

Perbandingan Algoritma Genetika dan TSP Untuk Optimalisasi Jaringan Akses *Fiber To The Home*

Try Feby Ramadonna^{#1}, Ade Silvia^{*2}, Ciksadan^{#3}

[#]Teknik Elektro Prodi DIV Teknik Telekomunikasi, Politeknik Sriwijaya
Jl. Anggrek 1 No. 102, Palembang

¹Tryfeby@gmail.com

³ciksadan@polsri.ac.id

^{*}Teknik Elektro Prodi DIV Teknik Telekomunikasi, Politeknik Sriwijaya
Jl. Srijaya Negara No. 30193, Palembang

²ade_silvia@polsri.ac.id

Abstract — Genetic algorithm and TSP are methods that can be solve optimization problem of route or path. This paper discusses the application of genetic algorithms and Traveling Salesman Problem modeling (TSP) to those problems. The process of genetic algorithm is the principle of natural selection to find the shortest route, while TSP is Optimization issues to find the shortest journey for traveling traders who want to visit several cities. In addition, this paper compares genetic algorithms with TSP in finding the shortest route. The shortest route search is performed on the ODP device (Optical distribution point) on the FTTH access network passed by the salesman. The results is an optimal routes using genetic algorithms at 4.46 km, on 38 generations of 50 generations. While in TSP modelling is obtained an optimal route at 4.45 km on the second experiment of the twelve experiments. This route will affect the performance of the data transmission process on the FTTH access network, when this network attenuation is less than 28 dB (based on International Telecommunication Union standard).

Keywords— TSP, Genetic Algorithm, Optimization, FTTH.

I. PENDAHULUAN

Optimalisasi atau biasa yang dikenal dengan optimasi merupakan suatu tindakan, proses, atau metodologi untuk membuat sesuatu menjadi lebih/sepenuhnya sempurna, fungsional, atau lebih efektif dari sebelumnya[1]. Dalam melakukan proses optimalisasi dibutuhkan sebuah algoritma yang dapat mampu menyelesaikan suatu permasalahan dengan cepat dan tepat. Algoritma adalah setiap prosedur komputasi yang terdefinisi dengan baik yang mengambil beberapa nilai, sebagai masukan dan menghasilkan beberapa nilai. Oleh karenanya untuk menyelesaikan permasalahan dalam bidang optimalisasi hal tersebut sering dikenal dengan algoritma optimasi. Jenis algoritma optimasi yang sering digunakan adalah algoritma partikel swarm, algoritma koloni semut, algoritma genetika, algoritma berbasis jaringan syaraf tiruan, optimasi *fuzzy* dan *simulated*

annealing[1]. Namun dari beberapa jenis algoritma tersebut yang sering digunakan adalah algoritma genetika. Algoritma genetika merupakan cabang dari algoritma evolusi yang prinsip kerjanya berdasarkan teori evolusi charles darwin, dan mengikuti proses seleksi alam[2]. Algoritma genetika sering digunakan untuk menyelesaikan permasalahan[3], hal itu dikarenakan algoritma ini meniru teori evolusi sehingga dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan di dunia nyata[4]. Selain itu algoritma ini tidak hanya dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi pada rute saja melainkan penjadwalan dan apa saja yang berkaitan dalam permasalahan pemilihan yang terbaik maupun terefektif.

Perkembangan teknologi yang sangat pesat mempengaruhi masyarakat untuk mendapatkan layanan yang mampu memenuhi semua layanan. Teknologi yang dimaksud NGN (*Next Generation Network*). NGN adalah jaringan paket data (*packet-based network*) yang memungkinkan penyediaan layanan termasuk layanan telekomunikasi. Teknologi jaringan yang menerapkan sarana komunikasi tersebut adalah FTTH (*Fiber To The Home*)[5]. Sarana komunikasi pada jaringan ini menggunakan serat optik sebagai media utamanya sampai ke pelanggan[6].

Implementasi pada teknologi jaringan FTTH masih baru sehingga belum matangnya metode dalam perancangan jaringan FTTH pada suatu kawasan apabila sewaktu-waktu bertambahnya permintaan pelanggan. Untuk menghindari perubahan jalur dan pengulangan pembangunan infrastruktur pada jaringan FTTH oleh karena itu perlu adanya optimalisasi pada jaringan tersebut. Pada jaringan FTTH ini akan dilakukan optimalisasi rute atau jalur pada jaringan tersebut, sehingga dapat meminimalkan rute atau jalur, yang akan menghasilkan redaman yang minim sesuai dengan standar ITU (*International Telecommunication Union*)[5].

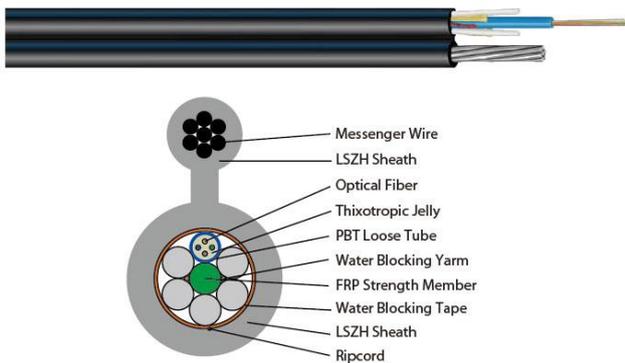
Pada masalah optimalisasi pada jaringan kali ini akan dilakukan pada kawasan perumahan, hal tersebut

dikarenakan untuk lebih mempermudah proses opyimalisasi. Kemudian pada permasalahan ini digunakan algoritma genetika dan TSP (*Travelling Salesman Problem*) sebagai perbandingan mencari rute terpendek, hal ini karena dengan menggunakan algoritma genetika dan TSP maka akan mendapatkan solusi yang berkualitas dan cepat. TSP adalah persoalan pedagang keliling (*travelling salesman problem*) merupakan persoalan optimasi untuk mencari perjalanan terpendek bagi pedagang keliling yang ingin berkunjung ke beberapa kota[7]. Digunakan kedua metode tersebut agar didapatkan rute yang optimal lebih cepat dan efektif.

