

ANALISIS POLA RUTE DISTRIBUSI PAKET PADA PT.POS INDONESIA (PERSERO) AMBON DENGAN MENGGUNAKAN METODE *TRAVELLING SALESMAN PROBLEM* DAN *DIFFERENTIAL EVOLUTION*

D. B. Paillin

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Pattimura, Ambon

Meisly Tamaela

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Pattimura, Ambon

ABSTRAK

PT. POS Indonesia (PERSERO) Ambon merupakan badan usaha milik Negara yang bergerak di layanan pos dan distribusi. Proses distribusi terbagi menjadi 2 proses yaitu proses distribusi surat dan distribusi paket (barang). Dalam proses distribusi paket dilakukan pada 5 kecamatan yang ada di Kota Ambon. Dengan luasnya rute distribusi yang harus dilalui petugas pos dalam mendistribusikan paket maka perlu dilakukan analisis pola rute pendistribusian paket terpendek dari semua rute yang ada sehingga memperoleh jarak dan waktu tempuh yang optimal. Dalam menyelesaikan permasalahan perusahaan dapat dilakukan dengan menggunakan metode Travelling Salesman Problem dan metode Differential Evolution. Metode Travelling Salesman Problem merupakan sebuah metode yang digunakan untuk meminimasi biaya distribusi dengan cara mencari jarak dan rute terdekat, waktu tercepat dan biaya yang minimal dan metode Differential Evolution digunakan untuk menemukan solusi terbaik dari semua solusi yang ada. Hasil yang diperoleh dengan menggunakan metode Travelling Salesman Problem untuk jalur dalam kota adalah 58,81 Km dengan penghematan jarak sebesar 22,39% dan total jarak untuk jalur luar kota adalah 74,65 km dengan penghematan jarak sebesar 13,56%. Hasil yang diperoleh dengan menggunakan metode Differential Evolution adalah 54,71 km untuk jalur dalam kota dengan penghematan jarak sebesar 27,80% dan 71,74 km untuk jalur luar kota dengan penghematan jarak 16,93%.

Kata Kunci : *Distribusi, Travelling Salesman Problem, Differential Evolution, Minimasi Biaya*

ABSTRACT

PT. POS Indonesia (Persero) as state-owned enterprises serve posts and distribution in Indonesia. The distribution process is divided into two processes those are letter distribution and package distribution. The packages are distributed to five sub-districts in Ambon city. By the extensive of distribution region served by the postmen, it is necessary to find the optimum route and distance to distribute the package. Travelling solution problem (TSP) and Differential Evolution are applied to minimize distribution cost by searching for the closest both route and distance, the fastest time and the minimum cost. The results run with TSP are for the total distance for the closest route in-region is 58.81 Km or 22.39% saves while for the total distance for the closest route out-region is 74.65 km or 13.56% saves. Whilst applying differential evolution, it obtains 54,71 Km or 27.8% saves for in-region route while 71,74 Km or 16.93% save for out-region route.

Kata Kunci : *Distribution, Travelling Salesman Problem, Differential Evolution, Minimizing*

PENDAHULUAN

Transportasi merupakan hal yang penting bagi suatu perusahaan karena dengan adanya proses ini maka barang atau produk bisa sampai kepada konsumen. Pendistribusian barang yang dilakukan dari beberapa tempat tujuan yang berbeda inilah yang menyebabkan adanya masalah, hal ini dikarenakan akan menimbulkan beberapa jalur distribusi yang jarak dan waktu tempuh yang lama.

Perusahaan yang juga berhubungan erat dengan proses distribusi ialah PT. POS Indonesia (PERSERO) Ambon. PT. POS Indonesia (PERSERO) Ambon merupakan satu badan usaha milik negara yang bergerak di bidang layanan pos baik itu surat. Dalam proses pengiriman pada PT. POS Indonesia (PERSERO) Ambon terdapat tiga jenis pengiriman yaitu; paket express, paket kilat khusus dan paket biasa. Pengiriman dengan menggunakan paket express membutuhkan waktu pengiriman sehari dengan menggunakan transportasi udara. Paket kilat khusus dibutuhkan waktu 3-4 hari untuk paket yang dikirim dapat diterima, paket kilat khusus juga menggunakan jasa transportasi udara

hanya saja biaya yang dikeluarkan lebih murah bila dibandingkan dengan paket express. Dan terakhir paket biasa membutuhkan 2-3 minggu untuk barang dapat diterima oleh pelanggan hal ini dikarenakan proses pengiriman yang menggunakan jasa laut yaitu kapal.

Dengan menggunakan jasa kapal yang tentunya ongkos/ biaya yang dikeluarkan lebih murah ketimbang paket express dan paket kilat khusus. Biasanya barang yang dikirim adalah barang dengan ukuran besar, barang yang mudah pecah dan barang yang dilarang bila ingin menggunakan jasa udara dalam hal ini ialah pesawat. Dengan besarnya ukuran barang maka untuk paket biasa digunakan mobil dari perusahaan untuk mengangkut barang yang dikirim untuk diantarkan ke setiap tempat tujuan yang ada dalam wilayah Ambon. Jumlah kendaraan yang disediakan perusahaan adalah 2 kendaraan dimana kapasitas setiap kendaraan dapat menampung maksimal 80 paket dengan ukuran paket yang besar dan 100 untuk ukuran paket yang kecil. Waktu yang ditempuh bagi petugas pos adalah 7-8 jam /hari.

Proses pendistribusian yang biasa dilalui oleh petugas PT. POS Indonesia (PERSERO) Ambon adalah seluruh Kota Ambon tepatnya 5 Kecamatan diantaranya Kecamatan Leitimur Selatan, Kecamatan Nusaniwe, Kecamatan Sirimau, Kecamatan Baguala, dan Kecamatan Teluk Ambon dengan proses distribusi yang dilakukan dengan membagi jalur yaitu jalur dalam Kota dengan tujuan Karpan, Rijali, Pandan Kasturi, Soya, Waihoka, Batu Gajah, Ahusen, Honipopu, Uritetu, Waihaong, Urimesing, Kudamati, Benteng, Seilale, Amahusu, Silale, Latuhalat, Hatalai, Naku, Kilang, Ema serta Batu Merah dan untuk jalur dalam kota terdiri dari Galala, Hative Kecil, Halong, Latta, Lateri, Passo, Negeri Lama, Nania, Waiheru, Poka, Tihu, Waiyame, Hative Besar, Tawiri, Laha, Hunuth, Hukurila, Leahari, Rutong, dan Hutumuri. Dengan banyaknya rute yang harus dilalui perusahaan maka perusahaan harus tepat dalam menentukan rute yang optimal sehingga proses distribusi tidak dilakukan berdasarkan keinginan supir atau petugas pos dan juga dengan adanya rute yang optimal maka tidak akan berpengaruh pada proses distribusi, maka dari itu perlu dilakukan analisis pola rute untuk mendapatkan rute yang optimal.

