

## OPTIMASI JARINGAN SERAT OPTIK MENGGUNAKAN METODE ALGORITMA GENETIKA

(STUDI KASUS UNISMA)

Diki Okiandri<sup>1</sup>, Sholeh Hadi Pramono<sup>2</sup>, Erni Yudaningsy<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Magister S2 Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, P3tik Unisma Jl.Mt. Haryono 193 Malang 65144, INDONESIA (telp: 0812-33244848;)

<sup>2</sup>Sholeh Hadi Pramono, dosen Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang, INDONESIA

<sup>3</sup>Erni Yudaningsy, dosen Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang, INDONESIA

Email: <sup>1</sup>[dikiokiandri@gmail.com](mailto:dikiokiandri@gmail.com), <sup>2</sup>[sholehhadipramono@ub.ac.id](mailto:sholehhadipramono@ub.ac.id), <sup>3</sup>[erni@ub.ac.id](mailto:erni@ub.ac.id)

(Naskah masuk: 18 Februari 2016, diterima untuk diterbitkan: 17 Maret 2016)

### Abstrak

Abstrak—Peningkatan penggunaan komputer di kampus pendidikan mengakibatkan lalu lintas data yang padat pada jaringan komunikasi. Di Universitas Islam Malang (Unisma) terdapat lebih dari 500 komputer yang terkoneksi dengan internet menggunakan media kabel dan akses hotspot. Infrastruktur jaringan eksisting di Unisma saat ini menggunakan kabel Backbone Fiber Optic Multimode dengan routing static dan topologi yang dipakai adalah topologi Mesh. Banyaknya pengguna yang berkomunikasi di jaringan mengakibatkan lalu lintas data yang padat sehingga menyebabkan waktu tunda atau antrian yang lama. Algoritma genetika adalah sebuah algoritma pencarian yang didasarkan pada mekanisme genetika alamiah yang juga digunakan sebagai algoritma optimasi kinerja jaringan. Penelitian ini membandingkan kinerja jaringan eksisting dengan simulasi optimasi menggunakan Algoritma Genetika. Dilakukan pengukuran dan pengambilan data-data berupa waktu tempuh, juga dilakukan rekayasa perangkat lunak dengan bantuan visual studio untuk melakukan pemodelan sebagai pembanding. Hasilnya optimasi dengan algoritma genetika mampu mencari jalur tercepat serta meningkatkan kecepatan pengiriman paket data dengan menurunkan waktu tempuh sebesar 53.5% dan meningkatkan data rate sebesar 54.75% dibandingkan dengan metode antrian pada jalur existing.

**Kata kunci:** Algoritma Genetika, Backbone Fiber Optik, Optimasi, Waktu Tempuh

### Abstract

Abstract-- Increased use of computers in education campus resulted in dense data traffic on communications networks. At the Islamic University of Malang (Unisma) there are more than 500 computers connected to the Internet using a wired media and hotspot access. Unisma existing network infrastructure in current use the Multimode Fiber Optic Backbone cable with static routing and Mesh topology. These lots number of users on the network resulting in dense data traffic that lead to long delays or long queues. Genetic algorithm is a search algorithm that is based on the natural genetic mechanism which also being used in optimizing network performance. This study compared the performance of existing network and a simulation of optimization using Genetic Algorithms. Measurement and retrieval of data consist of transfer time, also we built software engineering using visual studio program as a comparison model. The result of this study shows that optimization using genetic algorithm is able to find the fastest path and increase the speed of transmission of data packets by reducing transfer time by 53.5% and increase the data rate of 54.75% compared to the queuing method used on the existing network.

**Keywords:** Genetic Algorithm, Fiber Optic Backbone, Optimization, Transfer time

---

## 1. PENDAHULUAN

Meningkatnya penggunaan komputer yang terhubung dengan jaringan mengakibatkan lalu lintas data yang padat pada jaringan *backbone* komputer. Peningkatan ini memerlukan infrastruktur komunikasi yang handal. Karena infrastruktur memegang peranan penting untuk melayani kebutuhan lalu lintas data dari satu komputer ke komputer lain yang terhubung (Anderson, J. Q., Boyles, J. L. & Rainie, L., 2012).

Kinerja jaringan dipengaruhi oleh dua hal yaitu infrastruktur yang bagus dan sistem operasi manajemen jaringan. Adanya lalu lintas data yang

padat pada *backbone* serat optik dapat mengganggu kinerja *backbone* saat melakukan pengiriman paket pada tujuan (Duck, M. & Read, R., 2003).

Algoritma genetika yaitu suatu algoritma yang menerapkan pemahaman mengenai evolusi alamiah pada tugas-tugas pemecahan masalah (*problem solving*). Algoritma genetika dipelopori pertama kali oleh Holland pada tahun 1975 kemudian oleh Goldberg tahun 1989 dan seterusnya. Algoritma genetika menggabungkan berbagai pilihan solusi secara acak dalam suatu kumpulan untuk mendapatkan solusi terbaik berikutnya yang disebut *fitness*. Generasi ini akan merepresentasikan perbaikan-perbaikan pada populasi awalnya secara

berulang dan diharapkan dapat mensimulasikan proses evolusioner (Lin, X-H et al., 2002)( Kumar, R. & Kumar, M., 2012). Algoritma genetika sendiri dikembangkan sebagai sebuah solusi optimasi topologi jaringan yang mengalami kendala kehandalan (Kumar, D. R. & Kumar, M., 2010).

Di Universitas Islam Malang (Unisma) terdapat lebih dari 500 komputer yang terkoneksi dengan internet menggunakan media kabel dan akses hotspot. Infrastruktur jaringan di Unisma menggunakan kabel *Backbone Fiber Optic Multimode* dan topologi yang dipakai adalah topologi *Ring*. Kabel serat optik digunakan sebagai kabel utama atau kabel induk penghubung dari satu gedung ke gedung lainnya yang memiliki kemampuan dalam melewati data sampai dengan 1Gbps (*giga bytes*) (Senior, J.M., 2008) (Bisht, N. & Singh, S., 2015). Jaringan komputer menuju klien tetap menggunakan kabel UTP (*Unshielded Twisted Pair*). Jaringan *eksisting* di Unisma saat ini menggunakan *routing static*.

Banyaknya pengguna yang berkomunikasi di jaringan mengakibatkan lalu lintas data yang padat sehingga menyebabkan waktu tunda atau antrian yang lama (Khandelwal, G., Prasanna, G. & Hota, C., 2011). Seiring pengembangan teknologi jaringan dan meningkatkan aplikasi berbasis jaringan, jaringan komputer saat ini banyak digunakan dalam penelitian ilmiah, bisnis, pendidikan industri, pertahanan nasional dan lainnya. Ketika dibutuhkan pengembangan desain jaringan sering kita menghadapi masalah topologi jaringan dan komunikasi semua simpul tentang pemilihan jalur dan penentuan rute antara setiap dua simpul. Hasil penelitian Lin dkk menunjukkan penggunaan *New Genetic Algorithm* (NGA) mampu menghasilkan penurunan dan percepatan penggunaan lebar data serta waktu pengiriman paket, sehingga mampu menyelesaikan masalah pemilihan rute dan kapasitas aliran data. (Lin et al., 2002).

Hal ini yang menjadi latar belakang pemikiran penulis tentang perlunya optimasi pada jaringan serat optik di Unisma dengan menggunakan metode algoritma genetika melalui pengamatan terhadap waktu tempuh pengiriman paket data. Optimasi jaringan diharapkan mampu memberikan solusi terhadap masalah diatas dan meningkatkan performa kinerja jaringan komputer di Unisma.

## 2. METODOLOGI

Penelitian ini termasuk dalam bidang rekayasa perangkat lunak. Metode yang digunakan adalah dengan melakukan studi perbandingan. Langkah-langkah yang dilakukan meliputi pengumpulan data awal, desain perangkat lunak, pengujian perangkat lunak, kemudian analisis perbandingan. Penelitian optimasi jaringan *backbone* serat optik dilakukan di

Universitas Islam Malang Jl. MT.Haryono 193 Malang.

### 2.1 Jenis Dan Cara Perolehan Data

Desain yang digunakan dalam penelitian adalah desain eksperimental, dimana dilakukan percobaan terhadap simpul-simpul jaringan dengan melakukan simulasi pemodelan terhadap topologi jaringan yang sudah ada. Pemodelan ini bertujuan untuk mendapatkan data-data sebagai pembandingan.

Data diperoleh dengan cara mengumpulkan hasil pengiriman paket-paket data dalam jumlah tertentu ke perangkat-perangkat yang terhubung dengan serat optik. Proses ini menggunakan perintah *network ping* dan protokol FTP (*file transfer protocol*) yang dioperasikan pada server dan klien untuk memperoleh informasi waktu dalam bentuk angka. Setelah itu, dilakukan pemodelan dengan bantuan software.

#### - *Ping (packet internet gropher)*

*Ping (Packet Internet Groper)* adalah sebuah perintah untuk melakukan pemeriksaan koneksi perangkat, apakah perangkat yg dituju terhubung ke jaringan atau tidak melalui *protocol TCP/IP*. *Ping* akan melakukan pengiriman paket *Internet Control Message Protocol (ICMP)* pada perangkat tujuan dan meminta tanggapan tujuan.

Indikasi kehandalan sebuah jalur dapat dilihat dari besarnya nilai *delay* atau *latency* yang dilaporkan oleh *ping*. Semakin besar nilai *delay* menunjukkan semakin buruk kualitas jalur tersebut. Sehingga nilai *delay* ini dapat digunakan sebagai indikator kualitas jaringan (Bonaventure, O., 2011)

#### - *FTP (file transfer protocol)*

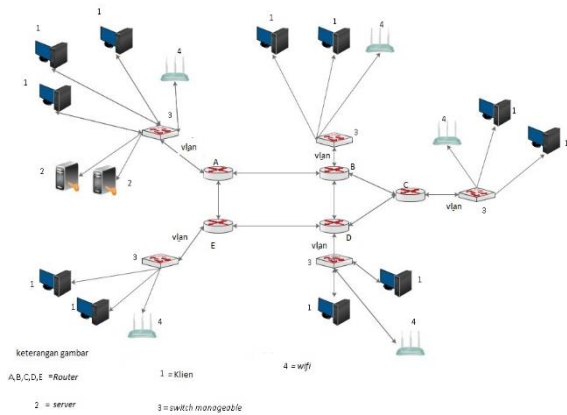
*FTP* adalah sebuah *protocol* unggah dan unduh berkas antara klien dan *server* yang berjalan pada lapisan aplikasi. Sebuah Klien *FTP* merupakan aplikasi yang dapat mengeluarkan perintah-perintah *FTP* ke sebuah server *FTP*. Sementara server *FTP* adalah sebuah *Windows Service* atau *daemon* yang berjalan di atas sebuah komputer yang merespons perintah-perintah dari sebuah klien *FTP*. Perintah-perintah *FTP* dapat digunakan untuk mengubah direktori, mengubah modus pengiriman antara biner dan ASCII, mengunggah berkas komputer ke server *FTP*, serta mengunduh berkas dari server *FTP* (Clark, M. P., 2003)

### 2.2 Variabel dan Cara Analisis Data

Variabel yang akan diukur dalam penelitian ini meliputi variabel bebas dan terikat. Variabel bebas antara lain : topologi jaringan dan *routing*. Variabel terikat : waktu tempuh. Analisa data dilakukan dengan cara menghitung data transaksi yang didapat oleh *server*, kemudian dibandingkan dengan data-data hasil simulasi.

### 2.3 Model Jaringan Existing di Unisma

Jaringan komputer di Unisma saat ini menggunakan media kabel serat optik sebagai kabel backbone atau kabel utama yang menghubungkan antar gedung, menggunakan topologi Ring dengan mengadopsi sistem antrian. Serat optik yang digunakan adalah jenis kabel multimode dengan jumlah inti sebanyak 8 inti yang memiliki kemampuan dalam melewatkan data sampai dengan 1Gbps (*giga bytes*). Detail jaringan backbone Unisma dapat dilihat pada Gambar 1. Jaringan komputer menuju klien tetap menggunakan kabel UTP. Jaringan existing di Unisma saat ini menggunakan routing statis. Hubungan antara klien dan simpul diatur oleh sebuah protokol aplikasi jaringan yang disebut VLAN (*Virtual Local Area Network*). VLAN adalah sebuah protokol yang dapat menghubungkan klien satu dengan klien lainnya yang terpisah secara fisik jaringan tetapi dapat mengikuti aturan jaringan induknya. VLAN tidak terbatas fisik lokasi jaringan seperti LAN (*Local Area Network*) (Bonaventure, O., 2011)



Gambar 1. Diagram Infrastruktur Jaringan di Unisma Menggunakan Kabel Backbone Fiber Optic Multimode

### 2.4 Model Optimasi Menggunakan Algoritma Genetika

Algoritma genetika yaitu algoritma pencarian berdasarkan mekanisme seleksi alami dan evolusi biologis. Pada setiap generasi, himpunan baru dari deretan individu dibuat berdasarkan kecocokan pada generasi sebelumnya dimana satu siklus iterasi (sering disebut sebagai generasi) mengalami dua proses, yakni proses seleksi dan rekombinasi. Proses seleksi adalah proses evaluasi kualitas setiap *string* didalam populasi untuk memperoleh peringkat calon solusi. Berdasarkan hasil evaluasi, dipilih *string-string* yang akan mengalami proses rekombinasi (Abuiziah, I. & Shakarneh, N., 2013). Pada penelitian ini langkah langkah yang dijalankan adalah:

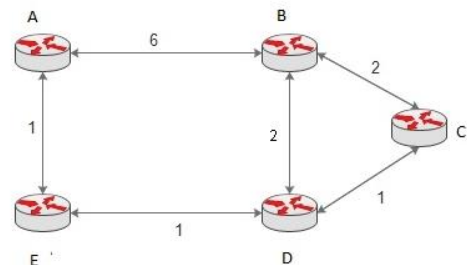
1. Mengambil data-data simpul simpul yang terhubung dengan backbone. Berupa data-data transaksi perangkat perangkat *switch* dan *router* yang terkoneksi dengan simpul berikutnya. Dengan jalan melakukan pengiriman paket data yang besarnya sama kemudian dilakukan pengiriman pada simpul penerima sehingga akan didapatkan waktu tempuh dari pengiriman data tersebut. Dan dilakukakan proses sebaliknya dari simpul penerima menjadi simpul pengirim.
2. Data-data kemudian diseleksi untuk dijadikan kromosom berdasarkan nilai fitness.
3. Langkah berikut dilakukan proses genetika yang dilakukan dengan bantuan software *Microsoft visual studio ver. Community freeware*. Hasil operasi genetika dilakukan dengan tujuan mendapatkan jalur tercepat yang optimal.
4. Langkah terakhir dilakukan perbandingan dengan teori antrian untuk melihat perbedaan optimasi yang dilakukan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian pada penelitian ini dilakukan terhadap data-data yang dikumpulkan dari jaringan Unisma menggunakan perintah *ping* dan aplikasi kirim file *FTP*. Implementasi data sumber dan data hasil simulasi optimasi dengan algoritma genetika dibangun menggunakan *Microsoft Visual Studio version community freeware*. Analisis bahasan ditekankan pada optimasi jaringan dengan menggunakan algoritma genetika.

### 3.1 Hubungan Simpul dengan Klien pada Jaringan Eksisting Unisma

Untuk kepentingan pengujian maka dibuat diagram jaringan fiber optik Unisma yang ditunjukkan pada Gambar 2, dimana gambar ini digunakan pada simulasi optimasi menggunakan metode Algoritma Genetika. Sesuai dengan topologi mesh maka terdapat 5 buah *node* (simpul) yaitu A, B, C, D dan E. Pengambilan data awal dilakukan menggunakan parameter waktu tempuh pengiriman paket data antar simpul berupa data *ping* dan *FTP*.



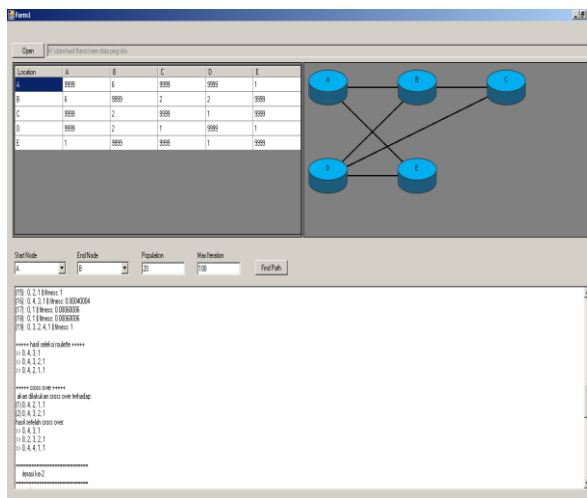
Gambar 2. Diagram Simulasi Simpul Jaringan Existing Unisma

Ketika klien dari simpul A akan menghubungi klien dari simpul C maka secara aturan akan melewati simpul A, B, C karena sifat *routing* statis.

Hal ini akan berpengaruh pada kecepatan karena saat *traffic* ramai dan jalur penuh pun harus tetap melewati jalur tersebut dengan mengantri. Demikian konsep dasar mekanisme sistem operasi jaringan *existing* di Unisma.

### 3.2 Aplikasi Simulasi Algoritma Genetika menggunakan *Microsoft Visual Studio*

*Visual studio* adalah sebuah bahasa pemrograman yang dapat digunakan untuk pengembangan aplikasi, baik itu aplikasi bisnis, aplikasi personal, ataupun komponen aplikasinya, dalam bentuk aplikasi *console*, aplikasi *Windows*, ataupun aplikasi *Web*. Pada penelitian ini aplikasi simulasi dibangun untuk memecahkan masalah jalur tercepat dengan menggunakan metode algoritma genetika. Pada proses pembangunannya simulasi optimasi algoritma genetika dibangun menggunakan *Microsoft visual studio ver. Community freeware*. Bentuk aplikasi sebagai mana ditunjukkan pada Gambar 3. Program ini berjalan sesuai dengan masukan masukan nilai bobot antar simpul yang dibuat dalam tabel *excel*.



Gambar 3. Tampilan Aplikasi Simulasi Algoritma Genetika menggunakan *Microsoft Visual Studio*

Beberapa proses penting yang dilakukan untuk mengimplementasikan algoritma genetika dalam mencari jalur tercepat pada pembangunan simulasi program ini dijelaskan pada Gambar 4 sebagai berikut:

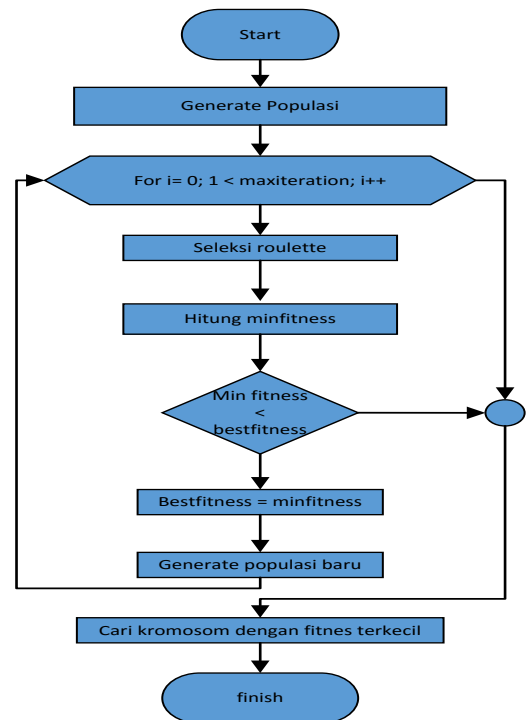
- Inisialisasi Populasi

Tahapan ini memiliki tujuan membangkitkan sebuah populasi sejumlah kromosom yang berasal dari simpul simpul yang ada secara acak. Proses pembangkitan populasi yang menghasilkan kromosom ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Kromosom Populasi Awal dari Simpul A ke C

Kromosom	Representasi Kromosom
Kromosom 1	<b>A-B-C-D-E</b>
Kromosom 2	<b>A-B-D-C-E</b>
Kromosom 3	<b>A-E-D-C-B</b>
Kromosom 4	<b>A-E-D-B-C</b>

Dimana pada kromosom yang dicetak tebal adalah kromosom utama sedangkan yang tidak dicetak tebal adalah kromosom pelengkap.



Gambar 4. Alur Pencarian Jalur Tercepat Simulasi Algoritma Genetika

- