

## IMPLEMENTASI ALGORITMA TABU *SEARCH* UNTUK MENGOPTIMASI PENJADWALAN *PREVENTIVE MAINTENANCE* PT SOLUSI APLIKASI INTERAKTIF

**Miswanto<sup>1</sup>, Frengki Pernando<sup>2</sup>, Icbal Aditya Firmansyah<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Ilmu Komputer, Program Pasca Sarjana STMIK Nusa Mandiri Jakarta  
Jl. Kramat Raya No. 18 Jakarta Pusat Telp 021 31908575  
Email: 14002109@nusamandiri.ac.id

<sup>2</sup>Jurusan Ilmu Komputer, Program Pasca Sarjana STMIK Nusa Mandiri Jakarta  
Jl. Kramat Raya No. 18 Jakarta Pusat Telp 021 31908575  
Email: 14002136@nusamandiri.ac.id

<sup>3</sup>Jurusan Ilmu Komputer, Program Pasca Sarjana STMIK Nusa Mandiri Jakarta  
Jl. Kramat Raya No. 18 Jakarta Pusat Telp 021 31908575  
Email: 14002118@nusamandiri.ac.id

### ABSTRAK

*Pembuatan jadwal Preventive Maintenance dalam sebuah perusahaan merupakan pekerjaan rutin yang dilakukan oleh Account Manager atau Project Manager setiap mendapatkan project baru. Peran Account Manager atau Project Manager dalam pembuatan penjadwalan Preventive Maintenance sangatlah penting dan tidak mudah karena jadwal yang akan diatur terdiri dari data yang variatif tergantung berapa banyak project yang didapatkan pada saat kontrak. Dari hasil penelitian ini estimasi 1 Pelanggan dilakukan Preventive Maintenance selama 60 menit maka waktu efektif melakukan proses Preventive Maintenance dalam 1 hari Engineer melakukan perjalanan sejauh 37,9 Km dan dengan waktu optimum 356,8 Menit (5 tempat maintenance dalam 1 hari). Hasil rute optimal yang harus dilalui oleh Engineer PT Solusi Aplikasi Interaktif adalah dengan melewati rute PT Lancar Jaya, PT ICA, PT Chevron, PT Pirusa, PT Mitra Steel, dan kembali lagi ke PT Solusi Aplikasi Interaktif. Jarak tempuh yang dilalui oleh Engineer sebesar 37,9 km dan waktu perjalanan yang diperlukan 56,8 menit. Optimum perjalanan diasumsikan bebas hambatan adalah 56,8 menit.*

**Kata kunci:** *Tabu Search; Optimasi Tabu Search; Penjadwalan Preventive Maintenance;*

### PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi yang semakin pesat dalam segala bidang mendorong manusia dari berbagai lembaga untuk memanfaatkan dan memaksimalkan teknologi. Teknologi informasi adalah suatu teknologi yang digunakan untuk mengolah data, seperti memproses, mendapatkan, menyusun, menyimpan atau memanipulasi data dalam berbagai cara untuk menghasilkan informasi yang berkualitas. Dengan menghasilkan informasi yang berkualitas, informasi yang disampaikan akan lebih jelas dan lebih mudah dicerna oleh masyarakat pada umumnya.

Jadwal untuk kegiatan *Preventive Maintenance* dalam sebuah perusahaan merupakan syarat umum dalam pemenuhan kontrak baik itu kontrak pemeliharaan maupun kontrak implementasi yang digunakan sebagai dasar pekerjaan suatu perusahaan kepada Pelanggan dalam 1 tahun berjalan. Penjadwalan ini dibuat menyesuaikan dengan kebutuhan dan *avaibility* dari pihak pelanggan selaku tuan rumah untuk proses pengerjaan kegiatan agar lebih teratur dan terlaksana sesuai yang disepakati bersama antara Penyedia Jasa dengan Pelanggan. Dengan dibuatnya Jadwal *Preventive Maintenance* ini diharapkan *Engineer* PT Solusi Aplikasi Interaktif sudah memiliki jadwal pasti pemeliharaan atau *on site* dalam 1 tahun berjalan dan sudah terjadwal dengan baik.

Dalam penelitian ini penjadwalan *Preventive Maintenance* dapat di optimalkan menggunakan metode algoritma "*Tabu Search*" karena Studi Kasus PT Solusi Aplikasi Interaktif membutuhkan informasi dan data jarak tempuh dan waktu yang diperlukan seorang *Engineer* dari kantor Pusat PT Solusi Aplikasi Interaktif menuju ke kantor Pelanggan dalam 1 hari kegiatan *maintenance*. Jarak dan waktu tempuh ini digunakan sebagai dasar *Manager Operasional* mengatur jadwal alokasi *Engineer* yang akan melakukan kegiatan *maintenance*. Dengan adanya jadwal ini, akan memberikan *effort* yang cukup besar bagi PT Solusi Aplikasi Interaktif dalam memaksimalkan kualitas dari sumber daya manusia yang dimiliki PT Solusi Aplikasi



Interaktif.

Metode dalam penelitian ini adalah dengan membuat *Graf* antara kantor pusat PT Solusi Aplikasi Interaktif dan dihubungkan dengan kantor Pelanggan untuk mengambil gambaran umum proses perjalanan dari 1 titik ke titik lainnya dalam 1 urutan waktu tertentu. Setelah itu akan didapatkan jarak tempuh dan waktu tempuh optimal yang bisa di aplikasikan dalam jadwal *Preventive Maintenance project* PT Solusi Aplikasi Interaktif pada tahun berjalan. Setelah *Graf* terbuat maka akan dibuatkan Iterasi pada setiap jarak dari kantor pusat PT Solusi Aplikasi Interaktif ke beberapa kantor Pelanggan kemudian kembali lagi ke kantor PT Solusi Aplikasi Interaktif.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan di atas, maka dapat dirumuskan masalah-masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan merepresentasikan permasalahan penjadwalan kegiatan *Preventive Maintenance* pada PT Solusi Aplikasi Interaktif ke dalam *Graf* sederhana?
2. Bagaimana mengimplementasikan penjadwalan *Preventive Maintenance* pada PT Solusi Aplikasi Interaktif dengan menggunakan Algoritma *Tabu Search* dalam sebuah sistem penjadwalan yang lebih baik?
3. Apakah penjadwalan *Preventive Maintenance* yang di implementasikan sudah mencakup proses bisnis perusahaan?

Tujuan dari penelitian ini ditetapkan berdasarkan rumusan masalah yang telah dijabarkan. Tujuan penelitian ini antara lain :

1. Merancang dan merepresantikan permasalahan penjadwalan *Preventive Maintenance* ke dalam *Graf* sederhana untuk mewakili proses perjalanan *Engineer* PT Solusi Aplikasi Interaktif.
2. Mengimplementasikan hasil perhitungan optimum yang dilakukan dengan menggunakan Algoritma *Tabu Search* ke dalam sebuah jadwal *Preventive Maintenance* yang dapat digunakan PT Solusi Aplikasi Interaktif.

## BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang membahas mengenai implementasi Algoritma *Tabu Search* yang juga menjadi acuan dalam penelitian ini, di antaranya :

1. Jurnal yang berjudul "Implementasi Algoritma *Genetic-Tabu Search* dalam Optimasi Penjadwalan Perkuliahan" yang ditulis oleh Rusianah, M. Aziz Muslim dan Sholeh Hadi Pramono (Universitas Brawijaya, 2016). Jurnal tersebut membahas mengenai pembuatan penjadwalan perkuliahan menggunakan perpaduan algoritma *Genetic* dan *Tabu Search*. Pada penelitian ini juga dijelaskan bagaimana membuat penjadwalan perkuliahan dengan perpaduan 2 algoritma untuk menghasilkan jadwal terbaik dengan tingkat performa yang tinggi.
2. Jurnal yang berjudul "Implementasi Algoritma *Tabu Search* pada Aplikasi Penjadwalan Mata Pelajaran (Studi Kasus : SMA Negeri 4 Kendari)" yang ditulis oleh Mayang Putri Khairunnisa, Bambang Pramono, dan Rizal Adi Saputra (Universitas Halu Oleo Kendari, 2016). Jurnal tersebut membahas mengenai pembuatan jadwal mata pelajaran khususnya pada studi kasus SMA Negeri 4 Kendari. Pada penelitian ini juga dijelaskan bagaimana membuat sebuah jadwal mata pelajaran dengan Algoritma *Tabu Search* dengan menggunakan variabel Data Kelas, Data Mata Pelajaran, Data Guru dan Data Waktu pada SMA tersebut.
3. Jurnal yang berjudul "Penerapan Algoritma *Tabu Search* untuk Penjadwalan Mata Pelajaran di SMK Swasta Pelita-2 AEKKANOPAN)" yang ditulis oleh Leo Chandra S (STMIK Budi Darma Medan, 2016). Jurnal tersebut membahas mengenai pembuatan jadwal mata pelajaran khususnya pada studi kasus SMK Swasta Pelita-2. Pada penelitian ini juga dijelaskan bagaimana membuat sebuah jadwal mata pelajaran dengan Algoritma *Tabu Search* dengan optimasi kombinatorial yang berskala besar (bersifat np-hard).

Salah satu permasalahan yang banyak memanfaatkan teori *Graf* adalah masalah penjadwalan. Menurut pendapat Beker (1974) mengemukakan penjadwalan merupakan kegiatan untuk mengalokasikan sejumlah sumber daya yang tersedia untuk memastikan bahwa perencanaan dapat berjalan dengan baik dengan waktu dan tenaga yang digunakan secara efisien. Dalam penelitian ini teori *Graf* digunakan untuk memberikan gambaran jarak antara kantor pusat PT Solusi Aplikasi Interaktif dengan beberapa kantor Pelanggan.

Salah satu algoritma yang menangani masalah penjadwalan adalah Algoritma *Tabu Search*. Menurut (Aladag dan Hocaoglu, 2007 : 56) *Tabu Search* adalah sebuah metode optimasi yang berbasis pada *local*

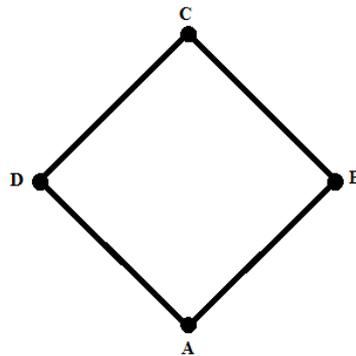
*search*. Proses pencarian bergerak dari satu solusi ke solusi berikutnya, dengan cara memilih solusi tetangga (*neighborhood*) terbaik dari solusi sekarang (*current*) yang tidak tergolong solusi terlarang (*tabu*). Ide dasar dari algoritma *Tabu Search* adalah mencegah proses pencarian dari *local search* agar tidak melakukan pencarian ulang pada ruang solusi yang sudah pernah ditelusuri, dengan memanfaatkan suatu struktur memori yang mencatat sebagian jejak proses pencarian yang telah dilakukan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dibahas suatu sistem yang dibangun menggunakan *Tabu Search* dan diharapkan dapat membantu *Account Manager* atau *Manager Operational* PT Solusi Aplikasi Interaktif dalam membuat penjadwalan *Preventive Maintenance* yang optimal.

#### a. Teori Graf

Teori *Graf* merupakan salah satu ilmu yang membantu dalam mengatasi berbagai permasalahan dalam berbagai disiplin ilmu. Salah satu cabang matematika ini mempunyai banyak manfaat dalam mengatasi permasalahan sosial maupun permasalahan dalam kehidupan sehari-hari. Teori *Graf* mulai dikenalkan oleh salah satu matematikawan yang bernama Leonhard Euler pada tahun 1736. Ide tersebut muncul pada saat menyelesaikan masalah jembatan Konisberg. Masalah tersebut kemudian dimodelkan Euler dalam bentuk *Graf* dengan memisalkan daratan sebagai sebuah simpul (*node*) dan jembatan yang menghubungkan antara seberang dua daratan sebagai sebuah sisi.

*Graf* didefinisikan sebagai suatu pasangan himpunan  $(V, E)$  yang dinotasikan dengan  $G(V, E)$ , yang dalam hal ini  $V$  adalah himpunan berhingga tak kosong yang elemennya disebut simpul (*vertices* atau *node*) dan  $E$  adalah himpunan sisi (*edges* atau *arcs*) yang menghubungkan sepasang simpul. *Graf* dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis tergantung pada sudut pandang pengelompokannya. Pengelompokan *Graf* dapat dipandang berdasarkan ada tidaknya sisi ganda, jumlah simpul, dan arah pada sisi. Berdasarkan ada tidaknya *loop* dan sisi ganda, maka secara umum *Graf* dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu *Graf* sederhana dan *Graf* tak sederhana. *Graf* sederhana adalah *Graf* yang tidak memiliki *loop* dan sisi ganda sedangkan *Graf* tak sederhana adalah *Graf* yang memiliki *loop* dan sisi ganda.

Suatu *Graf* dikatakan *Graf* lengkap atau *complete graph* jika *Graf* tersebut setiap simpulnya mempunyai sisi ke semua simpul lainnya, sebagai contoh yang ditunjukkan pada Gambar 1. Sisi pada *Graf* dapat mempunyai orientasi arah. Berdasarkan orientasi arah pada sisi, maka *Graf* digolongkan menjadi dua jenis yaitu *Graf* tak berarah dan *Graf* berarah. Jalan (*walk*) adalah rangkaian bergantian dari simpul dan sisi dimulai dan diakhiri dengan simpul. Jejak (*trail*) adalah *walk* yang tidak mengulang sisi. Lintasan (*path*) adalah *walk* yang tidak mengulang simpul. Sirkuit (*cycle*) adalah suatu lintasan tertutup yang berawal dan berakhir pada simpul yang sama.



Gambar 1. Ilustrasi Graf Sederhana

#### b. Tabu Search

*Tabu Search* pertama kali diperkenalkan oleh Glover pada tahun 1986. *Tabu Search* merupakan salah satu algoritma yang berada dalam ruang lingkup metode heuristik. Konsep dasar dari *Tabu Search* adalah suatu algoritma yang menuntun setiap tahapannya agar dapat menghasilkan fungsi tujuan yang paling optimum tanpa terjebak ke dalam solusi awal yang ditemukan selama tahapan ini berlangsung. Tujuan dari algoritma ini adalah mencegah terjadinya perulangan dan ditemukannya solusi yang sama pada suatu iterasi yang akan digunakan lagi pada iterasi selanjutnya. 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. Menurut kamus Webster, *tabu* berarti larangan yang dipaksakan oleh kebudayaan sosial sebagai suatu tindakan pencegahan atau sesuatu yang dilarang karena berbahaya. Bahaya yang harus dihindari dalam *Tabu Search* adalah rute perjalanan yang tidak layak, dan terjebak tanpa ada jalan keluar.



*Tabu Search* merupakan metode heuristik yang umumnya digunakan untuk menemukan solusi yang mendekati optimal dari sebuah masalah dengan jalan melakukan *move*. *Move* yang dimaksud adalah proses pencarian bergerak dari satu solusi ke solusi berikutnya. *Tabu Search* memperbaiki performansi pencarian lokal dengan memanfaatkan penggunaan struktur memori. Struktur memori *fundamental* tersebut dinamakan *Tabu List*. *Tabu List* menyimpan solusi-solusi optimal yang telah ditemukan pada iterasi sebelumnya. *Tabu List* juga digunakan untuk menuntun proses pencarian agar menelusuri solusi-solusi yang belum pernah dikunjungi sehingga tidak terjadinya perulangan. *Tabu Search* memiliki empat parameter utama, yang harus ditentukan, yaitu:

1. Prosedur pencarian lokal.
2. Struktur *neighbourhood* yaitu suatu ketetanggaan yang dibangun untuk mengidentifikasi solusi-solusi tetangga yang dapat dicapai dari solusi saat ini.
3. Kondisi *Tabu* merupakan pelarangan menggunakan solusi yang telah ditemukan sebelumnya.
4. Kriteria penghentian. Algoritma *Tabu Search* bisa dihentikan berdasarkan kriteria tertentu, misalnya sejumlah iterasi yang ditentukan pengguna, sejumlah waktu tertentu atau sejumlah iterasi berurutan tanpa peningkatan nilai fungsi objektif terbaik.

*Tabu Search* merupakan salah satu pendekatan yang digunakan sebagai penyelesaian masalah penentuan rute perjalanan. Keunikan dari metode ini adalah adanya *Tabu List* yang fleksibel sehingga membedakan algoritma ini dari Algoritma *Branch and Bound* yang menggunakan struktur memori yang kaku dan Algoritma *Simulated Annealing* yang tidak menggunakan struktur memori.

Berdasarkan tujuannya, penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian kualitatif. Penelitian ini bersifat deskriptif, yaitu mencari fakta dengan interpretasi yang tepat dengan tujuan untuk membuat secara sistematis dan akurat mengenai fakta-fakta. Objek penelitian ini adalah jadwal *Preventive Maintenance* PT Solusi Aplikasi Interaktif dengan menggunakan algoritma berbasis *local search*, yaitu Algoritma *Tabu Search*.

Metode pengumpulan data dan analisis data dilakukan dengan dua cara, adalah sebagai berikut:

c. Penelitian Lapangan

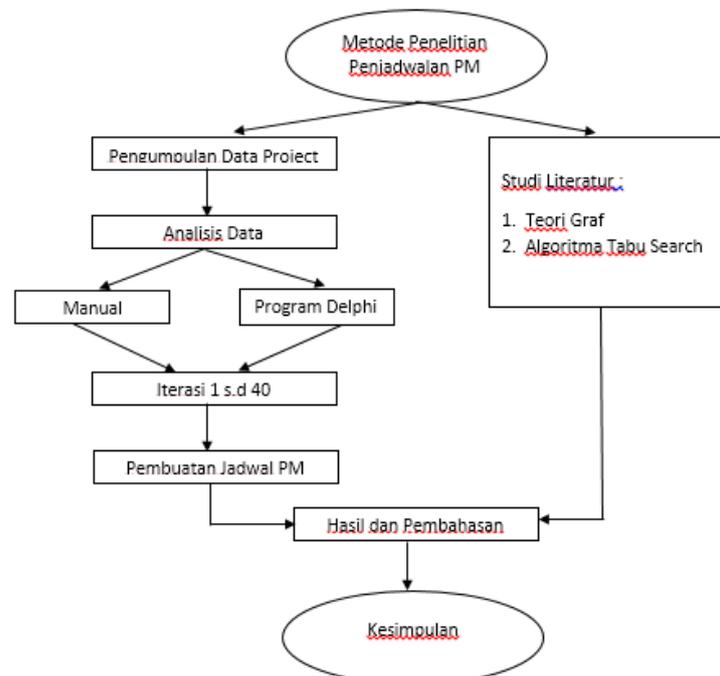
Pada penelitian ini memerlukan data *project* PT Solusi Aplikasi Interaktif pada tahun 2017 melalui wawancara. Adapun data sekunder diperoleh dengan cara mencari data-data di *internet*.

d. Studi Literatur

Untuk menganalisis model dengan Algoritma *Tabu Search*, penyelesaian hingga KESIMPULAN.

Diperlukan buku-buku, makalah, ataupun jurnal yang dapat digunakan sebagai DAFTAR PUSTAKA.

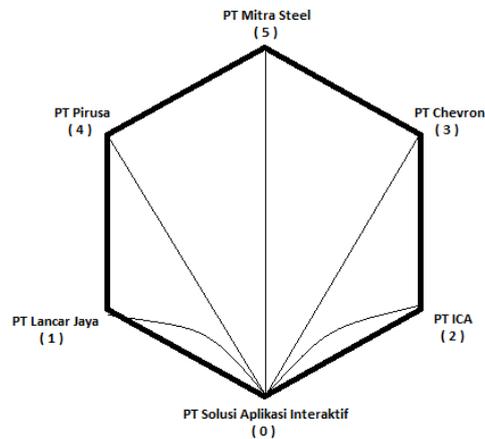
Selanjutnya diberikan skema penelitian yang meliputi langkah penelitian, pengumpulan data, analisis data, proses pengolahan data (iterasi), hasil solusi dan pembahasan dan juga KESIMPULAN yang digunakan untuk membuat jadwal *Preventive Maintenance*. Alur proses dalam penelitian ini digambarkan dalam sebuah *Flowchart* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema METODE PENELITIAN

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Seorang *Engineer* PT Solusi Aplikasi Interaktif bertugas untuk melakukan *Preventive Maintenance* pada masing-masing kantor Pelanggan dari PT Solusi Aplikasi Interaktif. *Engineer* yang akan bepergian mulai dari kantor pusat PT Solusi Aplikasi Interaktif (0) ke PT. Lancar Jaya (1), PT. ICA (2), PT. Chevron (3), PT Pirusa (4) dan PT Mitra Steel (5), kemudian *Engineer* harus kembali lagi ke PT Solusi Aplikasi Interaktif. Kantor pelanggan tersebut harus dikunjungi tepat satu kali dengan tujuan perjalanan untuk melakukan proses *Preventive Maintenance* pada pelanggan tersebut.



**Gambar 3. Ilustrasi Graf perjalanan Engineer PT Solusi Aplikasi Interaktif.**

Peta pelanggan yang akan dikunjungi dapat dilihat pada Gambar 3 dan pada Tabel 1 terdapat pelanggan ID yang mewakili ID untuk perhitungan selanjutnya dalam penelitian ini. Pada Gambar 3 menunjukkan ilustrasi perjalanan *Engineer* dari PT Solusi Aplikasi Interaktif yang direpresentasikan ke dalam bentuk *Graf*. Simpul pada *Graf* merepresentasikan Pelanggan yang akan dituju oleh *Engineer* tersebut, sisi pada *Graf* merepresentasikan jalan yang dilalui *Engineer* dari satu kantor ke kantor lainnya kemudian bobot pada *Graf* merepresentasikan jarak tempuh atau waktu perjalanan yang dilakukan *Engineer* tersebut.

Pada penelitian yang dilakukan terdapat 4 (empat) langkah-langkah yang dilakukan. Adapun langkah tersebut, adalah sebagai berikut:

1. Menentukan rute awal dan menetapkannya sebagai solusi terbaik untuk tahap awal. Solusi awal untuk permasalahan Jadwal *Preventive Maintenance* yaitu menghitung rute awal perjalanan menggunakan ketetanggaan terdekat.
2. Menentukan solusi baru. Tahap ini mencari rute baru dari rute awal yang dihasilkan pada tahap sebelumnya dengan cara melakukan *neighborhood search* menggunakan aturan kombinasi.
3. Mengevaluasi rute-rute alternatif dengan *Tabu List* untuk melihat apakah kandidat solusi (rute alternatif) tersebut sudah ada pada *Tabu List*. Jika rute alternatif ada dalam *Tabu List*, maka solusi alternatif tersebut tidak akan dievaluasi lagi. Jika rute alternatif belum terdapat dalam *Tabu List*, maka solusi tersebut disimpan dalam *Tabu List* sebagai rute alternatif terbaik.
4. Mengecek iterasi maksimal. Penentuan iterasi maksimal ditentukan untuk memutuskan apakah iterasi selesai atau tidak. Jika iterasi maksimal maka selesai, yaitu dengan diperolehnya solusi optimal melalui jalur terpendek yang dihasilkan. Jika tidak, proses kembali berulang mulai dari langkah dua.

Gambar 3 menunjukkan bahwa kantor pelanggan yang akan dituju saling terhubung. Tabel 2 menunjukkan jarak tempuh dan Tabel 3 menunjukkan waktu perjalanan secara keseluruhan seorang *Engineer* dari PT Solusi Aplikasi Interaktif seperti pada Gambar 3. Jarak tempuh (d) dalam satuan kilometer dan waktu perjalanan dengan (t) dalam satuan menit. Untuk waktu perjalanan menggunakan kecepatan rata-rata 35 km/jam dan jalanan diasumsikan bebas hambatan.



Tabel 1. Pengelompokan ID Pelanggan

<i>Pelanggan</i>	<i>ID</i>
Solusi Aplikasi Interaktif	0
Lancar Jaya	1
ICA	2
Chevron	3
Pirusa	4
Mitra Steel	5

Tabel 2. Data jarak dari PT Solusi Aplikasi Interaktif ke Pelanggan (dalam Km)

<i>CS</i>	<i>d(0)</i>	<i>d(1)</i>	<i>d(2)</i>	<i>d(3)</i>	<i>d(4)</i>	<i>d(5)</i>
(0)	0	3,5	6,5	8,7	2,9	5,9
(1)	3,5	0	2,7	10	4,7	9,2
(2)	6,5	2,7	0	12,3	9,6	12
(3)	8,7	10	12,3	0	8,5	13,2
(4)	2,9	4,7	9,6	8,5	0	5
(5)	5,9	9,2	12	13,2	5	0

Pada Tabel 2 menunjukkan data jarak antara PT Solusi Aplikasi Interaktif ke 5 Pelanggan yang terikat kontrak pada 2017, setiap bulan Tim dari PT Solusi Aplikasi Interaktif melakukan proses kegiatan *Preventive Maintenance* ke 5 kantor dari masing-masing pelanggan.