II. METODE PENELITIAN

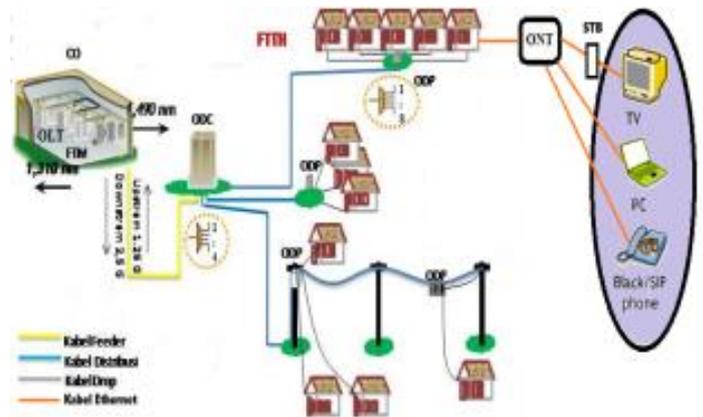
A. Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH)

Fiber optik secara harafiah memiliki arti serat optik atau bisa juga disebut serat kaca[8]. Serat optik atau serat kaca merupakan saluran transmisi atau sejenis kabel yang dapat digunakan sebagai saluran telepon yang fisiknya terbuat dari kaca atau plastik yang sangat halus dan lebih kecil dari sehelai rambut, serat optik ini dapat digunakan untuk mentransmisi kan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain[8].



Gambar 1 Fiber Optik

Pada Gambar 1 Merupakan jenis kabel yang sering digunakan, selain itu pada gambar tersebut di jelaskan bahan yang digunakan pada kedua kabel tersebut. Teknologi fiber optik di implementasikan pada sebuah sarana komunikasi yang dikenal dengan FTTH (*Fiber To The Home*). FTTH adalah penghantaran isyarat optik dari pusat penyedia (provider) ke kawasan pengguna dengan menggunakan serat optik sebagai media penghantaran. Penerapan serat optik pada FTTH ini merupakan kemajuan dari perkembangan teknologi serat optik yang dapat menggantikan penggunaan kabel konvensional. [5]



Gambar 2 Arsitektur FTTH[10]

Pada Gambar 2 merupakan arsitektur dari FTTH secara umum, selain itu FTTH memiliki 3 perangkat yang sangat penting untuk mendukung proses kerjanya, berikut adalah perangkatnya:

a) *ODC (Optical Distribution Cabinet)*: suatu perangkat pasif yang diinstallasi diluar STO (*Sentral Telephone Otomate*) yaitu dilapangan. Perangkat ini memiliki kapasitas yang beragam mulai dari 96, 144, 288, dan 576 port[13]. ODC memiliki fungsi sebagai terminasi ujung kabel feeder dan pangkal kabel distribusi. Fungsi lain dari perangkat ini adalah sebagai tempat penyambungan.

b) *ODP (Optical Distribution Point)*: perangkat pasif yang letak installasinya sama dengan ODC yaitu di lapangan. Secara umum kapasitas dari ODP bermacam-macam sesuai dengan kebutuhan, kapasitas ODP mulai dari 8, 12, 16, 24 sampai dengan 48 port[13]. Ada beberapa perangkat ODP yang biasa digunakan, yaitu ODP wall yang dipasang di dinding, ODP clousure yang hanya di pasang di tiang, dan ODP pedestal yang di pasang di atas permukaan tanah. Jenis ODP tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Jenis ODP yang sering digunakan

adapun perangkat pendukung yang penting dalam proses kerjanya yaitu :

a) *OLT (Optical Line Terminal)*: OLT berfungsi untuk mengontrol informasi mengambang di seluruh ODN, dan melakukan konversi sinyal listrik menjadi sinyal optik yang di kemudian di transmisi pada perangkat FTTH. Jarak maksimum didukung untuk transmisi di seluruh ODN adalah 20 km [5]. Perangkat ini terletak pada titik awal jaringan FTTH, contoh perangkat OLT yang digunakan, dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 OLT (*Optical Line Terminal*)

b) *ONT (Optical Network Terminal)*: ONT terletak pada lokasi di tempat pelanggan, contoh ONT yang digunakan dapat dilihat pada gambar 5. Fungsi ONT adalah menerima sinyal optik yang ditransmisikan pada perangkat FTTH kemudian mengkonversikan kembali pada bentuk yang diinginkan, yaitu data, suara dan video.



Gambar 5 ONT (*Optical Network Terminal*)

c) *Splitter*: *Splitter* merupakan komponen pasif yang berfungsi untuk memisahkan daya optik dari satu input serat ke dua atau beberapa output serat yang telah ditentukan. Splitter tidak memerlukan sumber energi eksternal dan optimasi tidak dilakukan terhadap daya yang digunakan terhadap pelanggan yang jaraknya berbeda dari node splitter

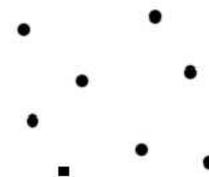
dan splitter pun memiliki rasio dalam penggunaan. Rasio splitter yang digunakan pada ODC yaitu 1:4, sedangkan rasio splitter yang digunakan pada ODP biasanya 1:8[9]. Berikut adalah komponen *splitter* yang digunakan pada Gambar. 5.



Gambar 6 Splitter

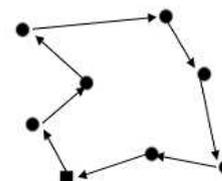
B. TSP (*Travelling Salesman Problem*)

Persoalan yang dihadapi pada kasus TSP ini tidak mudah, karena terdapat banyak kombinasi alur rute yang mungkin terjadi seiring dengan banyaknya kota yang akan dikunjungi dan juga harus memperhatikan aturan yang berlaku [7]. Bentuk sederhana dari representasi TSP ke dalam bentuk graf dapat dilihat pada gambar 7. Berdasarkan gambar 7, terdapat tujuh titik kota yang harus dikunjungi salesman dan satu titik persegi yang didefinisikan sebagai rute awal dan rute akhir dalam membangun rute perjalanan. Dalam proses pencarian rute, terlebih dahulu harus telah diketahui jarak-jarak yang menghubungkan tiap-tiap kota. Namun, jika jarak-jarak tidak diketahui, maka jarak dapat dihitung berdasarkan koordinat dari tiap-tiap titik



Gambar 7 Titik Kota yang dilewati [7]

Setelah jarak yang menghubungkan tiap kota diketahui, maka rute terpendek dapat dicari dengan mencoba semua kombinasi dan menjumlahkan jarak dari kombinasi tersebut sehingga didapatkan rute seperti pada gambar 8.



Gambar 8 Rute terpendek yang didapat [7]

C. Algoritma Genetika

Algoritma genetika cabang dari algoritma evolusi merupakan metoda yang biasa digunakan untuk memecahkan permasalahan suatu pencarian nilai dalam masalah optimasi [2]. Dasar dari algoritma genetika ini adalah proses genetik yang terjadi pada makhluk hidup, yaitu perkembangan generasi dalam sebuah populasi yang alami, secara lambat laun mengikuti prinsip seleksi alam “siapa yang kuat maka akan bertahan (*survive*)”[4]. Dengan meniru teori evolusi ini, Algoritma genetika dapat digunakan untuk mencari solusi permasalahan-permasalahan dalam dunia nyata.

a) *Nilai Fitness*: Nilai *fitness* adalah nilai yang menyatakan baik tidaknya suatu solusi (individu). Suatu individu dievaluasi berdasarkan suatu fungsi tertentu sebagai ukuran performansinya [3]. Nilai *fitness* ini dijadikan acuan dalam mencapai nilai optimal dalam algoritma genetika. Algoritma genetika bertujuan untuk mencari individu dengan nilai *fitness* yang paling tinggi. Individu yang bernilai *fitness* tinggi yang akan bertahan hidup. Sedangkan individu yang bernilai *fitness* rendah akan mati.

b) *Seleksi*: Seleksi digunakan untuk memilih individu-individu mana saja yang akan dipilih untuk proses selanjutnya yaitu *crossover* dan mutasi. Pada proses ini akan diseleksi induk dan menghasilkan individu yang baik, karena apabila pada proses seleksi mendapatkan individu yang baik dan kuat maka akan memiliki kemungkinan untuk melakukan reproduksi. Tujuan dari proses seleksi ini adalah mendapatkan calon induk yang baik. “induk yang baik akan menghasilkan keturunan yang baik”. Semakin tinggi nilai *fitness* suatu individu semakin besar kemungkinan untuk dipilih.

Pada proses seleksi terdapat beberapa metode yang sering digunakan dalam menyelesaikan permasalahan ini, yaitu mesin roulette, turnamen seleksi, dan lain-lain.

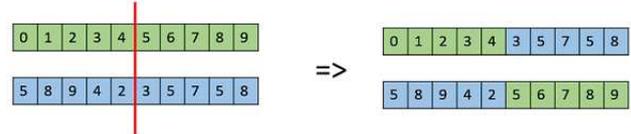
c) *Crossover*: *Crossover* adalah proses penting yang ada pada algoritma genetika yang melibatkan dua induk untuk membuat individu baru (*offspring*)[3]. *crossover* menghasilkan titik baru dalam ruang pencarian yang siap untuk di uji. Proses ini tidak selalu dilakukan pada semua individu yang ada, tetapi individu dipilih secara acak. Namun individu yang dipilih secara acak atau random tidak boleh memiliki nilai populasi yang sangat kecil hal ini dapat berakibat buruk. Dalam suatu populasi yang sangat kecil, suatu kromosom dengan gen-gen yang mengarah ke solusi akan sangat cepat menyebar ke kromosom-kromosom lainnya. Untuk mengatasi masalah ini digunakan suatu aturan bahwa pindah silang hanya bisa dilakukan dengan suatu probabilitas tertentu, artinya pindah silang bisa dilakukan hanya jika suatu bilangan random yang dibangkitkan kurang dari probabilitas yang ditentukan

tersebut. Apabila proses ini tidak di lakukan maka nilai dari induk akan diturunkan kepada keturunan.

Prinsip dari rekombinasi ini adalah melakukan proses pertukaran pada gen-gen atau individu-individu yang bersesuaian dari dua induk untuk menghasilkan individu baru. Proses *crossover* ada beberapa jenis, yaitu:

• *One Point Crossover*

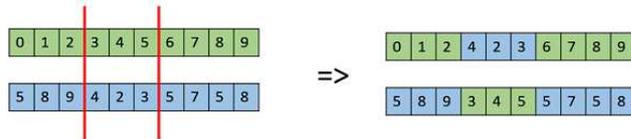
Prosesnya adalah memilih secara acak satu posisi dalam kromosom induk kemudian saling menukar gen[14]. Contoh prosesnya dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 One Point Crossover[13]

• *Multi Point Crossover*

Multi point crossover adalah generalisasi dari satu titik crossover dimana segmen bolak-balik ditukar untuk mendapatkan kromosom baru. Contoh proses tersebut dapat dilihat di Gambar 10.

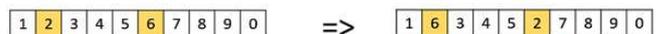


Gambar 10 Multi Point Crossover[13]

d) *Mutasi Gen*: Proses terakhir pada algoritma genetika adalah proses mutasi gen. Proses ini berperan untuk menggantikan gen yang hilang dari populasi akibat proses seleksi yang memungkinkan munculnya kembali gen yang tidak muncul pada inisialisasi populasi. Pada proses ini kromosom anak dimutasi dengan menambahkan nilai random yang sangat kecil dan nilai probabilitas yang rendah. Tidak semua kromosom di mutasi, kromosom yang dimutasi harus memiliki nilai yang paling rendah dari *probabilty mutation*. Pada proses mutasi ini ada beberapa jenis yaitu:

• *Swap Mutation*

Pada mutasi swap, kita memilih dua posisi pada kromosom secara acak, dan menukar nilai. Ini umum terjadi pada permutasi berbasis *encodings*. Contoh proses tersebut dapat dilihat di Gambar 11.

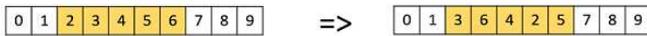


Gambar 11 Swap Mutation[13]

• *Scramble Mutation*

Scramble Mutation juga populer dengan representasi permutasi. Dalam hal ini, dari keseluruhan kromosom,

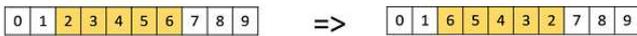
sebagian gen dipilih dan nilainya diacak atau dikocok secara acak. Contoh proses tersebut dapat dilihat di Gambar 12.