Dengan adanya permasalahan ini, maka untuk menyelesaikan permasalahan pada PT. POS Indonesia (PERSERO) Ambon dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Travelling Salesman Problem* (TSP) dengan mengimplementasikan metode *Differential Evolution*. Dimana metode *Travelling Salesman Problem* (TSP) digunakan untuk meminimasi biaya distribusi dengan cara mencari jarak dan rute terdekat, waktu tercepat dan biaya yang minimal (Utomo, et. Al.2011) dan metode *Differential Evolution* digunakan untuk menentukan rute terpendek dari semua rute yang ada. Jadi digunakan metode *Travelling Salesman Problem* dan metode *Differential Evolution* untuk memperoleh rute terpendek yang optimal.

LANDASAN TEORI

Distribusi

Distribusi merupakan kegiatan yang tidak lepas kaitannya dengan aktifitas memindahkan suatu barang atau material dari perusahaan terkait hingga sampai ke pihak pelanggan akhir. Distribusi merupakan suatu aktivitas penting bagi perusahaan, karena dengan adanya proses ini, produk yang dihasilkan oleh perusahaan dapat disebar dan dipasarkan sampai ke konsumen akhir. Untuk memuaskan konsumen, salah satu hal yang dilakukan oleh perusahaan yaitu berusaha mengirimkan produk atau permintaan konsumen dengan tepat. Oleh karena itu proses distribusi juga menjadi proses yang penting bagi perusahaan.

Proses distribusi yang dilakukan dibagi-bagi dalam kelompok-kelompok kendaraan yang akan mengirimkan produk ke pelanggan melalui rute yang ditentukan oleh perusahaan. Agar proses distribusi berjalan lancar maka dibutuhkan suatu perencanaan untuk dapat menentukan jadwal distribusi dan rute kendaraan yang tepat dan sesuai. Beberapa masalah yang terjadi karena penjadwalan dan penentuan rute kendaraan yang kurang tepat yaitu terjadinya keterlambatan dan muncul waktu tunggu karena estimasi waktu layanan mulai kendaraan berangkat sampai bongkar muatan di konsumen tidak sesuai (Walalangi,et. Al.,2012).

Travelling Salesman Problem

Metode *Travelling Salesman Problem* adalah sebuah metode yang digunakan untuk meminimasi biaya distribusi dengan cara mencari jarak dan rute terdekat, waktu tercepat dan biaya yang minimal (Paillin & Soseboko, 2017). *Travelling Salesman Problem* dikenal sebagai suatu permasalahan optimasi yang bersifat klasik dan *Non Deterministic Polynomial-time Complete* (NPC), dimana tidak ada penyelesaian yang paling optimal selain mencoba seluruh kemungkinan penyelesaian yang ada.

Permasalahan ini melibatkan seorang *Travelling salesman* yang harus melakukan kunjungan sekali pada semua kota dalam sebuah lintasan sebelum dia kembali ke titik awal, sehingga perjalanannya dikatakan sempurna. Permasalahan rute terpendek adalah permasalahan untuk menemukan rute terpendek antara titik asal (*initial node*) menuju titik tujuan (*final node*) dalam suatu jaringan jalan. Permasalahan *travelling salesman problem* adalah model permasalahan yang bertujuan untuk menemukan rute terpendek bagi seorang penjual keliling untuk berkeliling (*touring*) mengunjungi setiap pelanggannya sebanyak satu kali. (eka,2012). Adapun beberapa metode penyelesaian dari penelitian dalam metode *Travelling Salesman Problem (TSP)* adalah sebagai berikut :

1. Metode *Branch and Bound*
2. Metode *Nearest Neighbor*
3. *Simulated Annealing*

Branch and Bound

Algoritma *Branch and bound* diusulkan pertama kali oleh A. Land dan G.Doig pada tahun 1960. Sebenarnya metode ini dibuat untuk pemrograman linier (*linier programming*). Namun kenyataannya metode ini mampu menyelesaikan permasalahan seperti *Travelling Salesman Problem (TSP)* dan beberapa masalah lain. Paillin dan Tupan (2018) menyatakan bahwa metode ini menggunakan pohon pencarian (*search tree*), setiap simpul di pohon merupakan representasi dari sejumlah kemungkinan solusi dari *Travelling Salesman Problem (TSP)*. Metode ini hanya dapat digunakan untuk masalah optimasi saja (*optimazion problem*).

Pendekatan ini terdiri dari dua prosedur utama yaitu *branching* dan *bounding*. *Branching* adalah proses mempartisi masalah yang besar menjadi dua atau lebih masalah kecil (*subproblem*), sedangkan *Bounding* adalah proses menghitung batas bawah pada solusi optimal dari *subproblem* yang bersangkutan. Langkah – langkah untuk penyelesaian *Travelling Salesman Problem*-nya adalah sebagai berikut:

1. Gambarkan masalahnya dengan digraph $G = (V, E)$.
2. C_{ij} yaitu *cost* pada *edge* (i, j) dan $C_{ij} = \infty$ jika $(i, j) \in E$.
3. Menggunakan metode *Branch and Bound* untuk membangun ruang solusi pohon.
4. Menggunakan fungsi pembatas untuk menentukan simpul hidup atau simpul mati, dan seterusnya, hingga didapat solusi yang diinginkan.

Differential Evolution

Differential Evolution (DE) adalah salah satu metaheuristik yang pemakaiannya cukup luas dalam bidang rekayasa (Prince et al., 2005). *Differential Evolution (DE)* termasuk metode pencarian stokhastik dan berdasarkan populasi. DE mempunyai kesamaan dengan *evolutionary algorithms (EA)* yang lain, tetapi berbeda dalam hal informasi jarak dan arah dari populasi yang sekarang digunakan untuk memandu proses pencarian solusi yang lebih baik.

Ide DE

DE juga didasarkan pada pembangkitan populasi titik-titik untuk mencapai minimum suatu fungsi. DE agak berbeda dengan algoritma EA dalam hal [Engelbrecht, 2007].