Tabel 3. Data waktu perjalanan dari PT Solusi Aplikasi Interaktif ke Pelanggan (dalam Menit)

<i>CS</i>	<i>t(0)</i>		<i>t(1)</i>	<i>t(2)</i>	<i>t(3)</i>	<i>t(4)</i>	<i>t(5)</i>
(0)	0		5,5	9,5	8,7	4,3	8,4
(1)	5,5		0	4,1	10	7,1	13,8
(2)	9,5		4,1	0	12,3	14,4	18
(3)	13,1		15	18,5	0	12,8	19,8
(4)	4,3		7,1	14,4	8,5	0	7,5
(5)	8,4		13,8	18	13,2	7,5	0

Pada Tabel 3 menunjukkan waktu perjalanan antara PT Solusi Aplikasi Interaktif ke 5 Pelanggan yang terikat kontrak pada tahun 2017, setiap bulan Tim dari PT Solusi Aplikasi Interaktif melakukan proses kegiatan *Preventive Maintenance* ke 5 kantor dari masing-masing pelanggan. Langkah pertama dalam penelitian ini adalah menentukan rute awal dan menetapkannya sebagai solusi terbaik untuk tahap awal. Rute awal ditentukan dengan menggunakan ketetangaan terdekat dan diperoleh rute awal perjalanan 0 – 4 – 1 – 2 – 3 – 5 – 0

Jarak yang ditempuh (*d*) :  $2,9 + 4,7 + 2,7 + 12,3 + 13,2 + 5,9 = 41,7 \text{ Km}$

Waktu perjalanan (*t*) :  $4,3 + 7,1 + 4,1 + 18,5 + 19,8 + 8,4 = 62,2 \text{ menit}$

Rute awal ini masuk dalam *Tabu List* pada iterasi 0 sekaligus sebagai solusi awal untuk jarak tempuh dan waktu perjalanan *Engineer* PT Solusi Aplikasi Interaktif. Langkah kedua yaitu menentukan iterasi selanjutnya dan mencari solusi alternatif. Solusi alternatif diperoleh dengan *neighborhood search* menggunakan aturan kombinasi. Penyelesaian jadwal *Preventive Maintenance* ini untuk mendapatkan jarak tempuh dan waktu perjalanan yang optimal digunakan dengan cara menukar 2 titik atau menukar posisi 2 jarak/waktu secara berurutan.

Dalam penelitian dilampirkan data *Project* yang di dapatkan PT Solusi Aplikasi Interaktif pada tahun 2017 dan dari data tersebut akan dibuatkan Jadwal *Preventive Maintenance*. Untuk mencari jumlah kombinasi dari permasalahan tersebut dengan kondisi perjalanan yang dilakukan dengan mencari rute optimal dan setiap pos hanya boleh dikunjungi tepat satu kali, maka  $C 5*2 = 10$ . Sehingga banyaknya jalur alternatif yang terbentuk untuk setiap iterasi adalah 10 rute perjalanan.

Apabila kriteria pemberhentian terpenuhi maka proses berhenti. Dalam penelitian ini, kriteria pemberhentian yang dipakai yaitu setelah semua iterasi terpenuhi. Jumlah iterasi yang dilakukan adalah 40 iterasi. Berikut adalah proses pencarian jalur alternatif untuk iterasi-iterasi tersebut :

### Iterasi 1

Pencarian jalur alternatif untuk jarak tempuh dan waktu perjalanan dari kantor PT Solusi Aplikasi Interaktif ke kantor pelanggan. Jarak Awal : 0 – 4 – 1 – 2 – 3 – 5 – 0 Dengan jarak tempuh 41,7 Km dan waktu perjalanan 62,2 menit.

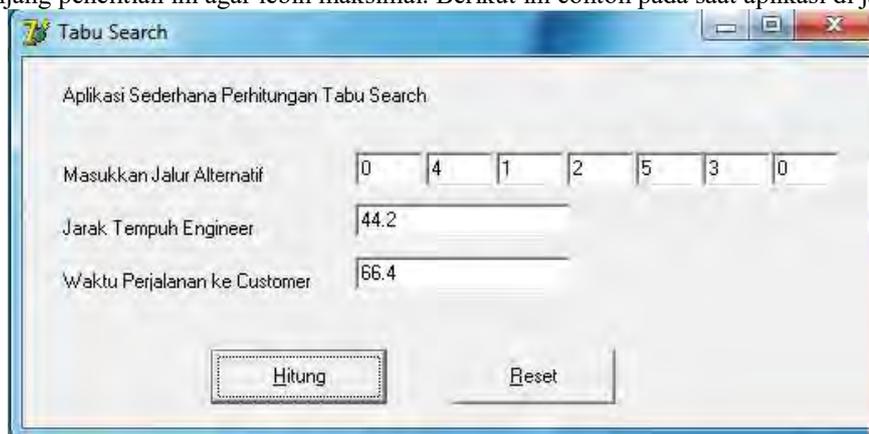
**Tabel 4. Pencarian jalur alternatif untuk jarak tempuh dan waktu perjalanan**

Pertukaran	Rute Perjalanan	d(Km)	t(menit)
1. Tukar 4,1	0-1-4-2-3-5-0	49,2	73,7
<b>2. Tukar 4,2</b>	<b>0-2-1-4-3-5-0</b>	<b>41,5</b>	<b>61,7</b>
3. Tukar 4,3	0-3-1-2-4-5-0	41,9	62,5
4. Tukar 4,5	0-5-1-2-3-4-0	41,5	61,9
5. Tukar 1,2	0-4-2-1-3-5-0	44,3	66
6. Tukar 1,3	0-4-3-2-1-5-0	41,5	61,9
7. Tukar 1,5	0-4-5-2-3-1-0	45,7	68,8
8. Tukar 2,3	0-4-1-3-2-5-0	47,8	71,3
9. Tukar 2,5	0-4-1-5-3-2-0	48,8	73
10. Tukar 3,5	0-4-1-2-5-3-0	44,2	66,4

Pada iterasi ke-1 ini diperoleh nilai terbaik adalah **41.5 Km** untuk jarak tempuh dan **61.7 menit** untuk waktu perjalanan yakni pada Jalur ke-2. Selanjutnya lakukan iterasi ke 2, untuk perhitungan iterasi ke 2 sampai iterasi ke 40 juga menggunakan perhitungan yang sama seperti iterasi 1 sesuai dengan rute yang dilalui *Engineer* PT Solusi Aplikasi Interaktif tersebut. Setelah dilakukan perhitungan sebanyak 40 iterasi, maka diperoleh jarak tempuh dan waktu perjalanan minimum pada setiap iterasi tersebut.

Jarak tempuh dan waktu perjalanan minimum yang diperoleh dari setiap iterasi disimpan ke dalam *Tabu List* pada Tabel 5. Pada Tabel 5 untuk kolom ke-1 menjelaskan iterasi hasil dari setiap evaluasi, kolom ke-2 merepresentasikan jalur optimal dari setiap evaluasi di mana jalur optimal adalah jalur dengan rute perjalanan yang mempunyai jarak tempuh dan waktu perjalanan paling minimum.

Untuk melakukan perhitungan nilai setiap iterasi yang dilakukan, dalam penelitian ini dibuatkan Aplikasi Sederhana Perhitungan *Tabu Search* menggunakan *Borland Delphi 7*, sehingga untuk nilai dari setiap perhitungan di minimalisir kesalahan dalam perhitungan nilai. Adapun program sederhana ini dibuat untuk menunjang penelitian ini agar lebih maksimal. Berikut ini contoh pada saat aplikasi di jalankan :



**Gambar 5. Aplikasi Sederhana Perhitungan nilai jalur 10 pada Tabu Search.**

Pada Gambar 5 dilakukan proses perhitungan Iterasi ke 10 dengan jalur 0-4-1-2-5-3-0 di mana menghasilkan jarak tempuh 44,2 Km dan waktu tempuh 66,4 menit. Estimasi jalan bebas hambatan dari kantor pusat PT Solusi Aplikasi Interaktif menuju 5 kantor pelanggan dalam 1 hari. Untuk nilai selanjutnya



pada iterasi ke 0 sampai dengan 40 akan dimasukkan ke dalam Tabel 5. Maka akan muncul beberapa nilai optimal dari iterasi yang dilakukan dan pada akhir perhitungan akan dibuatkan Tabel 6 berisi penambahan waktu untuk *Engineer* PT Solusi Aplikasi Interaktif melakukan proses *Preventive Maintenance* di kantor pelanggan tersebut.

**Tabel 5. Tabu List dengan jarak tempuh dan waktu perjalanan minimum pada setiap Iterasi.**

Iterasi	Rute Perjalanan	d (Km)	t (menit)
0	0-4-1-2-3-5-0	41,7	62,2
1	0-2-1-4-3-5-0	41,5	61,7
2	0-2-1-3-4-5-0	38,6	57,3
3	0-3-1-2-4-5-0	41,9	62,5
.	...	...	...
.	...	...	...
<b>17</b>	<b>0-1-2-3-4-5-0</b>	<b>37,9</b>	<b>56,8</b>
.	...	...	...
.	...	...	...
<b>27</b>	<b>0-5-4-3-2-1-0</b>	<b>37,9</b>	<b>56,8</b>
.	...	...	...
.	...	...	...
.	...	...	...
40	0-1-3-4-2-5-0	49,5	74,1

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan sampai iterasi ke 40 diperoleh jarak tempuh dan waktu perjalanan paling minimum yaitu pada iterasi ke **17 dan 27**. Jarak tempuh minimum sebesar **37,9 Km** dan waktu perjalanan minimum **56,8 menit** dengan rute **0-1-2-3-4-5-0 dan 0-5-4-3-2-1-0**. Dari hasil perhitungan tersebut diasumsikan per kegiatan *Preventive Maintenance* pada 1 kantor Pelanggan membutuhkan waktu **60 menit pengecekan** kemudian dikalikan dengan **5 Pelanggan dalam 1 hari**. Maka untuk total keseluruhan kegiatan *Preventive Maintenance* dalam 1 minggu untuk rute dari PT Solusi Aplikasi Interaktif ke Pelanggan adalah sebagai berikut:

**Tabel 6. Jadwal Preventive Maintenance PT Solusi Aplikasi Interaktif untuk Tahun 2017**

Kegiatan	Rute Perjalanan	d (Km)	t (menit)
PM ke 1	0-1-2-3-4-5-0 atau 0-5-4-3-2-1-0	<b>37,9</b>	<b>356,8</b>
PM ke2	0-1-2-3-4-5-0 atau 0-5-4-3-2-1-0	<b>37,9</b>	<b>356,8</b>
PM ke3	0-1-2-3-4-5-0 atau 0-5-4-3-2-1-0	<b>37,9</b>	<b>356,8</b>
PM ke4	0-1-2-3-4-5-0 atau 0-5-4-3-2-1-0	<b>37,9</b>	<b>356,8</b>
PM ke5	0-1-2-3-4-5-0 atau 0-5-4-3-2-1-0	<b>37,9</b>	<b>356,8</b>

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini estimasi 1 Pelanggan dilakukan *Preventive Maintenance* selama 60 menit maka waktu efektif melakukan proses *Preventive Maintenance* dalam 1 hari *Engineer* melakukan perjalanan sejauh 37,9 Km dan dengan waktu Optimum 356,8 Menit (6 Jam kerja). Hasil rute optimal yang harus dilalui oleh *Engineer* PT Solusi Aplikasi Interaktif adalah dengan melewati rute **PT Lancar Jaya, PT ICA, PT Chevron, PT Pirusa, PT Mitra Steel**, dan kembali lagi ke PT Solusi Aplikasi Interaktif. Jarak tempuh yang dilalui oleh *Engineer* sebesar 37,9 Km dan waktu perjalanan yang diperlukan 56,8 menit. Optimum perjalanan di asumsikan bebas hambatan adalah 56,8 menit. Ini adalah rute optimum yang harus ditempuh *Engineer* untuk melakukan proses *Preventive Maintenance*.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka terdapat beberapa saran, sebagai berikut:

1. Kemampuan program sederhana yang telah dibuat masih terbatas pada data yang sederhana. Sehingga diharapkan oleh peneliti selanjutnya dapat mengembangkan program pada data yang lebih kompleks.
2. Bagi peneliti selanjutnya dapat membandingkan Algoritma *Tabu Search* dengan algoritma-algoritma lain seperti *Algoritma Genetik* dan *Algoritma Simulated Annealing* untuk menyelesaikan penjadwalan dengan teori *Graf*. Sehingga dapat diperoleh kelebihan dan kekurangan Algoritma *Tabu Search* dibandingkan dengan algoritma lainnya.
3. Implementasi program perhitungan *Tabu Search* menggunakan program Borland Delphi 7 yang sudah jadul, ke depan agar bisa dilakukan pengembangan menggunakan program lainnya yang berbasis *OOP (Object Oriented Programming)*

### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Kedua orang tua penulis yang selalu men-*support* penulis baik secara langsung maupun tidak langsung.
2. Bapak Dr. Mochammad Wahyudi, MM., M.Pd., CEH, CHFI selaku dosen pembimbing penulis.
3. Bapak Dr. Windu Gata, selaku dosen pembimbing penulis.
4. Rekan-rekan seperjuangan STMIK Nusa Mandiri kelas Pasca Sarjana Ilmu Komputer
5. Rekan-rekan seperjuangan di PT Solusi Aplikasi Interaktif

### DAFTAR PUSTAKA

- Aladag, C.H. and Hocaoglu, G. 2007. *A Tabu Search Algorithm to Solve Course Timetabling Problem*, Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics 36 (1), 53-64.
- Baker, Kenneth R. 1974. *Introduction to Sequencing and Scheduling*. New York: John Wiley & Sons, Inc. Beasley, J.E.
- Glover, F & Laguna, M. 1997. *Tabu Search*. Massachusetts: Kluwer Academic Publisher.
- Leo Chandra S. 2016. *Penerapan Algoritma Tabu Search untuk Penjadwalan Mata Pelajaran di SMK Swasta Pelita-2 AEKKANOPAN*. Jurnal Riset Komputer (JURIKOM), STMIK Bina Darma Medan, Vol. 3 No. 6, Desember 2016, pp. 74-79.
- Mayang Putri Khairunnisa, Bambang Pramono dan Rizal Adi Saputra. 2016. *Implementasi Algoritma Tabu Search pada Aplikasi Penjadwalan Mata Pelajaran (Studi Kasus : SMA Negeri 4 Kendari)*. *semanTIK*, Universitas Halu Olea (Indonesia), Vol. 2, No. 2, Jul – Des 2016, pp. 197-206.
- Rusianah, M. Aziz Muslim dan Sholeh Hadi Pramono. 2016. *Implementasi Algoritma Genetic-Tabu Search dalam Optimasi Penjadwalan Perkuliahan*. Jurnal EECCIS, Vol. 10, No. 2, Desember 2016, pp. 45-50.