Gambar 12 Scramble Mutation[13]

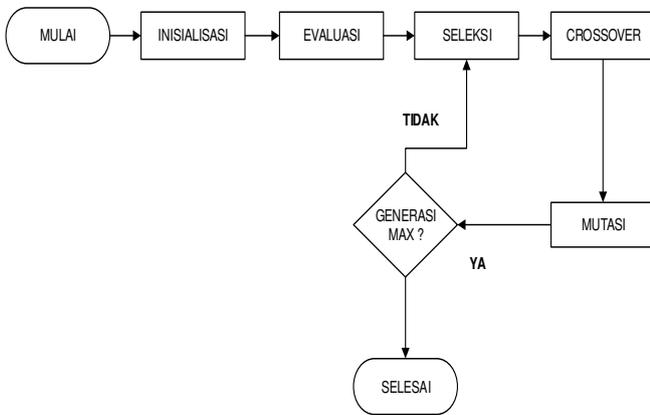
• *Inversion Mutation*

Dalam mutasi inversi, kita memilih subset dari gen seperti pada mutasi berebut, tapi alih-alih mengocok subset, kita hanya membalik seluruh string di subset. Contoh proses tersebut dapat dilihat di Gambar 13.



Gambar 13 Inversion Mutation[13]

D. *Optimalisasi dengan Algoritma Genetika*

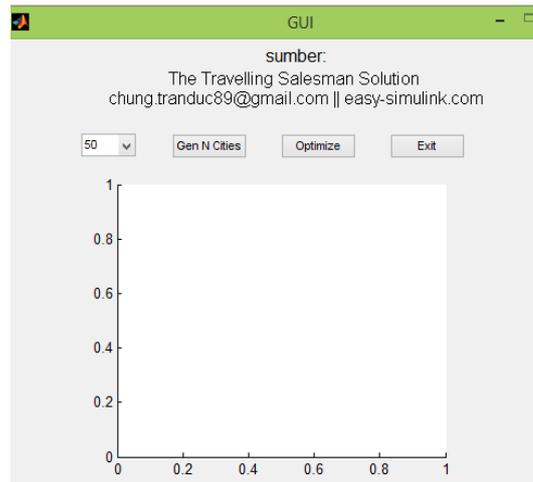


Gambar 14 Flowchart Proses Algoritma Genetika

Pada Gambar 14 Merupakan flowchart proses dari metode algoritma genetika. Proses dari metode algoritma genetika ini akan berhenti sesuai dengan banyaknya generasi yang telah ditentukan atau telah mendapatkan rute yang paling optimum[11]. Pada proses ini akan disimpan sebanyak 2 kromosom pada setiap 10 generasi, proses tersebut dapat dikatakan elitism. Hal tersebut dilakukan agar tidak merusak gen tersebut apabila dilakukan secara berulang[11]. Pada penelitian kali ini akan dilakukan proses tersebut atau generasi sebanyak 50.

E. *Perancangan Sistem Pemodelan TSP*

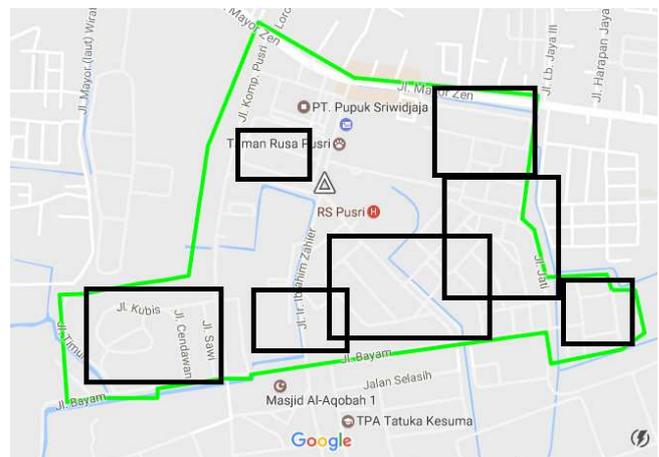
Selain melakukan perhitungan manual dengan algoritma genetika, penelitian ini akan dibandingkan dengan pemodelan TSP (*Travelling Salesman Problem*). Berikut adalah perancangan sistem pada gambar 15.



Gambar 15 Tampilan Perancangan Sistem[12]

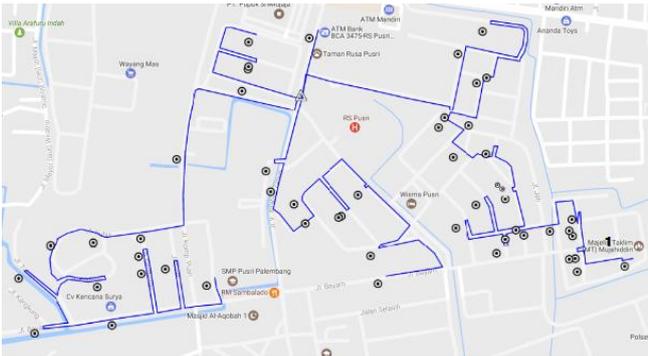
III. HASIL PENELITIAN

Perangkat ODP (*Optical Distribution Optical*) di pasang pada kawasan perumahan berdasarkan tempat yang memiliki rumah yang paling banyak penduduknya, hal tersebut dikarenakan perangkat ini tidak memiliki parameter jarak pemasangan.



Gambar 16 Pemetaan Lokasi Banyaknya Rumah

Pada Gambar 16 Pemetaan lokasi yang dipetakan berdasarkan penduduk yang paling banyak, aplikasi Google Map digunakan untuk menggambarkan titik lokasi kependudukan di perumahan pusri. Selanjutnya untuk memodelkan permasalahan dalam TSP agar dapat di implementasikan di AG, maka perlu diketahui titik lokasi perangkat dan rutenya.



Gambar 17 Rute dan perangkat ODP

Pada Gambar 17 Rute dan perangkat ODP yang telah didesain dengan jarak awal 7,5622 Km. Berdasarkan gambar diatas, berikut adalah titik koordinat dari masing-masing titik lokasi dapat dilihat pada Tabel I.