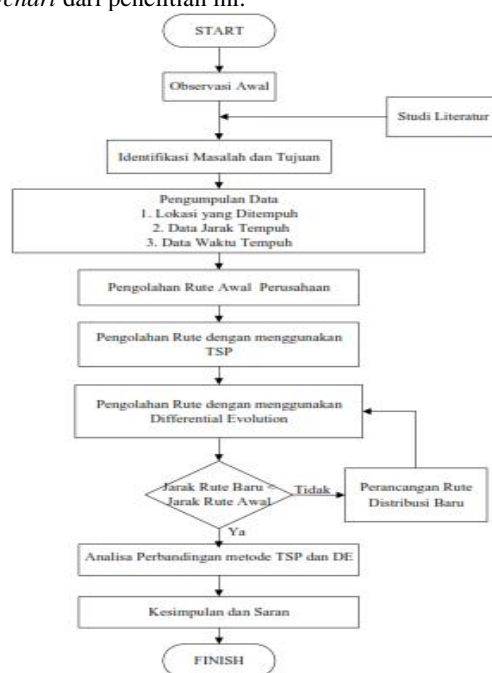
Mutase diterapkan dulu untuk membangkitkan vector percobaan (*trial vector*), yang kemudian akan digunakan dalam proses crossover untuk menghasilkan satu turunan (*offspring*). *Step size* dalam mutase tidak disampel dari distribusi populasi yang sudah diketahui.

Dalam DE, *step size* dalam mutase dipengaruhi oleh perbedaan diantara individu dalam populasi sekarang. Titik-titik ini akan disampling secara acak sebagai titik awal. Kemudian perlu dilakukan pembatasan nilai-nilai (batas atas maupun batas bawah) dimana kira-kira nilai variabel yang dicari akan berada. Pembangkitan populasi awal tentu saja harus memperhatikan batas bawah dan batas atas ini. Setiap vector (dari titik-titik dalam populasi) diberi indeks untuk menandai posisinya. DE membangkitkan titik baru berdasarkan titik yang ada dan selisih antara dua titik dalam populasi. Ini berbeda dengan metoda *direct search* seperti Nelder Mead yang membangkitkan titik baru dengan cara refleksi atau melakukan sampling dari suatu distribusi tertentu seperti dalam ES.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini pengolahan dan analisa data dengan menggunakan *Travelling Salesman Problem* dengan mengimplementasikan metode *Differential Evolution*. Metode *Travelling Salesman* digunakan untuk menentukan rute terpendek dari satu titik ke titik yang lain dan metode *Differential Evolution* digunakan untuk menentukan rute terpendek dari semua rute yang ada.

Berikut ini merupakan *flowchart* dari penelitian ini.



Flowchart Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Jarak Tempuh

Data jarak tempuh adalah data jarak yang dilalui petugas Pos dalam mendistribusikan paket yang ada. Kendaraan yang digunakan adalah mobil Grand Max Daihatsu. Dengan kapasitas angkut yang dapat menampung maksimal 80 paket dengan ukuran paket yang besar dan 100 untuk ukuran paket yang kecil.

Titik Koordinat Lokasi Pendistribusian Dalam Kota

NO	KODE	DEPOT	LATITUDE	LONGITUDE
1	PJM	PT. POS Indonesia Ambon	-3.692952	128.221628
2	C1	Karpan	-3.691516	128.192797
3	C2	Rijali	-3.689719	128.186813
4	C3	Pandan Kasturi	-3.674645	128.191724
5	C4	Soya	-3.688504	128.233827
6	C5	Waihoka	-3.691382	128.202968
7	C6	Batu Gajah	-3.701227	128.184984
8	C7	Ahusen	-3.698693	128.182274
9	C8	Honipopu	-3.694371	128.176771
10	C9	Uritetu	-3.693019	128.184991
11	C10	Waihaong	-3.698319	128.174471
12	C11	Urimesing	-3.710932	128.176736
13	C12	Kudamati	-3.70812	128.170372
14	C13	Benteng	-3.705118	128.163598
15	C14	Seilale	-3.68814	128.118307
16	C15	Amahusu	-3.731739	128.138903
17	C16	Silale	-3.697997	128.176999
18	C17	Latuhalat	-3.787575	128.104224
19	C18	Hatalai	-3.727851	128.217355
20	C19	Naku	-3.726795	128.204458
21	C20	Kilang	-3.724147	128.221814
22	C21	Ema	-3.730658	128.232743
23	C22	Batu Merah	-3.682023	128.189393

Koordinat Lokasi Pendistribusian Luar Kota

NO	KODE	DEPOT	LATITUDE	LONGITUDE
1	PJM	PT. POS Indonesia Ambon	-3.692952	128.221628
2	C1	Galala	-3.665823	128.200578
3	C2	Hative Kecil	-3.66652	128.205364
4	C3	Halong	-3.668464	128.228156
5	C4	Latta	-3.652874	128.234694
6	C5	Lateri	-3.647220	128.243837
7	C6	Passo	-3.589520	128.252481
8	C7	Negeri Lama	-3.609270	128.234343
9	C8	Nania	-3.624958	128.234211
10	C9	Waiheru	-3.628828	128.214539
11	C10	Poka	-3.650963	128.192674
12	C11	Tihu	-3.651568	128.187428
13	C12	Waiyame	-3.662439	128.165655
14	C13	Hative besar	-3.675877	128.137873
15	C14	Tawiri	-3.695873	128.103247
16	C15	Laha	-3.702293	128.094054
17	C16	Hunuth	-3.630871	128.208451
18	C17	Hukurila	-3.736875	128.246756
19	C18	Leahari	-3.711607	128.267509
20	C19	Rutong	-3.701403	128.269224
21	C20	Hutumuri	-3.669662	128.295140

