan 0,091

baris 3, dikurangi dengan 1,1

baris 4, dikurangi dengan 0,917

baris 5, dikurangi dengan 0,804

matriks baru yang dihasilkan yaitu matriks  $N'$  seperti gambar berikut :

$$N' = \begin{bmatrix} \infty & 0,1 & 0,7 & 0 & 0,1 \\ 4,009 & \infty & 0,909 & 0 & 0,569 \\ 3,8 & 0 & \infty & 0 & 0,6 \\ 3,283 & 0,283 & 0 & \infty & 0,883 \\ 3,396 & 0,071 & 0 & 0,162 & \infty \end{bmatrix}$$

Selanjutnya proses pereduksian kolom pada matriks  $N'$ .

Proses Reduksi Kolom:

Lakukan hal yang sama pada bagian kolom matrik  $N'$  yang merupakan hasil reduksi baris dengan mengurangi setiap kolom dengan nilai terkecil dari kolom tersebut, sehingga diperoleh Matriks reduksi kolomnya yaitu:

Proses Reduksi Kolom, yaitu :

ke 1 , dikurangi dengan 3,283; dan

ke 5, dikurangi dengan 0,1

Untuk kolom 2 sampai 4 tidak perlu dilakukan pereduksian dikarenakan pada kolom tersebut sudah terdapat angka "0" di dalamnya. Sehingga diperoleh matriks baru seperti gambar di bawah ini :

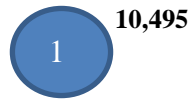
$$A = \begin{bmatrix} \infty & 0,1 & 0,7 & 0 & 0 \\ 0,726 & \infty & 0,909 & 0 & 0,469 \\ 0,517 & 0 & \infty & 0 & 0,5 \\ 0 & 0,283 & 0 & \infty & 0,783 \\ 0,113 & 0,071 & 0 & 0,162 & \infty \end{bmatrix}$$

Maka dapat diperoleh batas dari simpul akar dengan menjumlahkan seluruh pereduksian baris dan kolom dari matriks di atas yaitu :

$$\hat{c}(\text{root}) = 4,2 + 0,091 + 1,1 + 0,917 + 0,804 + 3,283 + 0,1 = 10,495$$

Sehingga diperoleh simpul akar dengan batas yaitu: 10,495.

Dan pohon status yang terbentuk sementara adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Pohon Status dengan Simpul Akar

**D. Pembangkitan Simpul Anak**

Setelah simpul akar terbentuk maka selanjutnya adalah membangkitkan simpul anak dari simpul akar.

Misal A adalah matriks tereduksi untuk simpul R dan misalkan S adalah anak dari simpul R sehingga sisi (R,S) pada pohon ruang status berkorespondensi dengan sisi (i,j). Lakukan langkah-langkah berikut : [3]

- Mengubah semua nilai dari baris  $i$  dan kolom  $j$  menjadi  $\infty$
- Mengubah  $A(j,I)$  menjadi  $\infty$
- Reduksi kembali matriks A

Reduksi matriks A akan menghasilkan matriks lain (misal, B) dan fungsi pembatas. Secara umum, persamaan fungsi pembatas adalah:

$$\hat{c}(S) = \hat{c}(R) + A(i, j) + r \quad (1)$$

dengan

$\hat{c}(S)$  = bobot perjalanan minimum yang melalui simpul S (simpul di pohon ruang status)

$\hat{c}(R)$  = bobot perjalanan minimum yang melalui simpul R, yang dalam hal ini R adalah orangtua dari S.

$A(i, j)$  = bobot sisi (i, j) pada graf G yang berkoresponden dengan sisi (R, S) pada pohon ruang status.

$r$  = jumlah semua pengurang pada proses memperoleh matriks tereduksi untuk simpul S.

