



## PENERAPAN ALGORITMA TABU SEARCH UNTUK MENYELESAIKAN VEHICLE ROUTING PROBLEM

Fajar Eska Pradhana<sup>✉</sup>, Endang Sugiharti, dan Muhammad Kharis

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia  
Gedung D7 lantai 1 Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229

### Info Artikel

Sejarah Artikel:  
Diterima Januari 2012  
Disetujui Februari 2012  
Dipublikasikan Mei 2012

Kata kunci:  
*Vehicle Routing Problem (VRP)*  
*The Classical Vehicle Routing Problem*  
*tabu search*  
*heuristic*

### Abstrak

VRP memiliki aplikasi yang penting di bidang manajemen distribusi. VRP merupakan permasalahan *integer programming* yang masuk kategori *NP-Hard Problem (Nondeterministic Polynomial - Hard)*. *The Classical Vehicle Routing Problem (CVRP)* merupakan varian dasar pada VRP. Model masalah CVRP secara umum merupakan kunjungan tunggal dengan hanya satu kendaraan yang diperbolehkan mengunjungi pelanggan. Pada umumnya VRP terselesaikan dengan menggunakan berbagai variasi metode heuristik, salah satunya adalah algoritma *Tabu Search* (TS). Algoritma *Tabu Search* termasuk dalam teknik pencarian heuristik. Penelitian dilakukan di IT COMM cabang Yogyakarta yang beralamat di Jl. Wonosari Km. 8 No. 99 Bantul. IT COMM mempunyai sejumlah subdistributor yang letaknya berpencar sehingga dapat digunakan sebagai studi kasus dalam tugas akhir ini. Permasalahan yang diangkat pada penelitian ini adalah penentuan jalur optimal untuk mendistribusikan barang pada perusahaan IT COMM menggunakan algoritma *Tabu Search* sehingga biaya transportasi minimum. Simpulan yang diperoleh adalah solusi optimum dengan rute Computa - ALNEC - IT COMM - WOW - WKM - Dian Kencana - Saintech - Fajar Aircond - Surya I - Rifani - Larisa - Computa sepanjang 79 Km. Berdasarkan pembahasan di atas, disarankan kepada Perusahaan IT COMM untuk menggunakan metode algoritma *Tabu Search* dalam proses distribusi sehingga biaya yang dikeluarkan minimal.

### Abstract

VRP has important applications in the field of distribution management. VRP is an integer programming problem which is categorized as NP-Hard Problem (non-deterministic polynomial - Hard). The Classical Vehicle Routing Problem (CVRP) is the basic variant of the VRP. Model CVRP problem in general is a single visit with only one vehicle is allowed to visit the subscribers. In general, the VRP solved by using a variety of heuristic methods, one of which is the algorithm Tabu Search (TS). Tabu Search algorithm included in the heuristic search techniques. The study was conducted in the IT COMM Yogyakarta branch is located at Jl. Wonosari Km. No. 8. 99 Bantul. COMM IT has a number of scattered sub distributor located so that it can be used as a case study in this thesis. Issues raised in this study is to determine the optimal path to distribute the goods to the company's IT COMM using Tabu Search algorithm so that the minimum transportation cost. The conclusions obtained are the optimum solution to the route Computa - ALNEC - IT COMM - WOW - WKM - Dian Kencana - Saintech - Dawn Aircond - Solar I - Rifani - Larisa - Computa along the 79 Km. Based on the above discussion, it is recommended to the Corporate IT COMM to use Tabu Search algorithms in the distribution process so that the cost is minimal.

© 2012 Universitas Negeri Semarang

<sup>✉</sup> Alamat korespondensi:  
E-mail: fajarpradhana@gmail.com

## 1. Pendahuluan

Optimasi adalah proses pencarian satu atau lebih penyelesaian layak (*feasible*) yang berhubungan dengan nilai-nilai ekstrim dari satu atau lebih nilai objektif pada suatu masalah sampai tidak terdapat solusi ekstrim lain yang dapat ditemukan (Berlianty dan Miftahol, 2010:8). Optimasi memegang peranan penting dalam mendesain suatu sistem. Melalui optimasi, suatu sistem dapat mengeluarkan biaya yang lebih murah, mendapatkan keuntungan yang lebih tinggi, mempersingkat waktu proses dan optimalisasi yang lain.