Matriks Data Jarak Tempuh Jalur Dalam Kota

Dari/Ke	JARAK DALAM KOTA																						
	PJM	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C17	C18	C19	C20	C21	C22	
PJM																							
C1	3.27																						
C2	3.96	0.71																					
C3	3.97	1.92	1.80																				
C4	1.47	4.65	5.33	5.02																			
C5	2.12	1.15	1.94	2.28	3.51																		
C6	4.26	1.41	1.32	3.11	3.72	2.32																	
C7	4.51	1.44	1.14	2.93	5.95	2.49	0.42																
C8	5.06	1.84	1.25	2.80	6.50	2.59	1.21	0.79															
C9	4.15	0.90	0.43	2.22	5.58	2.05	0.93	0.71	0.94														
C10	5.38	2.77	1.70	3.32	6.82	3.32	1.74	0.80	0.92	1.33													
C11	5.48	2.85	2.56	4.45	6.95	3.71	1.44	1.52	1.88	2.24	1.45												
C12	6.06	3.15	2.80	4.50	7.55	4.15	1.83	1.72	1.72	2.38	1.20	0.79											
C13	6.72	3.65	3.16	4.70	8.18	4.73	2.45	2.24	1.93	2.79	1.45	1.63	0.84										
C14	11.72	8.45	7.77	8.45	13.09	9.60	7.70	7.35	6.65	7.58	6.47	7.11	6.32	5.48									
C15	10.35	7.62	7.22	8.81	11.82	8.38	6.26	6.18	6.05	6.82	5.53	4.89	4.45	4.11	3.46								
C16	5.06	1.64	1.45	3.13	6.53	3.04	0.68	0.60	0.41	1.07	0.26	1.47	1.37	1.72	6.74	5.77							
C17	17.09	14.81	14.51	15.19	18.49	15.52	13.40	13.40	13.38	14.09	12.87	11.96	11.72	11.51	11.38	7.45	13.08						
C18	3.98	4.57	5.54	6.69	4.83	4.44	4.75	5.17	5.95	5.39	5.90	4.99	5.77	6.51	12.09	8.90	5.98	14.50					
C19	4.30	4.21	4.65	6.08	5.47	4.02	3.64	4.06	4.83	4.42	4.66	3.62	4.40	5.24	10.70	7.45	4.51	13.28	1.47				
C20	3.54	4.95	5.56	6.56	6.55	4.28	4.92	5.33	6.12	5.46	6.11	5.32	6.11	6.94	12.42	9.43	5.88	15.14	0.66	1.59			
C21	4.45	6.34	6.97	7.87	4.78	5.59	6.35	6.77	7.35	6.89	7.55	6.73	7.52	2.03	13.83	10.63	7.32	15.93	1.77	3.23	1.44		
C22	3.86	1.14	0.92	0.88	5.09	1.87	2.33	2.65	2.00	1.34	2.50	3.38	3.68	3.92	8.09	8.03	2.25	13.37	6.08	3.35	6.02	7.33	

Matriks Data Jarak Tempuh Jalur Dalam Kota

Dari/Ke	JARAK DALAM KOTA																						
	PJM	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22
PJM																							
C1	3,27																						
C2	3,96	0,71																					
C3	3,97	1,92	1,80																				
C4	1,47	4,65	5,53	5,02																			
C5	2,12	1,15	1,84	2,28	3,51																		
C6	4,26	1,41	1,32	3,11	3,72	2,32																	
C7	4,51	1,44	1,14	2,95	5,95	2,49	0,42																
C8	5,09	1,84	1,25	2,80	6,50	2,69	1,21	0,79															
C9	4,15	0,90	0,43	2,22	3,59	2,05	0,93	0,71	0,94														
C10	5,38	7,72	1,70	1,30	6,82	3,92	1,74	0,80	0,92	1,33													
C11	5,48	2,85	2,56	4,45	6,95	3,71	1,44	1,52	1,88	2,24	1,45												
C12	5,08	3,15	2,80	4,50	7,55	4,15	1,83	1,72	1,72	2,58	2,20	0,79											
C13	8,72	3,65	3,16	4,70	8,18	4,73	2,45	2,24	1,63	2,79	1,45	1,65	0,84										
C14	11,72	8,45	7,77	8,45	13,09	9,60	7,70	7,35	6,65	7,58	6,47	7,11	6,32	5,48									
C15	10,35	7,62	7,22	8,81	11,82	8,38	6,25	6,18	6,05	5,82	5,53	4,89	4,45	4,11	3,46								
C16	5,09	1,84	1,45	3,13	6,53	3,64	0,98	0,60	0,41	1,07	0,29	1,47	1,37	1,72	8,74	5,77							
C17	17,09	14,81	14,51	15,19	18,49	15,82	13,40	13,40	13,38	14,09	12,87	11,96	11,72	11,51	11,38	7,45	13,08						
C18	3,98	4,87	5,54	6,69	4,83	4,44	4,75	5,17	5,95	5,39	5,90	4,69	5,72	6,81	12,09	8,69	5,96	14,50					
C19	4,30	4,21	4,85	6,08	5,47	4,02	3,64	4,06	4,83	4,42	4,69	3,62	4,40	5,24	10,70	7,45	4,51	13,28	1,47				
C20	3,54	4,55	5,56	6,56	6,56	4,28	4,92	5,33	6,12	5,46	6,11	5,32	6,11	6,94	12,42	9,43	5,86	15,14	0,66	1,99			
C21	4,45	6,34	6,97	7,87	4,78	5,59	6,35	6,77	7,55	6,89	7,55	6,75	7,52	2,03	13,85	10,63	7,32	15,93	1,77	3,23	1,44		
C22	3,86	1,14	0,92	0,88	5,09	1,87	2,33	2,65	2,02	1,84	2,50	3,58	3,65	3,92	8,06	6,03	2,26	15,37	6,08	5,35	6,02	7,38	