Maka berdasarkan data pada Gambar 1 maka simpul anak yang akan dibangun adalah simpul 2, 3, 4 dan 5 yaitu:

**1. Simpul 2, lintasan 1 ke 2**

Gunakan langkah – langkah A dan B pada pembangkitan simpul anak maka matriks yang merepresentasikan lintasan 1 ke 2 adalah:

$$A = \begin{bmatrix} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \mathbf{0,909} & \mathbf{0} & \mathbf{0,469} \\ \mathbf{0,517} & \infty & \infty & \mathbf{0} & \mathbf{0,5} \\ \mathbf{0} & \infty & \mathbf{0} & \infty & \mathbf{0,783} \\ \mathbf{0,113} & \infty & \mathbf{0} & \mathbf{0,162} & \infty \end{bmatrix}$$

Dikarenakan untuk tiap baris matriks sudah memiliki nilai 0 (nol). Lanjutkan dengan mereduksi kolomnya yakni pada kolom 5 yang akan direduksi dengan nilai terkecil yaitu 0,469. Matriks hasilnya adalah matriks B sebagai berikut :

$$B_{1,2} = \begin{bmatrix} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \mathbf{0,909} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0,517} & \infty & \infty & \mathbf{0} & \mathbf{0,031} \\ \mathbf{0} & \infty & \mathbf{0} & \infty & \mathbf{0,783} \\ \mathbf{0,113} & \infty & \mathbf{0} & \mathbf{0,162} & \infty \end{bmatrix}$$

Dengan menggunakan persamaan fungsi pembatas pada pembangkitan simpul anak dengan bobot perjalanan minimum dari simpul induk adalah 10,495 dan bobot sisi yang berkorespondensi adalah 0,1 serta total pengurangan proses reduksi adalah 0,469 maka batas dari simpul 2 dituliskan dengan:

$$\begin{aligned} \hat{c}(2) &= \hat{c}(Root) + A(1,2) + r \\ &= 10,495 + 0,1 + 0,469 = 11,064 \end{aligned}$$

## 2. Simpul 3, lintasan 1 ke 3

Lakukan hal yang sama seperti pada lintasan 1 ke 2, maka pada lintasan 1 ke 3 dengan mengikuti langkah – langkah A dan B pada pembangkitan simpul anak maka matriks yang merepresentasikan lintasan 1 ke 3 adalah:

$$A = \begin{bmatrix} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \mathbf{0,726} & \infty & \infty & \mathbf{0} & \mathbf{0,469} \\ \infty & \mathbf{0} & \infty & \mathbf{0} & \mathbf{0,5} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0,283} & \infty & \infty & \mathbf{0,783} \\ \mathbf{0,113} & \mathbf{0,071} & \infty & \mathbf{0,162} & \infty \end{bmatrix}$$

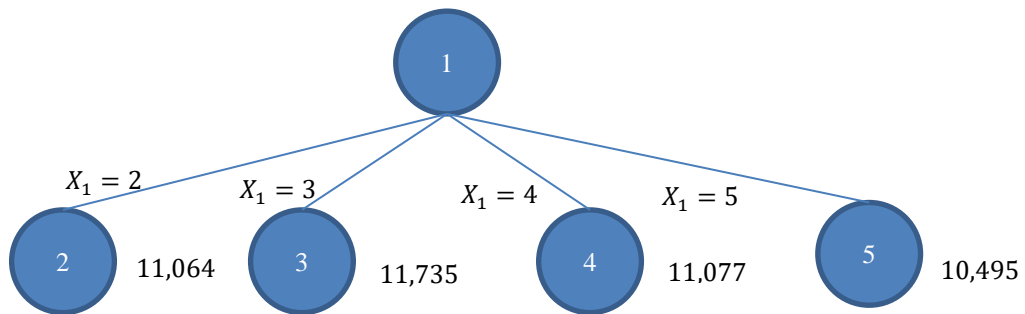
Dilanjutkan dengan pereduksian pada baris ke 5 sebesar 0,071 dan kolom 5 sebesar 0,469. Sehingga hasilnya sebagai berikut :

$$B_{1,3} = \begin{bmatrix} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \mathbf{0,726} & \infty & \infty & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \infty & \mathbf{0} & \infty & \mathbf{0} & \mathbf{0,031} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0,283} & \infty & \infty & \mathbf{0,314} \\ \mathbf{0,042} & \mathbf{0} & \infty & \mathbf{0,091} & \infty \end{bmatrix}$$