Proses distribusi yang optimal dalam sebuah industri, baik itu industri manufaktur maupun jasa, merupakan hal yang penting dan merupakan salah satu masalah optimasi. Semakin mahal biaya distribusi berakibat naiknya harga produk sehingga memungkinkan terjadinya penurunan jumlah permintaan. Hal ini mengakibatkan pendapatan perusahaan tersebut menurun. Untuk meminimalisir keadaan tersebut, selain menekan biaya produksi perusahaan juga perlu menekan biaya distribusi. Dalam proses distribusi, sebuah perusahaan yang mempunyai pabrik akan mengirimkan produknya ke berbagai distributor sebelum dapat digunakan oleh konsumen. Apabila proses distribusi bertujuan meminimalkan biaya, maka permasalahan tersebut dapat digolongkan dalam *Vehicle Routing Problem* (VRP).

VRP merupakan permasalahan *integer programming* yang masuk kategori *NP-Hard Problem (Nondeterministik Polynomial – Hard)*, yang berarti usaha komputasi yang digunakan akan semakin sulit dan banyak seiring dengan meningkatnya ruang lingkup masalah. Untuk masalah seperti ini biasanya yang dicari adalah aproksimasi solusi yang terdekat, karena solusi tersebut dapat dicari dengan cepat dan akurat.

VRP memiliki aplikasi yang penting di bidang manajemen distribusi, sehingga menjadi salah satu contoh masalah yang banyak dipelajari dalam literatur optimasi kombinatorial. Pada umumnya VRP terselesaikan dengan menggunakan berbagai variasi metode heuristik, salah satunya adalah algoritma *Tabu Search* (TS). Algoritma *Tabu Search* termasuk dalam teknik pencarian heuristik, yaitu suatu strategi untuk melakukan proses pencarian ruang keadaan (*state space*) suatu problema secara selektif.

Menurut Glover dan Laguna (1997) kata tabu atau “*taboo*” berasal dari bahasa Tongan, suatu bahasa Polinesia yang digunakan oleh suku Aborigin pulau Tonga untuk mengindikasikan suatu hal yang tidak boleh “disentuh” karena kesakralannya. Konsep dasar dari *Tabu Search* yaitu menuntun setiap tahapannya agar dapat menghasilkan kriteria aspirasi yang paling optimum tanpa terjebak ke dalam solusi awal yang ditemukan selama tahapan ini berlangsung. Maksud dari algoritma ini adalah mencegah terjadinya perulangan dan ditemukannya solusi yang sama pada suatu iterasi yang akan digunakan lagi pada iterasi selanjutnya. Dalam algoritma ini digunakan istilah Solusi *neighbourhood*. Solusi *neighbourhood* didefinisikan sebagai solusi alternatif yang diperoleh dengan melakukan *move* atau *swap*. Solusi *neighbourhood* diperoleh dengan menukar dua titik yang berada dalam solusi. Hal ini menjamin bahwa solusi yang terbentuk adalah solusi fisibel (Gendreau and Potvin, 2010:45).

Diasumsikan biaya simetris, contoh  $c_{ij} = c_{ji}$ . Kumpulan kendaraan seragam adalah  $V$ . Kendaraan-kendaraan tersebut memiliki kapasitas  $K$  dan semua pelanggan mempunyai permintaan  $d_v$ . Satusatunya variabel keputusan adalah  $X_{ij}^v$

Formulasi untuk VRP sebagai berikut:

$$\text{Minimal } \sum_i \sum_j \sum_v c_{ij} X_{ij}^v \quad (1)$$

$$\text{kendala } \sum_{v \in V} \sum_{j \in N} X_{ij}^v = 1 \quad \forall i \in C \quad (2)$$

$$\sum_{i \in C} d_i \sum_{j \in N} X_{ij}^v \leq K \quad \forall v \in V \quad (3)$$

$$\sum_{j \in N} X_{ij}^v = 1 \quad \forall v \in V \quad (4)$$

$$\sum_{v \in V} X_{ik}^v - \sum_{j \in N} X_{kj}^v = 0 \quad \forall k \in C \quad (5)$$

$$X_{ij}^v \in \{0,1\} \quad \forall \{0,1\} \in A \text{ dan } \forall v \in V \quad (6)$$

- (1) Menyatakan fungsi tujuan yang dioptimalkan;
- (2) Menyatakan kendala penugasan yang menjamin tiap pelanggan dikunjungi tepat satu kali oleh tepat satu kendaraan;
- (3) Menyatakan kendala kapasitas yang menjamin muatan tidak melebihi kapasitas;
- (4) dan;
- (5) Menyatakan batasan jalur;
- (6) menyatakan suatu nilai biner (Satria,dkk, 2004:6-7).

IT COMM merupakan distributor yang dipilih oleh sistem jaringan panasonic Jepang untuk mendistribusikan produk teknologi komunikasi dan informasi di Indonesia. IT COMM pusat berada di Jakarta, sedangkan penelitian dilakukan di kantor cabang Yogyakarta yang beralamat di Jl. Wonosari Km. 8 No. 99 Bantul. IT COMM cabang Yogyakarta mempunyai sejumlah subdistributor yang akan menyalurkan barang ke pelanggan. Letak dari subdistributor berpencar sehingga dapat digunakan sebagai studi kasus dalam artikel ini. Mengingat prinsip algoritma TS dalam menemukan jarak perjalanan paling pendek tersebut, maka TS merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan VRP. Algoritma ini disimulasikan pada perusahaan IT COMM by Panasonic Yogyakarta.

Pembahasan dalam artikel ini dibatasi hanya pada masalah VRP dengan asumsi-asumsi: (1) kendaraan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah kendaraan transportasi darat berupa mobil *box*, (2) banyaknya depot satu, (3) jarak *dealer* tujuan dengan depot diketahui (4) jalur yang dilalui yaitu jalur dua arah, dan (4) perhitungan dilakukan menggunakan program Borland Delphi 7.

Langkah-langkah Algoritma TS dalam VRP meliputi (1) menentukan solusi awal dan menetapkannya sebagai solusi optimum, (2) menentukan solusi alternatif yaitu dengan melakukan *move* (menukar) dua titik dalam solusi, (3) mengevaluasi solusi-solusi alternatif dengan *tabu list* untuk melihat apakah kandidat solusi (solusi alternatif) tersebut sudah ada pada *tabu list*. Apabila solusi alternatif sudah ada dalam *tabu list*, maka solusi alternatif tersebut tidak akan dievaluasi lagi. Apabila solusi alternatif belum terdapat dalam *tabu list*, maka solusi alternatif tersebut disimpan dalam *tabu list* sebagai solusi alternatif terbaik.

(1) Memilih solusi terbaik dan menetapkannya sebagai solusi optimum baru; (2) Memperbarui *tabu list* dengan memasukkan solusi optimum baru; (3) Apabila kriteria pemberhentian terpenuhi maka proses berhenti dan diperoleh solusi optimum. Jika tidak, proses kembali berulang dimulai dari langkah ke dua.

Ukuran *tabu list* untuk menghasilkan kualitas solusi yang baik akan bertambah seiring dengan membesarnya ukuran masalah. Namun, tidak ada aturan baku untuk menentukan ukuran *tabu list*. Hal ini disebabkan ukuran *tabu*

*list* bergantung pada ketatnya kriteria tabu yang diterapkan. Ukuran *tabu list* yang terlalu panjang akan mengakibatkan buruknya kualitas solusi karena terlalu banyak *move* yang dilarang. Ukuran *tabu list* dalam tugas akhir ini diatur sedemikian rupa sehingga panjangnya sama dengan banyaknya iterasi yang telah ditetapkan sebelumnya (Glover dan Kochenberger, 2003).

IT COMM merupakan distributor yang dipilih oleh sistem jaringan Panasonic Jepang untuk mendistribusikan produk teknologi komunikasi dan informasi di Indonesia. IT COMM pusat berada di Jakarta, sedangkan penelitian dilakukan di kantor cabang Yogyakarta yang beralamat di Jl. Wonosari Km. 8 No. 99 Bantul. IT COMM cabang Yogyakarta mempunyai sejumlah subdistributor yang akan menyalurkan barang ke pelanggan. Berikut ini merupakan data subdistributor dari IT COMM:

Tabel 1. Data Subdistributor

No	Subdistributor	Alamat
1	Rifani	Jl. Parang 139
2	Dian Kencana	Jl. Lawu No 2
3	Fajar Aircond	Jl. Dr. Sutomo
4	Saintech	Jl. Prof. Dr. Yohannes
5	Surya Informatika	Jl. Prawirotaman
6	ALNEC	Jl. Janti 1
7	WOW	Jl. Raya Janti
8	WKM	Jl. Kaliurang Km 5
9	Larisa	Jl. Suryowijayan
10	Computa	Jl. Cik di tiro

Berdasarkan data yang diperoleh di atas, perusahaan IT COMM tidak mempergunakan metode khusus dalam pendistribusian. Produk pesanan diantar secara langsung secara bergiliran. Pengiriman dimulai dari depot yaitu IT COMM Yogyakarta menuju ke daerah tujuan. Proses distribusi dimulai dari subdistributor yang mempunyai jarak paling dekat dengan depot dan dilanjutkan dengan subdistributor lain yang jaraknya dekat dengan subdistributor terakhir. Pengiriman dilakukan sebanyak 3-5 kali dalam sebulan.

Tabel 2. Jarak antar subdistributor dan depot dalam Km.

Dealer Ke i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	10	10	8	9	10	5	5	12	10	12
2	10	0	10	12	13	10	15	13	18	12	15
3	10	10	0	4	4	10	10	8	9	16	5
4	8	12	4	0	2	9	8	9	9	17	5
5	9	13	4	2	0	10	8	8	10	14	10
6	10	10	9	10	0	15	13	17	12	15	
7	5	15	10	8	8	15	0	10	16	10	6
8	5	13	8	9	8	13	10	0	9	14	6
9	12	18	9	9	10	17	16	9	0	17	9
10	10	12	16	17	14	12	10	14	17	0	8
11	12	15	5	10	15	6	6	9	8	0	

Keterangan:

- |                       |              |
|-----------------------|--------------|
| 1 = IT COMM           | 7 = ALNEC    |
| 2 = Rifani            | 8 = WOW      |
| 3 = Dian Kencana      | 9 = WKM      |
| 4 = Fajar Aircond     | 10 = Larisa  |
| 5 = Saintech          | 11 = Computa |
| 6 = Surya Informatika |              |

Perusahaan IT COMM tidak menggunakan metode khusus dalam menentukan rute. Berdasarkan wawancara yang dilakukan, rute yang biasa dilalui untuk proses distribusi adalah 1-7-11-3-4-5-8-9-6-2-10-1 dengan jarak tempuh:

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak} &= \text{depot-dealer7-dealer11-dealer3} \\
 &\quad -\text{dealer4-dealer5-dealer8-dealer9} \\
 &\quad -\text{dealer6-dealer2-dealer10-depot} \\
 &= (5+6+5+4+2+8+9+17+10 \\
 &\quad +12+10 \\
 &= 88 \text{ Km.}
 \end{aligned}$$

Pada bagian selanjutnya akan diperlihatkan hasil perhitungan manual dan pembahasan aplikasi dari penggunaan algoritma Tabu search diterapkan pada persoalan rute jalur perjalanan kendaraan pada IT COMM Yogyakarta yang akan diaplikasikan pada perangkat lunak menggunakan program Borland Delphi 7 sehingga akan diketahui keakuratan hasil dan lamanya waktu eksekusi dari algoritma tersebut.

## II. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Perhitungan Berdasarkan Algoritma Tabu Search diberikan sebagai berikut.

### Langkah 1

Langkah pertama yang dilakukan adalah memilih solusi awal dan menentukan solusi awal tersebut sebagai solusi optimum pada iterasi ke-0 ( $k=0$ ). Solusi awal ditentukan dengan mencari titik yang terdekat dengan depot dan menambahkan titik terdekat dengan

titik sebelumnya pada rute sepanjang tidak membentuk *cycle*, begitu seterusnya hingga semua titik dikunjungi. Dengan metode tersebut diperoleh solusi awal yaitu jalur 1-7-11-4-5-8-3-9-6-2-10 dan secara otomatis solusi tersebut masuk dalam *tabu list* pada iterasi ke 0 sekaligus sebagai solusi optimum awal.

### Langkah 2

Langkah ke-2 yaitu menentukan iterasi selanjutnya dan mencari solusi alternatif yang tidak melanggar kriteria tabu. Solusi alternatif diperoleh dengan menukar posisi dua titik atau *dealer* berdasarkan indeks. Banyak indeks sama dengan  $C_2^{11} = 55$ .

Pada iterasi ke-0 diperoleh *tabu list* 1-7-11-4-5-8-3-9-6-2-10, maka solusi alternatif yang di dapat yaitu:

Jika indeks (1) maka posisi titik ke-1 ditukar dengan posisi titik ke-2, diperoleh jalur alternatif ke-1: 7-1-11-4-5-8-3-9-6-2-10.

Jika indeks (2) maka posisi titik ke-1 ditukar dengan posisi titik ke-3, diperoleh jalur alternatif ke-1: 11-7-1-4-5-8-3-9-6-2-10.

Jika indeks (3) maka posisi titik ke-1 ditukar dengan posisi titik ke-4, diperoleh jalur alternatif ke-1: 4-7-11-1-5-8-3-9-6-2-10.

...

Jika indeks (11) maka posisi titik ke-2 ditukar dengan posisi titik ke-3, diperoleh jalur alternatif ke-11: 1-11-7-4-5-8-3-9-6-2-10.

Jika indeks (12) maka posisi titik ke-2 ditukar dengan posisi titik ke-4, diperoleh jalur alternatif ke-12: 1-4-11-7-5-8-3-9-6-2-10.

Jika indeks (13) maka posisi titik ke-3 ditukar dengan posisi titik ke-5, diperoleh jalur alternatif ke-13: 1-5-11-4-7-8-3-9-6-2-10.

Begitu seterusnya hingga indeks mencapai indeks ke-55.

### Langkah 3

Langkah selanjutnya yaitu memilih solusi terbaik di antara solusi alternatif yang telah didapat pada langkah 2. Solusi terbaik pada iterasi pertama diperoleh pada indeks (46), maka solusi tersebut dipilih sebagai solusi optimum sementara.

### Langkah 4

Apabila nilai solusi terbaik pada Langkah ke-2 lebih kecil dari nilai solusi optimum awal, maka solusi optimum terbaik yang didapat dipilih sebagai solusi optimum. Pada Langkah 2 diperoleh solusi terbaik pada indeks (46) dengan nilai solusi 86. Karena nilai

solusi terbaik lebih kecil dari nilai solusi optimum awal maka solusi terbaik pada Langkah 2 dipilih sebagai solusi optimum yang baru.

#### **Langkah 5**

Memperbarui *tabu list* dengan menambahkan rute solusi optimum yang diperoleh pada Langkah 4. Diperoleh *tabu list* baru yaitu:

1-7-11-4-5-8-3-9-6-2-10

1-7-11-4-5-8-9-3-6-2-10

#### **Langkah 6**

Apabila kriteria pemberhentian dipenuhi maka proses berhenti. Jika tidak, proses diulang kembali mulai Langkah 2 dan akan berhenti ketika kriteria pemberhentian dipenuhi. Dalam tugas akhir ini kriteria pemberhentian yang dipakai yaitu setelah semua iterasi terpenuhi. Jumlah iterasi sama dengan banyaknya titik.

Dengan memanfaatkan program Delphi diperoleh hasil bahwa jalur terpendek adalah jalur ke-36 dengan panjang 79, maka jalur tersebut terpilih untuk proses diversifikasi selanjutnya. Jalur tersebut ditambahkan ke dalam *tabu list*. Karena panjang jalur tersebut lebih kecil dari Optimum sebelumnya, maka jalur tersebut dipilih sebagai Optimum yang baru. Proses pencarian berlanjut hingga kriteria pemberhentian dipenuhi, yaitu maksimal iterasi sampai dengan 11.

Pada permasalahan di atas, rute terpendek yang diperoleh dari perhitungan menggunakan algoritma TS adalah 79. Hal ini berarti, total jarak terpendek yang ditempuh dalam proses distribusi adalah 79 Km dengan rute perjalanan adalah 11 - 7 - 1 - 8 - 9 - 3 - 5 - 4 - 6 - 2 - 10 (Computa – ALNEC – IT COM – WOW – WKM – Dian Kencana – Saintech – Fajar Aircond – Surya I – Rifani – Larisa – Computa). Karena rute yang terbentuk merupakan sebuah *cycle*, maka apabila rute diawali dari depot maka rute menjadi 1 - 8 - 9 - 3 - 5 - 4 - 6 - 2 - 10-11-7 (IT COM – WOW – WKM – Dian Kencana – Saintech – Fajar Aircond – Surya I – Rifani – Larisa – Computa – ALNEC) dan rute akan berakhir pada depot.

Adakalanya rute yang ditemukan mempunyai panjang yang sama sehingga terdapat lebih dari satu solusi. Solusi terbaik yang diambil adalah solusi yang pertama kali ditemukan. Tapi, apabila ditemukan solusi terbaik yang mempunyai urutan berbeda namun

panjang rute sama, maka rute tersebut tetap dipilih sebagai rute yang dipilih untuk proses diversifikasi selanjutnya.

Dengan membandingkan metode yang digunakan oleh IT COMM dan algoritma *Tabu search* diperoleh hasil yang berbeda. Perhitungan menggunakan algoritma *Tabu search* memberikan hasil yang lebih optimal atau dengan kata lain didapatkan jarak yang lebih minimal. Hal ini berarti algoritma *Tabu search* merupakan salah satu algoritma yang cukup efektif untuk menyelesaikan VRP.

Proses perhitungan secara manual membutuhkan waktu yang lama. Hal ini dikarenakan banyak iterasi sama dengan banyak *dealer* yaitu 11 dan tiap iterasi terdapat 55 solusi alternatif. Oleh sebab itu, penulis membangun program menggunakan *software* Delphi untuk mempermudah perhitungan. Dengan menggunakan program Delphi, pencarian rute paling optimal dari 11 *dealer* dengan maksimum iterasi 11 hanya membutuhkan waktu 4 detik. Melihat lama waktu yang digunakan untuk perhitungan menggunakan algoritma *Tabu search*, dapat dikatakan bahwa penggunaan program Delphi jauh lebih cepat dan akurat.

Namun terdapat kelemahan dari program yang dibuat dalam bahasa Delphi di atas, yaitu program statis. *Input* jarak antar *dealer* dilakukan di dalam kode program, akibatnya apabila terdapat penambahan jumlah *dealer* maka *input* jarak tidak dapat secara otomatis dilakukan. *Input* jarak dilakukan dengan merubah kode di dalam program.

### **III. SIMPULAN**

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil simpulan mengenai kinerja pencarian rute perjalanan kendaraan optimal menggunakan algoritma *tabu search* yaitu proses perhitungan menggunakan algoritma *tabu search* terdiri dari 6 langkah. Langkah pertama yaitu menentukan solusi awal pada iterasi 0 dan menetapkan nilai solusi awal sebagai nilai solusi optimum. Langkah kedua yaitu mencari solusi-solusi alternatif yang tidak melanggar kriteria tabu. Langkah ke tiga yaitu memilih solusi terbaik diantara solusi alternatif pada langkah ke dua. Langkah ke empat yaitu memilih nilai solusi optimum. Apabila nilai solusi terbaik pada langkah ke tiga lebih kecil dari nilai solusi optimum awal, maka solusi terbaik dipilih sebagai solusi optimum baru. Langkah ke lima

yaitu memperbarui *tabu list* dengan memasukkan solusi optimum baru. Langkah ke enam yaitu apabila kriteria pemberhentian dipenuhi maka proses perhitungan berhenti dan diperoleh solusi optimum, jika tidak proses kembali berulang dimulai dari langkah ke dua.

Pada permasalahan di atas, total jarak terpendek yang ditempuh dalam proses distribusi adalah 79 Km dengan rute perjalanan IT COM – WOW – WKM – Dian Kencana – Saintech – Fajar Aircond – Surya I – Rifani – Larisa – Computa – ALNEC dan rute akan berakhir pada depot.

### **Daftar Pustaka**

- Berlianty, I dan Miftahol, A. 2010. Teknik-Teknik Optimasi Heuristik. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Gendreau, M., and Potvin, J.Y (eds). 2010. Handbook of Metaheuristics: Second Edition. New York: Springer Science+Business Media.
- Glover, F and Kochenberger, G.A (eds). 2003. Handbook of Metaheuristics. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Glover, F and Laguna, M. 1997. Tabu Search. Massachusetts: Kluwer Academic Publisher.
- Satria, W., Siallagan, M.P., dan Novani, S. 2004. Penerapan Metode Algoritma Genetik untuk Memecahkan Masalah Penentuan rute Kendaraan Berkendala Kapasitas. Universitas Komputer Indonesia.