# Optimasi Rute Jaringan Mikrotik dengan Algoritme Genetika

Gusti Eka Yuliastuti[1], Citra Nurina Prabiantissa[2], Siti Agustini[3], Danang Haryo Sulaksono[4]
Teknik Informatika, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya [1,2,3, 4]
*e-mail: gustiekay@itats.ac.id*

***ABSTRACT***

*Router is a device that becomes an intermediary for sending data from one point to another on a network. In sending the data, there are obstacles faced, namely the problem of installation and maintenance costs which are not cheap. Selection of the proxy router itself is to get around the cost problem. Besides the cost problem, there are also other obstacles, namely the determination of communication routes between points in the data transmission process. The importance of determining the route between these points is to optimize the distance and time to find the shortest solution during the data transmission process. Searching for routes on the network is an example of the traveling salesman problem (TSP). The author will apply one of the optimization methods, namely Genetic Algorithm. Genetic Algorithm has a wide space to find solutions so it is very suitable to be applied to solve this problem. Based on the trial application of this Genetic Algorithm, an optimal solution was produced that not only calculates the shortest route and the shortest time compared to the previous one, but also takes into account the penalties that occur when passing that route.*

***Keywords:*** *Genetic Algorithm, Microtic Network, Router, Traveling Salesman Problem*

**ABSTRAK**

*Router* merupakan sebuah perangkat yang menjadi perantara pengiriman data dari satu titik ke titik lainnya pada sebuah jaringan. Dalam pengiriman data tersebut terdapat kendala yang dihadapi yakni permasalahan biaya pemasangan dan perawatan yang tidak murah. Pemilihan *router* mikrotik itu sendiri untuk menyiasati permasalahan biaya. Disamping permasalahan biaya tersebut, terdapat pula kendala lainnya yakni penentuan rute komunikasi antar titik dalam proses pengiriman data. Pentingnya penentuan rute antar titik ini guna mengoptimalkan jarak dan waktu untuk dicari solusi terpendek saat proses pengiriman data. Pencarian rute pada jaringan merupakan salah satu contoh permasalahan *traveling salesman problem* (TSP). Penulis akan menerapkan salah satu metode optimasi yaitu Algoritme Genetika. Algoritme Genetika memiliki ruang pencarian solusi yang luas sehingga sangat cocok diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan ini. Berdasarkan uji coba penerapan Algoritme Genetika ini dihasilkan solusi optimal yang tidak hanya memperhitungkan rute terpendek dan waktu tersingkat dibandingkan sebelumnya, tetapi juga memperhitungkan *penalty* yang terjadi pada saat melewati rute tersebut.

**Kata kunci:** Algoritme Genetika, Jaringan Mikrotik, Router, Traveling Salesman Problem

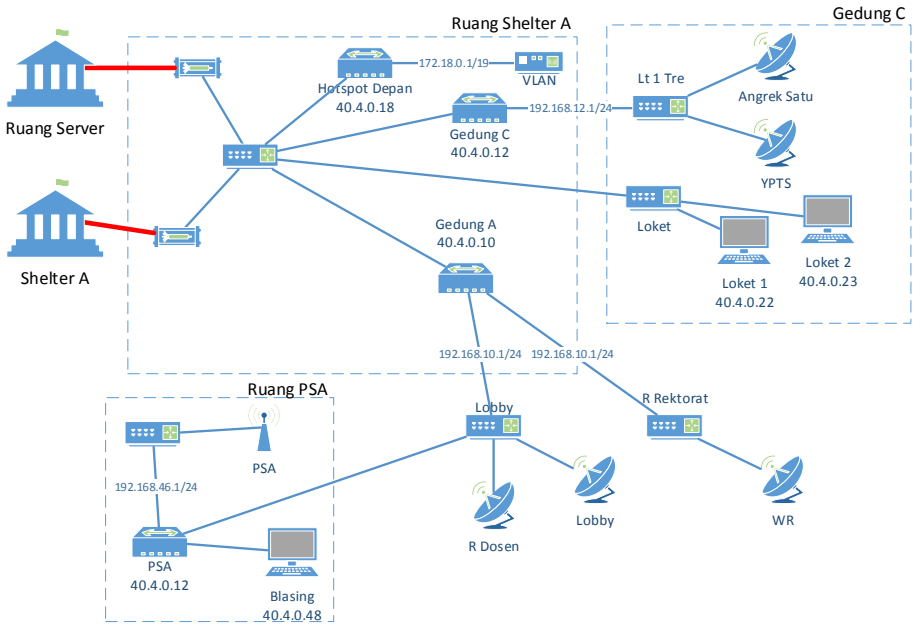
## PENDAHULUAN

Seiring perkembangan teknologi, perangkat pendukung jaringan komputer menjadi salah satu hal yang sangat penting khususnya *router*. *Router* merupakan sebuah perangkat yang menjadi perantara pengiriman data dari satu titik ke titik lainnya pada sebuah jaringan [1]. Sedangkan penentuan rute antar titiknya untuk dapat berkomunikasi biasa disebut dengan *routing* [2]. Cisco merupakan salah satu mesin *router* yang berfungsi mengarahkan rute alamat di internet dan sudah cukup terkenal. Namun, kendala yang dihadapi adalah permasalahan biaya yang tidak murah. *Router* memiliki harga yang cukup tinggi dan masih sulit dijangkau bagi sebagian masyarakat. Pada beberapa penelitian sebelumnya, Mikrotik dianggap sebagai solusi atas kendala tersebut karena Mikrotik merupakan salah satu vendor baik secara *hardware* maupun *software* menyediakan fasilitas untun pembuatan *router*. Salah satu contohnya adalah *Mikrotik Router OS* yang merupakan sebuah sistem operasi khusus digunakan untuk membuat sebuah *router* dengan cara meng*install*nya di komputer.

Disamping permasalahan biaya, terdapat pula kendala lainnya yakni penentuan rute komunikasi antar titik dalam proses pengiriman data. Pentingnya penentuan rute antar titik ini guna mengoptimalkan jarak dan waktu terpendek saat proses pengiriman data [3]. Kinerja dari jaringan komputer ini juga sangat dipengaruhi oleh lalu lintas data di antar titiknya [4]. Untuk mengoptimalkan lalu lintas data pada rute yang sudah ada, penulis akan menerapkan salah satu metode optimasi yaitu Algoritme Genetika. Algoritme Genetika memiliki ruang pencarian solusi yang luas sehingga sangat cocok diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan ini [5]. Disamping itu, Algoritme Genetika menghasilkan banyak kombinasi solusi yang kemudian dapat dipilih solusi terbaiknya berdasarkan nilai *fitness* [6]. Studi kasus yang akan dibahas pada penelitian ini adalah topologi jaringan mikrotik yang terdapat di kampus ITATS.

## TINJAUAN PUSTAKA

Sekelompok komputer yang saling terhubung dengan penggunaan suatu protokol komunikasi sehingga dapat saling berbagi data disebut dengan jaringan komputer [7]. Dalam sebuah jaringan computer, data yang dikirimkan melalui titik-titik tersebut disebut dengan paket. Pengiriman paket antar titiknya seringkali memerlukan titik-titik tambahan sebagai perantara berupa sebuah perangkat keras yang biasa disebut dengan *router*. Tugas dari *router* ini tentu saja menyalurkan paket ke alamat tujuan [8]. Pentingnya penentuan rute pengiriman paket ini karena buruknya kualitas rute yang dilalui akan dapat memengaruhi kualitas paket yang diantarkan seperti paket yang hilang (*packet loss*) dan juga waktu tunda (*delay*) yang lama [9]. Pencarian rute pada jaringan merupakan salah satu contoh permasalahan *traveling salesman problem* (TSP) yakni pencarian rute terpendek [10]. Gambaran topologi jaringan di salah satu area kampus ITATS yang selanjutnya akan dibahas menjadi studi kasus penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.




Gambar 1 Topologi Jaringan Mikrotik di Ruang Shelter A

*Sumber: PSI ITATS*

## METODE

Algoritme Genetika merupakan suatu metode yang dikembangkan dengan dasar prinsip alamiah teori evolusi Darwin [11]. Pada teori evolusi ini, individu yang terbentuk secara acak dan kemudian berkembangbiak melalui proses reproduksi akan menghasilkan individu baru untuk membentuk populasi baru pada generasi berikutnya.

Proses pembentukan populasi awal pada Algoritme Genetika, dimulai dengan membangkitkan sejumlah individu secara acak yang biasa disebut dengan representasi kromosom [12].

### Representasi Kromosom

Kromosom inilah yang merepresentasikan solusi dari permasalahan yang akan diselesaikan [6]. Sedangkan bagian terkecil dari kromosom ini disebut dengan gen. Gen ini nantinya akan diisi dengan pengkodean solusi dari permasalahan. Berdasarkan studi kasus pada penelitian ini, permasalahan TSP yang merupakan pencarian rute terpendek dari beberapa titik yang dilalui ini dapat diselesaikan dengan jenis pengkodean permutasi pada kromosomnya.

Dalam satu baris kromosom terdapat 22 gen yang berisi urutan titik yang dilalui saat proses pengiriman data. Pengkodean permutasi yang dimaksud adalah penggambaran titik-titik pada topologi jaringan tersebut menjadi angka yang berurutan mulai awal hingga akhir. Sedangkan untuk menghitung rute yang dilalui akan dilakukan pemeriksaan terhadap data dari pengirim hingga sampai ke penerima. Sehingga titik diluar rute tersebut akan dianggap sebagai *penalty* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Representasi Kromosom

| Kromosom | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 9 | 12 | 3 | 6 | ... | 20 | 7 | 18 | 22 |

Misalnya saja untuk pengiriman data dari pengirim di titik1 hingga tujuan di titik 20, maka yang akan diperhitungkan hanya 19 gen di awal saja karena itu menunjukkan pada solusi tersebut dibutuhkan 19 titik sebagai rute pengiriman data. Hal tersebut juga berlaku jika dalam pembangkitan individu baru terdapat kromosom yang hanya perlu melalui 5 titik dalam pengiriman data, maka 17 gen sisanya tidak akan diperhitungkan dalam rute.

### Proses Inisialisasi

Pada tahapan awal, penulis akan melakukan proses inisialisasi dengan membangkitkan beberapa individu secara *random* [13]. Sejumlah individu ini nantinya akan membentuk sebuah populasi awal, dimana banyaknya indvidu dalam populasi selanjutnya akan disebut *popSize*. Ukuran *popsize* yang dipakai pada penelitian ini sebanyak 100 individu.

### Proses Reproduksi

Proses reproduksi dilakukan setelah terpilih individu *random* sebagai *parent*. Hasil dari reproduksi itu disebut dengan *offspring* [14]. Dalam proses reproduksi ini terdapat dua macam metode yang dilakukan yakni metode pindah silang (*crossover*) dan mutasi (*mutation*). Perbedaan dari kedua metode ini adalah pemilihan individu sebagai *parent*. Jika pada *crossover* diperlukan dua individu untuk reproduksi, pada *mutation* hanya diperlukan satu individu saja. Kedua metode ini akan digunakan di setiap generasi dengan prosentase 0,3 untuk *crossover rate* dan 0,7 untuk *mutation rate*.

Pada *parent* pertama, metode *crossover* dilakukan dengan *one-cut-point* untuk gen *random* di tiap bagiannya. Sedangkan pada *parent* kedua, diambil sebanyak sisa dari gen yang telah dipilih pada *parent* pertama. Sehingga didapatkan gen *child* gabungan dari gen kedua *parent* tersebut [7]. Pada Tabel 2 menunjukkan ilustrasi metode *crossover one-cut-point*.

Tabel 2 Ilustrasi Metode *Crossover One-Cut-Point*

| Individu | Kromosom | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parent 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 |
| Parent 2 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Child | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 |

Individu yang terpilih secara acak untuk melakukan *mutation* hanya akan saling tukar menukar antar nilai gen dalam menghasilkan individu baru dengan gen yang berbeda dari sebelumnya. Pada Tabel 3 menunjukkan ilustrasi metode *mutation* pada satu bagian.

Tabel 3 Ilustrasi Metode *Mutation*

| Individu | Kromosom | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parent 1 | 3 | 4 | 7 | 8 | 1 | 2 | 5 | 6 | 9 | 10 |
| Child | 10 | 9 | 6 | 5 | 2 | 1 | 8 | 7 | 4 | 3 |

**Proses Evaluasi**

Dalam menentukan individu terbaik yang nantinya akan dipertahankan untuk melanjutkan proses di generasi berikutnya, diperlukan adanya suatu penilaian atau evaluasi [15]. Evaluasi yang dipakai penulis yakni perhitungan nilai *fitness*nya.

$$\text{Nilai } Fitness = \frac{1000}{\sum t + \sum p} \dots\dots (1)$$

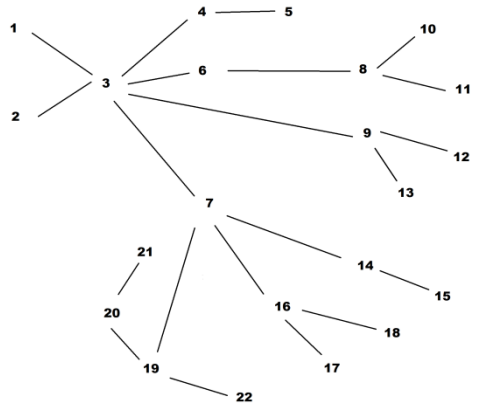
Pada rumus nilai *fitness* tersebut, $\sum t$ menunjukkan total waktu tempuh yang dilalui oleh titik-titik pada empat area tersebut. Sedangkan $\sum p$ menunjukkan total *penalty* yang ada termasuk tidak adanya sambungan antar titik pada satu area.

**Proses Seleksi**

Proses seleksi ini merupakan proses akhir pada satu generasi dengan cara memilih individu dengan nilai *fitness* terbaik untuk dipertahankan pada generasi berikutnya [13]. Pada penelitian ini, banyaknya individu yang akan dipertahankan adalah sebanyak *popSize*nya yakni 100 individu. Hal ini akan terus berulang hingga generasi yang telah ditentukan atau hingga solusi mencapai titik optimalnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penulis menggambarkan ulang titik-titik pada topologi jaringan mikrotik tersebut dengan pengkodean permutasi yang ditunjukkan seperti Gambar 2. Untuk menjalankan proses awalnya, penulis memasukkan nilai sebagai *input* titik pengirim (*sender*) dan titik penerima (*receiver*). Setelah itu Algoritme Genetika akan melakukan pencarian rute optimal dengan dengan mencoba semua kemungkinan pada ruang solusi yang ada, dimulai dengan membangkitkan individu baru pada populasi awal hingga didapatkan individu terbaik yang menjadi solusi akhir dari studi kasus penelitian ini.




Gambar 2 Pengkodean Permutasi

Pada studi kasus ini, uji coba dilakukan dengan menggunakan parameter *popSize* sebanyak 100 individu, *crossover rate* sebesar 0,3 dan *mutation rate* sebesar 0,7 dengan jumlah generasi hingga mencapai solusi optimal. Hasil dari uji coba ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Uji Coba

| Uji Coba | Titik *Sender* | Titik *Receiver* | Nilai *Fitness* | Waktu Eksekusi | Rute |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3 | 5 | 0,803111 | 12 ms | 3 → 4 → 5 |
| 2 | 3 | 11 | 1,428773 | 95 ms | 3 → 6 → 8 → 11 |
| 3 | 1 | 18 | 1,945613 | 152 ms | 1 → 3 → 7 → 16 → 18 |
| 4 | 4 | 20 | 2,605625 | 375 ms | 4 → 3 → 7 → 16 → 19 → 20 |

Penulis melakukan empat kali uji coba dengan masukkan nilai *input* titik *sender* dan titik *receiver* berbeda. Berdasarkan Tabel 4, didapatkan hasil uji coba dengan solusi rute terpendek dan waktu eksekusi cukup singkat dibandingkan dengan waktu eksekusi sebenarnya (dalam satuan waktu sekon) [4]. Pada hasil uji coba pertama, untuk melalui rute tiga titik hanya diperlukan waktu 12 milisekon dengan nilai *fitness* sebesar 0,803111. Untuk melalui rute empat titik diperlukan waktu 95 milisekon dan begitu seterusnya untuk hasil uji coba lain yang terdapat pada Tabel 4.

Nilai *fitness* pada hasil uji coba tersebut menjadi solusi optimal karena menunjukkan nilai paling tinggi dibandingkan dengan individu lainnya pada setiap generasi. Nilai *fitness* tersebut menunjukkan solusi dengan rute terpendek, waktu tersingkat dan minim *penalty*. Nilai *fitness* tidak merujuk pada hasil yang buruk jika kurang dari 1, maupun hasil yang baik jika lebih dari 1. Nilai ini hanya untuk rujukan dalam mengevaluasi setiap individu untuk didapatkan individu terbaik pada setiap generasinya. Nilai ini juga dihasilkan berdasarkan rumus yang telah dijelaskan sebelumnya oleh penulis. Dalam Algoritme Genetika, nilai *fitness* tidak memiliki formula khusus hanya saja disusun berdasarkan permasalahan yang akan diselesaikan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji coba yang telah dilakukan, penerapan Algoritme Genetika menghasilkan solusi optimal untuk studi kasus rute jaringan mikrotik. Solusi ini dianggap optimal karena selain menghasilkan rute dengan jalur titik terpendek dan membutuhkan waktu eksekusi yang singkat juga minim adanya *penalty*. Solusi juga dinilai optimal dikarenakan

sebelumnya tidak memperhitungkan *penalty* dalam pencarian rute. Waktu eksekusi dianggap singkat dikarenakan pada hasil uji coba yang dilakukan oleh penulis rata-rata hanya memerlukan waktu singkat yakni dalam satuan waktu milisekon bahkan kurang dari satu sekon seperti penelitian sebelumnya.

Penerapan Algoritme Genetika ini dapat digunakan pada studi kasus lain yang serupa untuk mendapatkan solusi yang optimal. Kompleksitas permasalahan akan sangat mempengaruhi hasil dari penerapan Algoritme Genetika ini.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Resa Uttungga selaku PSI ITATS yang telah memberikan gambaran topologi jaringan secara jelas terkait studi kasus pada penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Lestandy, S. H. Pramono, and M. Aswin, "Optimasi Routing pada Metropolitan Mesh Network Menggunakan Adaptive Mutation Genetic Algorithm," *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 6, no. 4, pp. 430–435, 2017.

[2] D. Rahmayanti and I. Pendahuluan, "Optimasi Routing Berbasis Algoritma Genetika Pada Sistem Komunikasi Bergerak," *J. Electr. Electron. Commun. Control. Informatics, Syst.*, vol. IV, no. 1, pp. 18–23, 2010.

[3] G. E. Riani and W. F. Mahmudy, "Optimasi Jangkauan Jaringan 4G Menggunakan Algoritma Genetika," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 2, p. 141, 2016.

[4] D. Okiandri, S. H. Pramono, and E. Yudaningtyas, "Optimasi Jaringan Serat Optik Menggunakan Metode Algoritma Genetika (Studi Kasus UNISMA)," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 10–18, 2016.

[5] A. M. Rizki, W. F. Mahmudy, and G. E. Yuliastuti, "Optimasi Multi Travelling Salesman Problem (M-Tsp) Untuk Distribusi Produk Pada Home Industri Tekstil Dengan Algoritma Genetika," *Klik - Kumpul. J. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 2, p. 125, 2017.

[6] G. E. Yuliastuti, W. F. Mahmudy, and A. M. Rizki, "Penanganan Fuzzy Time Window pada Travelling Salesman Problem ( TSP ) dengan Penerapan Algoritma Genetika," *MATICS J. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 9, no. 1, pp. 38–43, 2017.

[7] I. Martina, "Penerapan Algoritma Genetika dengan Crossover Cut and Splice dalam Optimasi Routing Jaringan," *J. Telemat.*, vol. 7, no. 1, 2011.

[8] E. Purwanto, "Implementasi Jaringan Hotspot Dengan Menggunakan Router Mikrotik Sebagai Penunjang Pembelajaran," *J. Inf. Politek. Indonusa Surakarta*, vol. 1, no. 2, pp. 20–27, 2015.

[9] L. S. M and Suhardi, "Pengaruh Model Jaringan Terhadap Optimasi Routing Open shortest Path First (OSPF)," *Teknologi*, vol. 1, no. 2, pp. 68–80, 2011.

[10] T. F. Ramadonna, A. Silvia, and C. Ciksadan, "Perbandingan Algoritma Genetika dan TSP Untuk Optimalisasi Jaringan Akses Fiber To The Home," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 3, no. 2. 2017.

[11] Z. Zukhri, *Algoritma Genetika*. Yogyakarta: Andi Publisher, 2014.

[12] C. Aditya, W. F. Mahmudy, P. Studi, T. Informatika, F. I. Komputer, and U. B. Malang, "Optimasi Persediaan Baju Menggunakan Algoritma Genetika," in *Prosiding Seminar*

*Nasional Teknologi dan Rekayasa Informasi (SENTRIN)*, 2016.

[13] W. F. Mahmudy, *Dasar-Dasar Algoritma Evolusi*. Malang: Universitas Brawijaya, 2015.

[14] W. F. Mahmudy, R. M. Mariana, and L. H. S. Luong, "Hybrid Genetic Algorithms for Multi-period Part Type Selection and Machine Loading Problems in Flexible Manufacturing System," in *IEEE International Conference on Computational Intelligence and Cybernetics (CYBERNETICSCOM)*, 2013.

[15] G. E. Yuliastuti, W. F. Mahmudy, and A. M. Rizki, "Implementation of Genetic Algorithm to Solving Travelling Salesman Problem with Time Window (TSP-TW) for Scheduling Tourist Destinations in Malang City," *J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 2, no. 1, 2017.