Dengan menggunakan persamaan fungsi pembatas pada pembangkitan simpul anak dengan bobot perjalanan minimum dari simpul induk adalah 10,495 dan bobot sisi yang berkorespondensi adalah 0,7 serta total pengurangan pada proses reduksi adalah 0,54, maka batas dari simpul 3 dituliskan dengan:

$$\begin{aligned} \hat{c}(3) &= \hat{c}(Root) + A(1,3) + r \\ &= 10,495 + 0,7 + 0,54 = 11,735 \end{aligned}$$

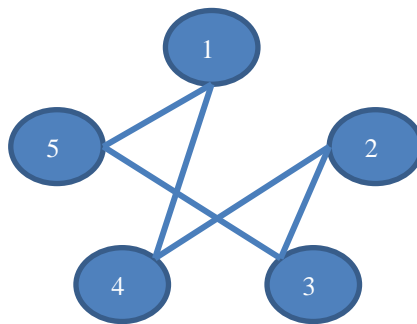
Lanjutkan dengan cara yang sama untuk simpul 4 dan 5 seperti pada simpul 2 dan 3 sehingga sesuai dengan data di tabel 1 dan diperoleh hasilnya:



Gambar 4. Pohon Status dengan Simpul Akar yang Telah Diekspand

Dikarenakan tujuan kita adalah untuk memperoleh rute terpendek, maka simpul anak yang akan diperluas selanjutnya adalah simpul yang memiliki batas minimum yaitu simpul ke 5. Simpul ini selanjutnya akan diperluas dan akan dibangkitkan simpul anaknya, dan dengan mengulangi langkah – langkah sebelumnya sampai tidak ada lagi simpul anak yang dibangkitkan maka diperoleh rute minimumnya adalah 1 – 5 – 3 – 2 – 4 – 1 atau dengan urutan lokasi dari “Gonzalo – Jl. Wr.Supratman – Jl. A.Y Patti – Jl. Pattimura – Jln A. Yani – Gonzalo” dengan panjang rutenya adalah 10,495 Km. Dengan jarak tempuh yang lebih minimum dibandingkan dengan rute yang biasanya yaitu ”Gonzalo - Jln Pitu ina – Jln karang panjang – Jln Wr supratman – Jln Pattimura – Jln A. Yani - Jln Dr. Kayadoe – Jln said perintah – Jln A.Y. patty - Terminal mardika – Gonzalo” dengan panjang 20,367 Km. Dengan menghemat jaraknya sebesar 9,872 Km.

Gambar di bawah ini menunjukkan rute berdasarkan grafik antar jarak kotanya setelah proses *branch and bound*.



Gambar 5. Grafik Rute Optimal Berbentuk Sirkuit Hamilton

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penguraian masalah di atas, maka dapat ditarik sebuah kesimpulan bahwa jalur terpendek untuk distribusi air isi ulang adalah dengan urutan dimulai dari **Depot Gonzalo-Jl Wr. Supratman- Jl A.Y.Patti-Jl Pattimura-Jl A. Yani dan berakhir di Depot Gonzalo** kembali dengan jarak yang paling optimal adalah sejauh 10,495 Km. Dengan menghemat jaraknya sebesar 9,872 Km dari rute biasanya.