TABEL I
TITIK LOKASI DARI SELURUH ODP

Lokasi	latitude	longitude
SGB FS 01	331.004	11667.16
SGB FS 02	331.017	11667.05
SGB FS 03	330.988	11667.05
SGB FS 04	330.989	11667.04
SGB FS 05	330.937	11667.04
SGB FS 06	330.9	11667.04
SGB FS 07	330.924	11667.04
SGB FS 08	330.927	11666.99
SGB FS 09	330.937	11666.93
SGB FS 10	330.944	11666.89
SGB FS 11	330.976	11666.87
SGB FS 12	330.919	11666.78
SGB FS 13	330.868	11666.83
SGB FS 14	330.923	11666.92
SGB FS 15	330.854	11666.89
SGB FS 16	330.752	11666.85
SGB FS 17	330.76	11666.78
SGB FS 18	330.693	11666.74
SGB FS 19	330.688	11666.81
SGB FS 20	330.594	11666.83
SGB FS 21	330.581	11666.85
SGB FS 22	330.476	11666.84
.	.	.
.	.	.
.	.	.
SGB FS 52	330.611	11666.3
SGB FS 61	330.491	11666.45

Dari beberapa sampel diatas akan disajikan dalam bentuk titik koordinat, pada Tabel II.

TABEL III
TITIK LOKASI UNTUK 5 ODP

Lokasi	latitude	longitude
SGB FS 01	331.004	11667.16
SGB FS 02	331.017	11667.05
SGB FS 03	330.988	11667.05
SGB FS 04	330.989	11667.04
SGB FS 05	330.937	11667.04

Dilakukan perhitungan jarak antar titik menggunakan rumus:

$$(x,y) = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 - (y_2 - y_1)^2} \tag{1}$$

Pada proses ini dilakukan dengan Matlab 7, untuk mempercepat proses perhitungan, sehingga didapatkan titik matrik pada Tabel III.

TABEL IIIII
TITIK MATRIK JARAK 5 ODP

0	1	2	3	4	5
1	0	0.1108	0.1216	0.1209	0.1374
2	0.1108	0	0.029	0.0297	0.0806
3	0.1216	0.029	0	0.7879	0.051
4	0.1209	0.0297	0.7879	0	0.052
5	0.1374	0.0806	0.051	0.052	0

Beikut adalah contoh cara penyelesaian menggunakan algoritma genetika :

a) *Pembangkitan Populasi Awal*: Inisialisasi populasi dilakukan dengan cara memberikan nilai pada suatu kromosom pada data penelitian, dan kemudian banyaknya kromosom dibangkitkan secara acak yang memiliki titik lokasi sebanyak 5, kemudian ditentukan populasi sebanyak 8 kali.

b) *Evaluasi*: Pada proses evaluasi, evaluasi yang dimaksud adalah mencari nilai fitness dengan menghitung jarak pada kromosom yang telah ditentukan, berdasarkan dengan tabel matriks, sehingga:

$$\begin{aligned} \text{Kromosom 1} &= (5 \gg 2) + (2 \gg 1) \\ &+ (1 \gg 3) + (3 \gg 4) + (4 \gg 5) \\ &= 0.0806 + 0.1108 + 0.1216 + 0.7879 + 0.052 \\ &= 1.1529 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Fitness kromosom} &= \frac{1}{1.1171} \\ &= 0.867377917 \end{aligned}$$

Pada proses evaluasi kromosom 7 dan 8 memiliki nilai fitness tertinggi dan nilainya pun sama, yaitu 2.704895862

dengan susunan kromosom = [4 2 3 1 5] dan [2 3 1 5 4]. Jarak rute yang didapatkan adalah 0.3697 Km.

c) *Seleksi*: Proses selanjutnya adalah seleksi, sebelum melakukan proses seleksi dengan cara roulette wheel, pertama lakukan perhitungan untuk mencari nilai probabilitas pada masing-masing kromosom, berikut adalah perhitungannya:

$$P_1 = \frac{0.867377917}{13.81650922} = 0.06277$$

$$P_2 = \frac{0.867377917}{13.81650922} = 0.06277$$

$$P_3 = \frac{2.474634991}{13.81650922} = 0.17910$$

$$P_4 = \frac{2.476473502}{13.81650922} = 0.17924$$

$$P_5 = \frac{0.865201592}{13.81650922} = 0.06262$$

$$P_6 = \frac{0.855651579}{13.81650922} = 0.0619$$

$$P_7 = \frac{2.704895862}{13.81650922} = 0.1957$$

$$P_8 = \frac{2.704895862}{13.81650922} = 0.1957$$

Selanjutnya, setelah mendapatkan probabilitas dari masing-masing kromosom, lakukan perhitungan untuk mencari nilai fitness kumulatif,

$$C_0 = 0$$

$$C_1 = 0 + 0.06277 = 0.06277$$

$$C_2 = 0.06277 + 0.06277 = 0.12555$$

$$C_3 = 0.12555 + 0.18833 = 0.36744$$

$$C_4 = 0.36744 + 0.17924 = 0.546687$$

$$C_5 = 0.54668 + 0.06262 = 0.6093$$

$$C_6 = 0.6093 + 0.0619 = 0.6712$$

$$C_7 = 0.6712 + 0.1957 = 0.8670$$

$$C_8 = 0.8670 + 0.1957 = 1$$

Setelah mengevaluasi, proses seleksi selanjutnya dengan roulette wheel, diperlukan sebuah nilai yang dibangkitkan secara acak sesuai dengan populasi yang ada, dan nilai yang dibangkitkan tidak boleh > 1. Bangkitkan nilai acak menggunakan *Matlab* dengan menuliskan `rand(8,1)`, kemudian dibangkitkan nilai:

$$R_1 = 0.1576$$

$$R_2 = 0.9706$$

$$R_3 = 0.9572$$

$$R_4 = 0.4854$$

$$R_5 = 0.8003$$

$$R_6 = 0.1419$$

$$R_7 = 0.4218$$

$$R_8 = 0.9157$$

d) *Crossover* : Crossover yaitu proses kawin silang antar kromosom yang memiliki nilai P_c atau Probabilitas

Crossovernya dibawah dari nilai yang ditentukan, yaitu 0.5. Namun sebelum membangkitkan nilai acak, pasang dulu kromosom secara acak, misal susunannya adalah sebagai berikut:

Bangkitkan nilai acak tidak boleh > 1. Lalu lakukan proses kromosom pada pasangan yang memiliki nilai acak dibawah P_c yaitu 0.5. contoh bilangan acak yang dibangkitkan adalah:

$$R_1 = 0.7922$$

$$R_2 = 0.9595$$

$$R_3 = 0.6557$$

$$R_4 = 0.0357$$

Dari bilangan acak yang sudah dibangkitkan, dapat dilihat terdapat satu nilai yang < P_c yaitu R_4 (kromosom 7 dan 8) maka metode yang akan dilakukan pada proses rekombinasi ini adalah one point crossover atau multi point crossover sebagai berikut:

Apabila dilakukan proses dengan metode *one point crossover* adalah sebagai berikut:

$$\text{Induk 8} = 2\ 3\ 1\ 5\ 4$$

$$\text{Induk 7} = 5\ 3\ 1\ 4\ 2$$

Sedangkan untuk *multipoint crossover* sebagai berikut:

$$\text{Induk 8} = 2\ 3\ 1\ 5\ 4$$

$$\text{Induk 7} = 5\ 3\ 1\ 4\ 2$$

Kemudian adalah dengan menukar nilai pada induk yang telah dipotong ke induk pasangannya.

$$\text{Offspring} = 5\ 3\ 1\ 5\ 4$$

$$\text{Offspring} = 2\ 3\ 1\ 4\ 2$$

$$\text{Offspring} = 2\ 3\ 1\ 4\ 4$$

$$\text{Offspring} = 5\ 3\ 1\ 5\ 2$$

Dan langkah yang terakhir adalah memastikan bahwa nilai pada gen tidak berulang, apabila berulang lakukan proses pergantian gen pada setiap gen yang berulang sesuai dengan gen yang tidak ada pada individu tersebut.

Proses rekombinasi ini sedikit mengalami perubahan atau tidak sama sekali, hal tersebut dikarenakan jumlah gen yang sedikit. Beda hal nya apabila gen pada kromosom berjumlah puluhan, maka akan mengalami rekombinasi.

e) *Mutasi*: Mutasi merupakan proses terakhir adalah kromosom akan mengalami mutasi. Nilai probabilitas mutasi (P_m) ditentukan sebesar 0.1. lalu membangkitkan lagi nilai secara acak yang tidak boleh > 1.

$$R_1 = 0.6787$$

$$R_2 = 0.7577$$

$$R_3 = 0.7431$$

- $R_4 = 0.3922$
- $R_5 = 0.6555$
- $R_6 = 0.1712$
- $R_7 = 0.7060$
- $R_8 = 0.0318$

Berdasarkan bilangan acak yang sudah dibangkitkan, nilai R_8 yang memiliki nilai lebih kecil dari P_m , sehingga hanya kromosom tersebut mengalami mutasi. Proses dilakukan dengan metode invers mutation dan swap mutation dengan bersamaan sebagai berikut:

Pilih secara acak gen mana saja yang akan mengalami proses mutasi dengan invers mutation dan swap mutation.

Kromosom = 2 3 1 4 5

Selanjutnya tukar posisi gen pada titik yang telah dipotong, latar merah pada gen mengalami swap mutation dan latar kuning mengalami invers mutation, sehingga:

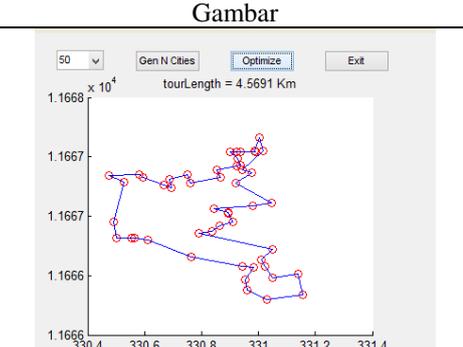
Kromosom = 5 4 1 3 2

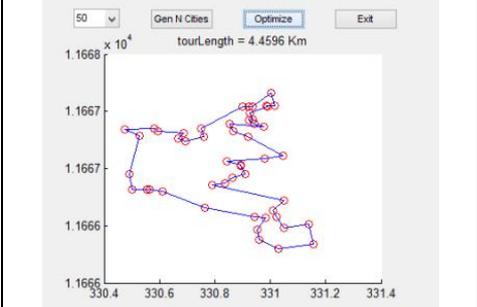
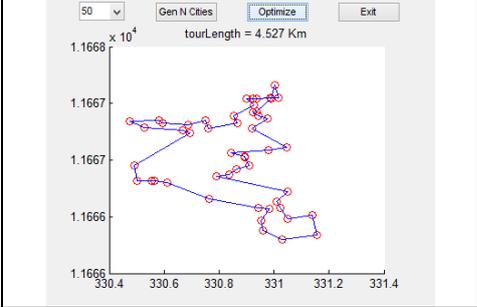
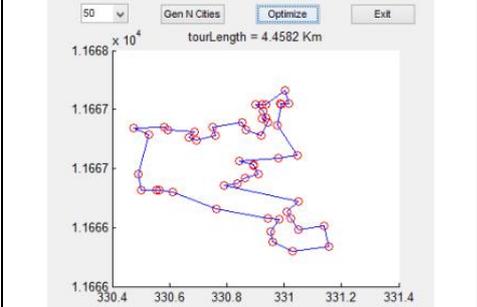
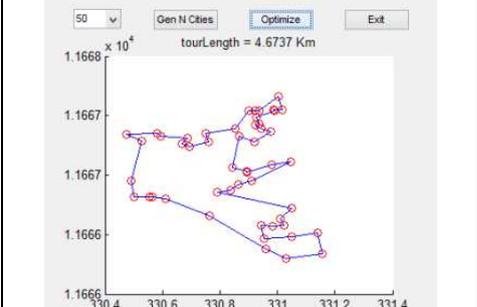
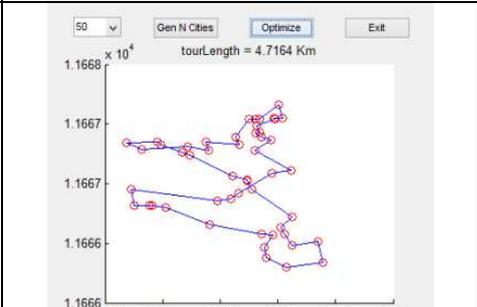
Setelah proses ini, lakukan proses elitism, yaitu penyimpanan kromosom dengan nilai fitness tertinggi agar tidak mengalami kerusakan pada proses selanjutnya. Kemudian lakukan proses ini secara berulang sesuai dengan generasi yang telah ditentukan, atau mendapatkan nilai fitness paling tinggi dan jarak minimum.

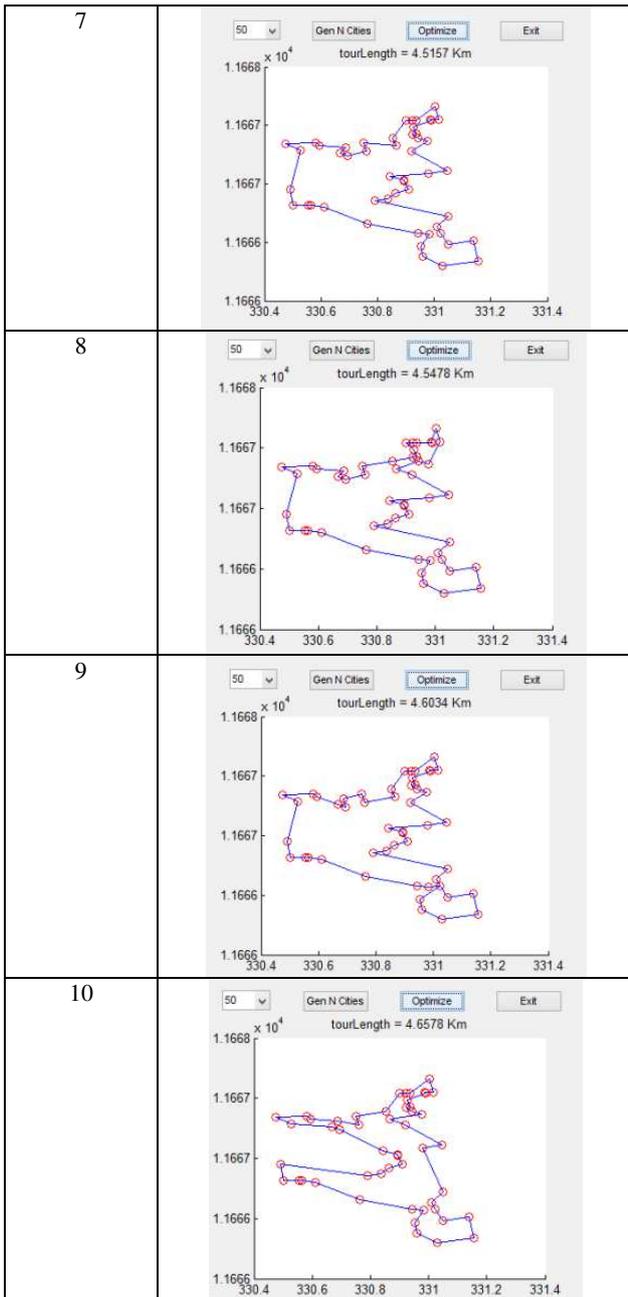
IV. PEMBAHASAN

Telah dilakukan pengujian sistem pada aplikasi Matlab dengan metode TSP, dilakukan pengujian sistem sebanyak 15 kali supaya didapatkan rute yang paling optimal. Berikut adalah hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel IV.

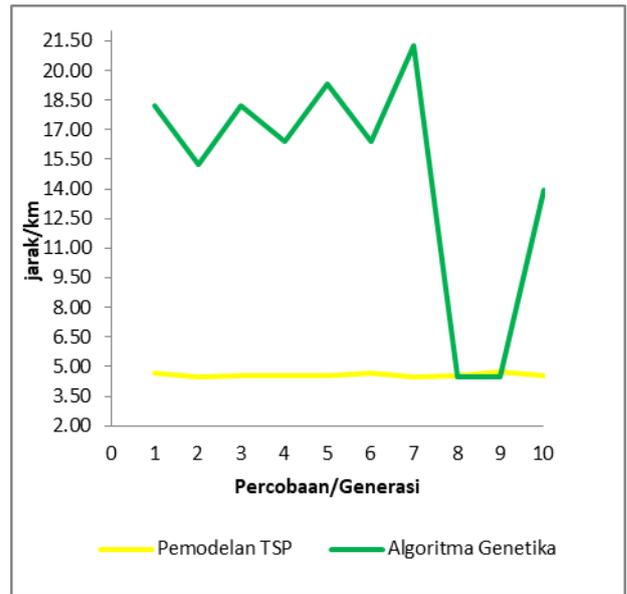
TABEL IVV
TITIK TABEL PENGUJIAN SISTEM TSP

Pengujian	Gambar
1	

2	
3	
4	
5	
6	

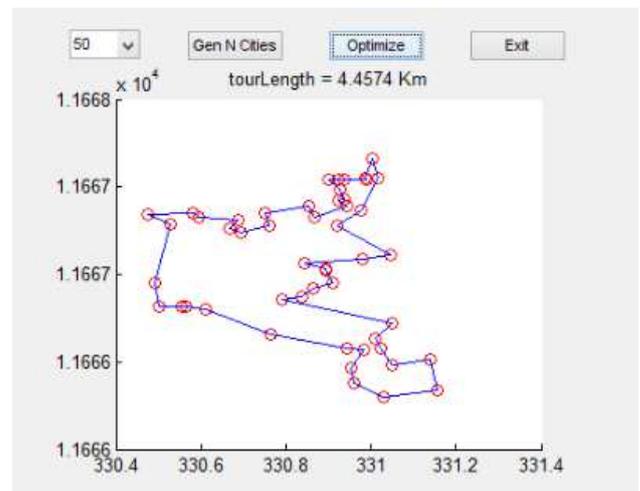


Pada penelitian ini, setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode algoritma genetika sebanyak 50 generasi, yang setiap 10 generasinya di ambil dua kromosom yang mempunyai jarak teroptimal, sedangkan pada pemodelan TSP pada program Matlab dilakukan sebanyak 10 kali percobaan. Hasil dari 10 kali percobaan dapat dilihat pada tabel percobaan sistem TSP. Setelah melakukan perbandingan antara kedua metode tersebut, sehingga didapatkan jarak pada kabel fiber optik adalah sebagai berikut :



Gambar 18 Perbandingan Jarak dengan Algoritma Genetika dan Pemodelan TSP

Pada Gambar 18 grafik hasil penelitian diatas yang telah dilakukan. Didapatkan rute yang optimal dengan metode algoritma genetika pada generasi ke 38 yaitu sebesar 4.4627 Km dengan rute 2-4-8-9-14-10-11-12-37-38-39-40-41-43-42-44-45-25-26-28-27-32-29-30-31-33-34-35-36-49-48-47-46-50-23-22-21-20-19-24-18-17-16-13-15-6-7-5-3-1, sedangkan dengan pemodelan TSP didapat pada percobaan ke 2 adalah sebesar 4.4798 Km dengan rute 2-4-3-9-10-11-12-37-38-39-40-41-43-42-44-25-26-27-32-29-30-31-33-34-28-35-36-45-49-48-47-46-50-23-22-21-20-19-24-18-17-16-13-15-14-8-7-6-5-1 yang diperlihatkan pada Gambar 12.