Matriks Data Jarak Tempuh Jalur Dalam Kota

Dari/Ke	WAKTU TEMPUH DALAM KOTA																						
	PJM	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22
PJM																							
C1	4,92																						
C2	5,94	1,02																					
C3	5,06	2,87	2,69																				
C4	2,21	5,99	7,99	7,53																			
C5	3,18	1,73	2,76	3,43	5,27																		
C6	6,39	2,12	1,98	4,66	8,38	3,48																	
C7	8,76	2,17	1,71	4,39	8,93	3,73	0,63																
C8	7,62	2,77	1,88	4,21	9,75	4,48	1,82	1,13															
C9	6,71	1,75	0,64	3,33	8,34	3,07	1,40	1,07	1,42														
C10	8,07	3,32	2,36	4,58	10,23	4,99	1,85	1,33	0,78	2,00													
C11	8,22	4,28	3,99	6,67	10,93	5,56	2,16	2,28	2,82	3,35	2,18												
C12	9,05	4,74	4,19	6,75	11,26	6,23	2,75	2,51	2,58	3,57	3,57	1,13											
C13	10,08	5,48	4,74	7,03	12,37	7,09	3,09	3,35	2,89	4,38	4,18	2,44	1,26										
C14	17,58	12,67	11,65	12,66	19,64	14,40	11,55	11,02	9,99	11,37	11,37	10,55	9,48	8,22									
C15	15,53	11,43	10,83	13,22	17,73	12,87	9,39	9,27	9,04	10,23	10,23	7,34	6,99	6,17	8,20								
C16	7,62	2,90	2,18	4,69	9,79	4,56	1,46	0,90	0,82	1,60	1,60	2,20	2,06	2,58	10,12	8,65							
C17	25,61	22,71	21,77	24,78	33,73	33,43	30,10	20,11	20,08	21,74	21,14	17,93	17,57	17,77	17,07	11,17	18,67						
C18	5,98	7,45	8,30	10,04	7,25	6,66	7,12	7,75	8,94	8,08	8,08	7,48	8,06	9,92	18,14	13,55	8,53	21,75					
C19	6,45	6,32	6,98	9,12	8,20	8,02	5,46	6,05	7,25	6,63	6,63	5,43	6,51	7,85	16,05	11,17	6,76	16,93	2,20				
C20	3,30	7,42	8,31	9,82	9,82	9,42	7,31	7,99	5,18	8,20	8,20	7,98	9,10	10,41	18,53	14,13	8,82	22,71	0,99	2,98			
C21	6,68	9,51	10,46	11,80	7,17	8,38	9,54	10,15	11,34	10,34	10,09	11,27	12,05	20,75	15,93	10,98	23,89	2,65	4,85	2,16			
C22	5,78	1,71	1,38	1,32	7,63	2,80	3,35	3,68	3,00	2,01	3,76	5,36	5,49	5,89	12,13	12,04	3,44	23,05	6,15	6,08	6,04	11,07	

Matriks Waktu Tempuh Jalur Luar Kota

Dari/Ke	WAKTU TEMPUH LUAR KOTA																					
	PJM	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	
PJM																						
C1	5,34																					
C2	5,28	0,82																				
C3	4,31	4,71	3,88																			
C4	7,17	6,20	5,50	2,87																		
C5	8,04	8,00	7,32	4,46	1,83																	
C6	18,35	15,96	15,34	14,04	11,19	9,42																
C7	14,39	11,20	10,91	10,12	7,41	6,65	4,55															
C8	11,75	9,00	8,90	7,47	4,75	4,12	6,78	2,67														
C9	10,97	10,97	6,76	7,17	5,33	5,88	9,29	4,73	3,41													
C10	8,87	2,86	3,41	6,72	7,15	8,72	14,57	10,02	8,33	5,29												
C11	9,13	3,30	3,97	7,46	8,04	9,62	15,28	10,74	9,15	6,61	0,90											
C12	10,84	5,96	6,79	10,67	11,85	13,54	19,27	18,72	13,78	10,08	4,99	4,14										
C13	14,53	10,79	11,58	15,46	16,92	18,68	24,39	19,93	18,52	15,29	10,25	9,38	5,25									
C14	20,13	17,51	18,06	20,25	23,57	25,29	31,15	26,71	25,32	22,08	17,01	18,17	12,09	8,80								
C15	21,74	19,14	19,87	23,11	25,14	27,13	33,05	33,05	27,21	23,90	18,90	18,05	13,91	8,70	1,91							
C16	10,79	6,06	6,08	7,21	5,82	6,63	10,27	5,73	4,49	1,09	4,34	5,01	9,04	14,25	21,02	22,92						
C17	8,90	14,40	13,87	12,05	14,42	15,25	25,07	21,79	19,14	18,37	17,28	17,69	18,71	21,21	25,37	26,61	19,14					
C18	8,42	13,78	13,05	7,60	11,44	11,64	20,91	18,29	15,78	16,70	15,32	17,01	19,92	22,86	28,65	29,31	17,00	5,96				
C19	8,22	15,14	12,57	8,95	10,12	10,17	19,23	0,28	14,29	15,45	15,58	16,28	18,81	22,74	28,23	29,78	15,82	7,14	1,76			
C20	13,11	16,96	15,29	11,38	10,66	9,52	15,42	14,57	12,85	12,36	17,70	18,57	22,04	26,75	32,92	34,69	16,14	11,08	8,34	6,91		

Rute Awal Perusahaan

Hasil Pengolahan Rute Awal Perusahaan

No	Jalur	Rute Distribusi	Jumlah	
			Jarak	Waktu
			(Km)	(Menit)
1	Dalam Kota	PJM-C17-C14-C15-C13-C12-C16-C11-C10-C9-C8-C7-C6-C1- C5-C4-C19-C18-C20-C21-C22- C3-C2-PJM	75.78	113.67
2	Luar Kota	PJM-C1-C2-C3-C4-C5-C6-C7-C8-C9-C10-C11-C12-C13- C14-C15-C16-C17-C18- C19- C20-PJM	86.37	129.56

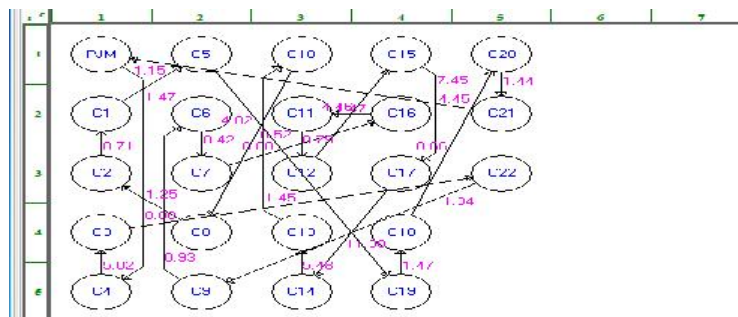
Hasil dan Analisa Rute dengan Menggunakan Travelling Salesman Problem (Branch and Bound) Pada PT.POS Indonesia (PERSERO) Ambon.

Dalam mencari rute terpendek dari suatu aktivitas distribusi dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Branch and Bound*. Dalam mencari rute terpendek dari metode *Branch and Bound* ini dapat dilakukan dengan menggunakan aplikasi *software* WinQSB.

Rute Jalur Dalam Kota

07-19-2018	From Node	Connect To	Distance/Cost		From Node	Connect To	Distance/Cost
1	PJM	C4	1.47	13	C14	C13	5.40
2	C4	C3	5.02	14	C13	C10	1.45
3	C3	C22	0.00	15	C10	C0	0.52
4	C22	C9	1.34	16	C8	C2	1.25
5	C9	C6	0.93	17	C2	C1	0.71
6	C6	C7	0.42	18	C1	C5	1.15
7	C7	C16	0.6	19	C5	C19	4.02
8	C16	C11	1.47	20	C19	C18	1.47
9	C11	C12	0.79	21	C18	C20	0.66
10	C12	C15	4.46	22	C20	C21	1.44
11	C15	C17	7.45	23	C21	PJM	4.45
12	C17	C14	11.38				
	Total (Result)	Minimal from	Traveling Branch	Distance and	or Cost Bound	- Method)	50.01

Hasil Pengolahan Data Jalur Dalam Kota



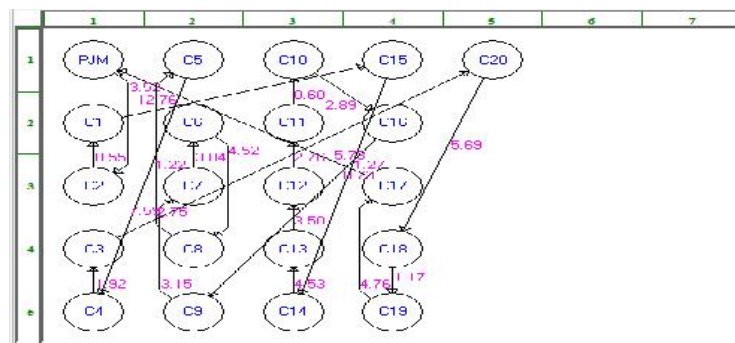
Graph Solution Jalur Dalam Kota

Berdasarkan dengan tabel diatas dan gambar diatas, dapat dilihat bahwa urutan rute distribusi terpendek yang dapat dilalui petugas Pos adalah PJM - C4 - C3 - C22 - C9 - C6 - C7 - C16 - C11 - C12 - C15 - C17 - C14 - C13 - C10 - C8 - C2 - C1 - C5 - C19 - C18 - C20 - C21 - PJM dengan total jarak tempuh 58.81 Km dan waktu tempuh adalah 88.22 menit. Rute-rute tersebut jika dilihat berdasarkan alamat maka perjalanan yang ditempuh petugas Pos antara lain PT.POS Indonesia (PERSERO) Ambon – Soya – Pandan Kasturi – Batu Merah – Uritetu – Batu Gajah – Ahusen – Silale – Urimesing – Kudamati – Amahusu – Latuhalat – Seilale – Benteng – Waihaong – Honipopu – Rijali – Karpan – Waihoka – Naku – Hatalai – Kilang – Ema - PT.POS Indonesia (PERSERO).

Rute Jalur Luar Kota

07-10-2018	From Node	Connect To	Distance/Cost		From Node	Connect To	Distance/Cost
1	PJM	C2	3.52	12	C7	C6	3.04
2	C2	C1	0.55	13	C6	C8	4.52
3	C1	C15	12.76	14	C8	C5	2.75
4	C15	C14	1.27	15	C5	C4	1.22
5	C14	C13	4.53	16	C4	C3	1.92
6	C13	C12	3.5	17	C3	C20	7.59
7	C12	C11	2.76	18	C20	C18	5.69
8	C11	C10	0.6	19	C18	C19	1.17
9	C10	C16	2.89	20	C19	C17	4.76
10	C16	C9	0.73	21	C17	PJM	5.73
11	C9	C7	3.15				
	Total	Minimal	Traveling	Distance	or Cust	=	74.65
	(Result	from	Branch	and	Bound	Method]	

Hasil Pengolahan Data Jalur Luar Kota

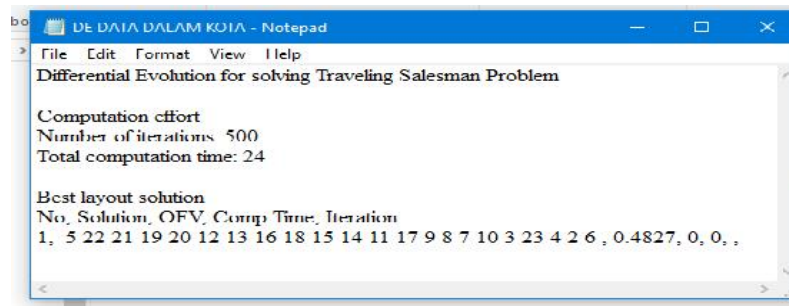


Graph Solution Jalur Luar Kota

Berdasarkan dengan tabel diatas dan gambar diatas dapat dilihat bahwa solusi yang didapat dari hasil pengolahan data WinQSB menunjukkan rute teroendek yang dapat dilalui petugas Pos. Rute yang diperoleh antara lain PJM – C2 – C1 – C15 – C14 – C13 – C12 – C11 – C10 – C16 – C9 – C7 – C6 – C8 – C5 – C4 – C3 – C20 – C18 – C19 – C17 – PJM. Jika rute ini dilihat berdasarkan alamat maka rute tersebut antara lain PT. POS Indonesia (PERSERO) Ambon – Hative Kecil – Galala – Laha – Tawiri – Hative Besar – Waiyame – Tihu – Poka – Hunuth – Waiheru – Negeri Lama – Passo – Nania – Lateri – Latta – Halong – Hutumuri – Leahari – Rutong – PT. POS Indonesia (PERSERO) Ambon dengan total jarak yang ditempuh adalah 74.65 Km dengan waktu tempuh adalah 119.96 menit.

Hasil dan Analisa dengan Menggunakan Metode Differential Evolution

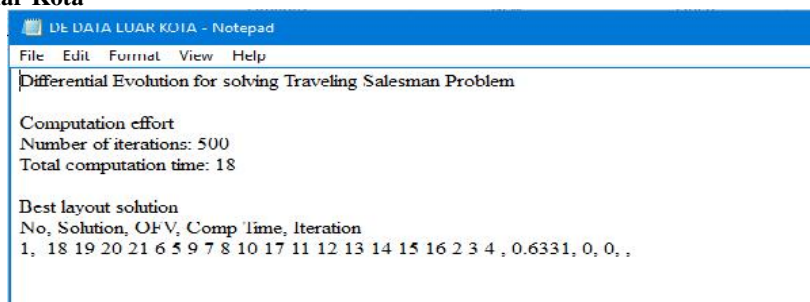
Rute Jalur Dalam Kota



Solusi Rute Jalur Dalam Kota

Berdasarkan gambar diatas maka solusi rute terbaik dimulai dari PT.POS Indonesia (PERSERO) Ambon – Soya – Ema – Kilang – Hatalai – Naku – Urimesing – Kudamati – Amahusu – Latuhalat – Seilale – Benteng – Waihaong – Silale – Honipopu – Batu Gajah – Uritetu – Rijali – Batu Merah – Pandan Kasturi – Karpan Waihoka. Dengan total jarak tempuh adalah 54,71 Km dan waktu tempuh yang ditempuh adalah 82,07 menit.

Rute Jalur Luar Kota



Solusi Rute Jalur Luar Kota

Berdasarkan gambar solusi rute diatas maka urutan rute terbaik berdasarkan metode DE adalah PT. POS Indonesia (PERSERO) Ambon – Hukurila – Leahari – Rutong – Hutumuri – Lateri – Latta – Nania – Passo – Negeri Lama – Waiheru – Hunuth – Poka – Tihu – Waiyame – Hative Besar – Tawiri – Laha – Galala – Hative Kecil – Halong – PT. POS Indonesia (PERSERO) Ambon. Dengan jarak tempuh adalah 71.74 Km dan waktu tempuh adalah 107.61 menit.

Perbandingan Rute Awal Perusahaan dan Travelling Salesman Problem (Branch and Bound)

Hasil Perbandingan Rute Perusahaan dan TSP

No	Jalur	Rute Distribusi	Jumlah	
			Jarak (Km)	Waktu (Menit)
1	Dalam Kota (Rute Awal Perusahaan)	PJM-C17-C14-C15-C13-C12-C16-C11-C10-C9-C8-C7-C6- C1-C5-C4-C19-C18-C20-C21- C22-C3-C2-PJM	75.78	113.67
2	Dalam Kota (TSP)	PJM-C4-C3-C22-C9-C6-C7- C16-C11-C12-C15-C17-C14- C13-C10-C8-C2-C1-C5-C19- C18-C20-C21-PJM	58.81	88.22
3	Luar Kota (Rute Awal Perusahaan)	PJM-C1-C2-C3-C4-C5-C6-C7-C8-C9-C10-C11-C12- C13-C14-C15-C16-C17-C18- C19-C20-PJM	86.37	129.56
4	Luar Kota (TSP)	PJM-C2-C1-C15-C14-C13-C12-C11-C10-C16-C9-C7-C6- C8-C5-C4-C3-C20-C18-C19- C17-PJM	74.65	111.96

Berdasarkan data pada tabel diatas juga dapat dilakukan selisih perbandingan antara jarak perusahaan dan jarak dengan menggunakan metode Travelling Salesman Problem. Hasil Perbandingan dapat dilihat sebagai berikut:

A. Jalur Dalam Kota

$$\frac{\text{Jarak Perusahaan} - \text{Jarak TSP}}{\text{Jarak Perusahaan}} \times 100\% = \frac{75.78 - 58.81}{75.78} \times 100\% = 22.39\%$$

$$\frac{\text{Waktu P.} - \text{Waktu TSP}}{\text{Waktu Perusahaan}} \times 100\% = \frac{113.67 - 88.22}{113.67} \times 100\% = 22.38\%$$

B. Jalur Luar Kota

$$\frac{\text{Jarak Perusahaan} - \text{Jarak TSP}}{\text{Jarak Perusahaan}} \times 100\% = \frac{86.37 - 74.65}{86.37} \times 100\% = 13.56\%$$

$$\frac{\text{Waktu P.} - \text{Waktu TSP}}{\text{Waktu Perusahaan}} \times 100\% = \frac{129.56 - 111.96}{129.56} \times 100\% = 13.58\%$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka selisih penghematan jarak antara perusahaan dan jarak dengan menggunakan metode *Travelling Salesman Problem* untuk jalur dalam kota sebesar 28.85% dengan penghematan waktu sebesar 22.38% dan presentasi penghematan jarak untuk jalur luar kota sebesar 13.56% serta penghematan waktu sebesar 13.58%.

Perbandingan Rute Awal Perusahaan dan *Differential Evolution*

Berdasarkan dengan hasil yang telah diperoleh dengan menggunakan *software* DE maka yang dilakukan selanjutnya adalah membandingkan hasil rute yang diperoleh dengan rute yang digunakan oleh perusahaan. Hasil perbandingan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Hasil Perbandingan Rute Perusahaan dan DE

No	Jalur	Rute Distribusi	Jumlah	
			Jarak (Km)	Waktu (Menit)
1	Dalam Kota (Rute Awal Perusahaan)	PJM-C17-C14-C15-C13-C12-C16-C11-C10-C9-C8-C7-C6-C1-C5-C4-C19-C18-C20-C21-C22-C3-C2-PJM	75.78	113.67
2	Dalam Kota (DE)	PJM-C4-C21-C20-C18-C19-C11-C12-C15-C17-C14-C13-C10-C16-C8-C7-C6-C9-C2-C22-C3-C1-C5-PJM	54.71	82.07
3	Luar Kota (Rute Awal Perusahaan)	PJM-C1-C2-C3-C4-C5-C6-C7-C8-C9-C10-C11-C12-C13-C14-C15-C16-C17-C18-C19-C20-PJM	86.37	129.56
4	Luar Kota (DE)	PJM-C17-C18-C19-C20-C5-C4-C8-C6-C7-C9-C16-C10-C11-C12-C13-C14-C15-C1-C2-C3-PJM	71.74	107.61

Berdasarkan data pada tabel diatas, maka dapat dilakukan selisih perbandingan antara jarak perusahaan dan jarak dengan menggunakan metode *Differential Evolution*. Hasil Perbandingan dapat dilihat sebagai berikut:

A. Jalur Dalam Kota

$$\frac{\text{Jarak Perusahaan} - \text{Jarak DE}}{\text{Jarak Perusahaan}} \times 100\% = \frac{75.78 - 54.71}{75.78} \times 100\% = 27.80\%$$

$$\frac{\text{Waktu P.} - \text{Waktu DE}}{\text{Waktu Perusahaan}} \times 100\% = \frac{113.67 - 82.07}{113.67} \times 100\% = 27.79\%$$

B. Jalur Luar Kota

$$\frac{\text{Jarak Perusahaan} - \text{Jarak DE}}{\text{Jarak Perusahaan}} \times 100\% = \frac{86.37 - 71.74}{86.37} \times 100\% = 16.93\%$$

$$\frac{\text{Waktu P.} - \text{Waktu DE}}{\text{Waktu Perusahaan}} \times 100\% = \frac{129.56 - 107.61}{129.56} \times 100\% = 16.94\%$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka penghematan yang dapat diperoleh bila menggunakan metode *Differential Evolution* untuk jalur dalam kota sebesar 27.80% dengan penghematan waktu sebesar 27.79%. dan presentasi penghematan jarak untuk jalur luar kota sebesar 16.93% dan penghematan waktu sebesar 16.94%.

Analisa Rute dan Biaya Bahan Bakar

Penjumlahan total jarak yang di tempuh oleh perusahaan yaitu dilakukan dengan cara menjumlahkan jarak dari awal sampai akhir perjalanan dari masing- masing. Berdasarkan data yang di peroleh maka total jarak yang di dapatkan adalah sebagai berikut:

Perbandingan Jalur Dalam Kota

No	Rute	Jarak (Km)	Total Jarak Tempuh/Minggu
1	Perusahaan	75.78	454.68
2	<i>Travelling Salesman Problem</i>	58.81	352.86
3	<i>Differential Evolution</i>	54.71	328.26

Dapat dihitung biaya bahan bakar dari masing- masing rute yang ada. Berikut hasil perhitungan biaya bahan bakar yang ada:

Rute *Travelling Salesman Problem*

A. Biaya Bahan Bakar/Minggu:

$$\begin{aligned} & - \text{Total Jarak Tempuh} \times \frac{1}{10} \times \text{Harga Bahan Bakar (Bensin)/Liter} \\ & = 352,86 \times \frac{1}{10} \times 6450 = \text{Rp. 227.594} \end{aligned}$$

B. Biaya Bahan Bakar/Bulan:

$$\begin{aligned} & = \text{Total Jarak Tempuh} \times \frac{1}{10} \times \text{Harga Bahan Bakar} \times \text{Banyaknya Pengisian} \\ & \text{dalam satu bulan} \\ & = 352,86 \times \frac{1}{10} \times 6450 \times 4 = \text{Rp. 910.378} \end{aligned}$$

Rute *Differential Evolution*

A. Biaya Bahan Bakar/Minggu

$$\begin{aligned} & = \text{Total Jarak Tempuh} \times \frac{1}{10} \times \text{Harga Bahan Bakar (Bensin)/Liter} \\ & = 328,26 \times \frac{1}{10} \times 6450 = \text{Rp. 211.727} \end{aligned}$$

B. Biaya Bahan Bakar/Bulan

$$\begin{aligned} & = \text{Total Jarak Tempuh} \times \frac{1}{10} \times \text{Harga Bahan Bakar} \times \text{Banyaknya Pengisian} \\ & \text{dalam satu bulan} \\ & = 328,26 \times \frac{1}{10} \times 6450 \times 4 = \text{Rp. 846.910} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa total jarak yang dilalui perusahaan untuk jalur dalam kota yaitu sebesar 454.68 Km/minggu dengan biaya bahan bakar yang telah ditetapkan

perusahaan sebesar Rp.2.300.000/bulan. Total jarak bila menggunakan metode *Travelling Salesman Problem* adalah 352.86 Km/minggu dengan biaya bahan bakar adalah Rp.227.594/minggu dan Rp 910.378/bulan. Dan untuk metode *Differential Evolution* total jarak yang ditempuh adalah 328.36 Km dengan biaya bahan bakar/minggu adalah Rp. 211.727 dan Rp. 846.910/bulan.

Dengan demikian bila menggunakan dan menerapkan rute dari *Differential Evolution* maka akan lebih menguntungkan bagi perusahaan baik itu dari segi jarak, waktu tempuh dan biaya bahan bakar.

Perbandingan Jalur Luar Kota

No	Rute	Jarak (Km)	Total Jarak Tempuh/Minggu
1	Perusahaan	86.37	518.22
2	<i>Travelling Salesman Problem</i>	74.65	447.90
3	<i>Differential Evolution</i>	71.74	430.44

KESIMPULAN

Hasil yang diperoleh dengan menggunakan metode *Travelling Salesman Problem* untuk jalur dalam kota adalah 58,81 Km dengan penghematan jarak sebesar 22,39% dan total jarak untuk jalur luar kota adalah 74,65 km dengan penghematan jarak sebesar 13,56%. Hasil yang diperoleh dengan menggunakan metode *Differential Evolution* adalah 54,71 km untuk jalur dalam kota dengan penghematan jarak sebesar 27,80% dan 71,74 km untuk jalur luar kota dengan penghematan jarak 16,93%.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, Tsana Kamilia, (2017)., *Kinerja PT.POS Indonesia (Studi Kasus Pengiriman Paket Pos di Kota Pekanbaru)*. Universitas Riau.
- Eka, (2010)., *Penentuan Rute Distribusi Produk Minuman Ringan PT. Coca-Cola Distribution Indonesia DC Pontianak Menggunakan Metode Travelling Salesman Problem*. Pontianak: FT-UNTAN.
- Fahmi Fuadi Al Akbar & Sumiati (2013)., *Penentuan Rute Distribusi The Botol Menggunakan Metode Traveling Salesman Problem (TSP) Untuk Minimasi Biaya Distribusi*.
- Munir, Rinaldi., (2006)., *Algoritma Branch and Bound*, Bandung:Institut Teknologi Bandung.
- Moh. Ray Rizaldy, (2007)., *Algoritma Branch and Bound Untuk Optimasi Pengiriman Surat Antar Himpunan di ITB. Bandung*. Institut Teknologi Bandung.
- Paillin, D. B., & Sosebeko, F. (2017)., *Penentuan Rute Optimal Distribusi Produk Nestle Dengan Metode Traveling Salesman Problem (TSP)(Studi Kasus: PT. Paris Jaya Mandiri)*. Jurnal ARIKA, Vol 11 No. 1, pp. 35-44.
- Paillin, D. B., & Tupan, J. M. (2018)., *Pemecahan Travelling Salesman Problem Menggunakan Teknik Branch and Bound dan Cheapest Insertion Heuristic (Studi Kasus: PT. Paris Jaya Mandiri-Ambon)*. In Seminar dan Konferensi Nasional IDEC 2018 Surakarta 7-8 Mei.
- Santosa, Budi. (2017)., *Pengantar Metaheuristik : Implementasi dengan Matlab*. Surabaya: ITS Tekno Sains