## 5. SARAN

Untuk penelitian selanjutnya metode ini perlu diimplementasikan dalam bentuk *software* agar dapat memudahkan pelaku TSP seperti contoh kasus ini. Dikarenakan lokasi pendistribusian tidak selamanya sama dalam setiap harinya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada yang sebesar-besarnya kepada Universitas Potensi Utama atas terselenggaranya Seminar Nasional Matematika dan Terapan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Karimah, Sayyidah, dkk, 2017, “*Optimasi Multiple Travelling Salesman Problem Pada Pendistribusian Air Minum Menggunakan Algoritme Genetika (Studi Kasus: UD. Tosa Malang)*”, Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Vol.1, No. 9, Juni 2017, Hal: 849-858, e-ISSN:2548-964X.
- [2] Nugraha, Deny Wiria, dkk, 2019, “*Sistem Penentuan Rute Pendistribusian Produk Air Mineral Menggunakan Algoritma Ant Colony System*”, Jurnal Ilmiah ILKOM, Vol.11, No.2, e-ISSN : 2548-7779.
- [3] Ichwani, Muchammad Rizky, Suyitno, Amin, 2015, “*Penggunaan Algoritma Branch And Bound pada Optimasi Rute Pendistribusian Air Minum dalam Kemasan*”, UNNES Journal of Mathematics.
- [4] Pillin, Daniel B., and Topan, Johan M., 2018, “*Pemecahan Traveling Salesman Problem Menggunakan Teknik Branch and Bound dan Cheapest Insertion Heuristic (Studi Kasus : PT. Paris Jaya Mandiri – Ambon)*”, Seminar dan Konferensi Nasional IDEC, ISSN: 2579-6429.
- [5] Supatimah, Sri siti, dkk, 2019, “*Optimasi Keuntungan dengan Metode Branch and Bound*”, Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika, Vol.10, No.1, Juli 2019, e-ISSN: 2579-7646.
- [6] Bangun, Putra BJ, dkk, 2015, “*Penyelesaian Travelling Salesman Problem (TSP) dengan Metode Branch and Bound(Aplikasi Permasalahan Pengangkutan Barang Kantor Pos Palembang)*”, Prosiding SEMIRATA, Universitas Tanjungpura Pontianak, hal :399-408.
- [7] Prasetyo, Yogo Dwi, 2017, “*Penyelesaian Travelling Salesman Problem dengan Algoritma Branch and Bound*”, Jurnal Mathematics Paedagogig, Vol. 1, No.2, Hal: 162-168, Maret 2017.
- [8] Firdaus, Yusrah Nazari, dkk, 2019, “*Implementasi Algoritma Branch and Bound dalam Penentuan Jumlah Produksi Untuk Memaksimalkan Keuntungan*”, STRING(Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi), Vol. 4, No. 1, p-ISSN : 2527-9661, e-ISSN : 2549-2837.
- [9] Supatimah, S. Siti, Farida, Siska Andriani, 2019, “*Optimasi Keuntungan dengan Metode Branch and Bound*”, AKSIOMA : Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika, Vol. 10, No. 1, e-ISSN : 2579-7646.
- [10] Suryawan, Gede, Ni Ketut T.T., Kartika Sari, 2016, “*Penerapan Branch and Bound dalam Optimalisasi Produksi Roti*”, E-Jurnal Matematika, Vol. 5(4), pp. 148-155, ISSN : 2303-1751.

- [11] Hartono, Widi, Alfichri D. Y. A. Putri, Sugiyarto, 2014 ,”*Integer Programming dengan Pendekatan Metode Branch and Bound untuk Optimasi Sisa Material Besi (Waste) pada Plat Lantai (Studi Kasus: Pasar Elpabes Banjarsari Surakarta)*”, e-Jurnal Matriks Teknik Sipil, Vol. 2, No. 2.
- [12] Angelina, Iryanto, Gim Tarigan, 2014, “*Penerapan Metode Branch and Bound dalam Menentukan Jumlah Produksi Optimum pada CV. XYZ*”, Sainka Matematika, Vol. 2, No. 2, pp. 137-145, ISSN : 2337-9197.
- [13] Lakotany, Jemsry E., dkk, 2020, “*Aplikasi Algoritma Backtracking untuk Menentukan Rute Optimal Distribusi Air Isi Ulang Gonzalo Di Kota Ambon*”, Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan, Vol. 14, No. 1, Page: 059-068, e-ISSN:2615-3017.
- [14] A.M., Raudhatul Jannah, Arnellis, Riry Sriningsih, 2018, “*Optimasi Hasil Produksi Tahu dan Tempe*”,\_Vol 3, No 1, P-ISSN 2355-1658, E-ISSN 2807-3460.
- [15] Safitri, Elfira, Sri Basriati, Hasyratul Najmi, 2020, “*Penerapan Metode Branch and Bound dalam Optimalisasi Produk Mebel (Studi Kasus : Toko Mebel di Jalan Marsan Panam)*”, KUBIK : Jurnal Publikasi Ilmiah Matematika, Vol. 5, No. 1, Edisi Mei 2020, e-ISSN : 2686-0341, p-ISSN : 2338-0896.