Gambar 19 Rute pada Pemodelan TSP di matlab

Pada gambar 19 merupakan hasil dari pemodelan TSP pada percobaan ke 2 setelah dilakukan percobaan sebanyak

10 kali. Rute awal pada fiber optik sebelumnya bernilai 7,5622 Km.

Kedua metode ini sama-sama memiliki keuntungan dan kerugian. Keuntungan maupun kerugian tersebut berdasarkan dari penggunaan metode sesuai kebutuhan pengguna. Metode algoritma genetika, memiliki keuntungan berdasarkan proses tahapannya, maksudnya adalah penggunaan dengan metode ini dapat melihat jelas metode apa saja yang telah digunakan dalam setiap proses pencarian rute optimal. Seperti pada tahapan proses seleksi yang menggunakan metode *roulette wheel*, pada proses *crossover* menggunakan metode *one point* dan *multipoint crossover* dan pada tahapan mutasi adalah *swap mutation* dan *invers mutation*. Penggunaan banyak metode pada proses ini untuk mengurangi banyak generasi yang akan digunakan, karena biasanya generasi yang digunakan pada aplikasi pencarian rute optimal dengan metode algoritma genetika[11] bisa mencapai 5000 generasi, tetapi pada penelitian ini hanya 50 generasi. Namun waktu yang digunakan memang lama karena untuk metode ini dilakukan perhitungan secara manual. Sedangkan TSP, rute optimal yang akan dicari memang cepat, tetapi tidak diketahui bagaimana prosesnya secara menyeluruh sehingga tidak tahu apakah pada TSP ini menggunakan metode khusus atau tidak.

V. KESIMPULAN

1. Rute optimal yang didapat pada perhitungan algoritma genetika adalah pada generasi ke 38 yaitu 2-4-8-9-14-10-11-12-37-38-39-40-41-43-42-44-45-25-26-28-27-32-29-30-31-33-34-35-36-49-48-47-46-50-23-22-21-20-19-24-18-17-16-13-15-6-7-5-3-1 dan pada pemodelan TSP dengan percobaan ke 2 adalah 2-4-3-9-10-11-12-37-38-39-40-41-43-42-44-25-26-27-32-29-30-31-33-34-28-35-36-45-49-48-47-46-50-23-22-21-20-19-24-18-17-16-13-15-14-8-7-6-5-1
2. Hasil penelitian dengan perhitungan algoritma genetika dan pemodelan TSP yang didapatkan adalah sebesar 4.46 Km dan 4.45 Km, lebih optimal dari jarak sebelumnya yaitu sebesar 7,5622 Km.
3. Algoritma Genetika dan TSP memiliki keuntungan dan kerugian. Keuntungannya adalah dengan menggunakan algoritma genetika dapat mengetahui

beberapa proses tahapan dalam pencarian rute, sedangkan pada TSP tidak. Sedangkan kerugiannya adalah masalah waktu pencarian pada kedua metode ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Politeknik Negeri Sriwijaya sebagai tempat menimba ilmu, dosen pembimbing 1 dan 2 yang telah memberikan bimbingan dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan paper ini, serta teman-teman yang telah membantu doa dan dukungan moril sehingga dalam menyelesaikan paper ini dengan lancar dan tanpa hambatan sesuai dengan yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] digilib.unila.ac.id/8919/12/BAB%20II.pdf, "Optimalisasi", 2010. Tanggal Akses: 17 Maret 2017
- [2] repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/16595/4/Chapter%20II.pdf.pp. Tanggal Akses: 12 Februari 2017
- [3] Sanjoyo, "Aplikasi Algoritma Genetika," *Apl. Algoritm. Genet.*, pp. 1–23. Tanggal Akses : 13 September 2016
- [4] E. Satriyanto, "Algoritma Genetika," pp. 81–87, 2011.
- [5] Aker, Edgar, "FTTH Handbook," 2016.
- [6] E. K. Wadhana and H. Setijono, "Analisa Redaman Serat Optik Terhadap Kinerja Sistem Komunikasi Serat Optik Menggunakan Metode Optical Link Power Budget," *J. Tek. Fis. akultas Teknol. Ind. ITS*, pp. 1–11, 2010.
- [7] I. Manggolo, M. Ihsan, and M. Alaydrus, "Optimalisasi Perencanaan Jaringan Akses Serat Optik Fiber To The Home Menggunakan Algoritma Genetika," *InComTech, J. Telekomun. dan Komput.*, vol. 2, pp. 21–36, 2011.
- [8] H. M. Wahyudi and S. Kom, "Mengenal Teknologi Kabel Serat Optik (Fiber Optic)," pp. 1–19, 2010.
- [9] Jhonson, Malcolm, "Optical, fibres and systems" 2011.
- [10] Telkom Indonesia, "Modul-1_Jar-Fttx.pdf" 2012 .
- [11] S. R. Pekanbaru and S. R. Pekanbaru, "Pencarian Rute Terbaik Pada Travelling Salesman Problem (TSP) Menggunakan Algoritma Genetika pada Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Pekanbaru Lusiana.", 2015.
- [12] <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/46629-tsp.zip>. Tanggal Akses : 10 April 2017
- [13] https://www.tutorialpoint.com/genetic_algorithms/genetic_algorithm_mutation.htm. Tanggal Akses : 17 April 2017.
- [14] E. Gautama, "Algoritma Genetika untuk menyelesaikan *Coin Problem*: Aplikasi Pada mesin ATM" vol. 8, no. 2, pp. 1056–1068, 2016.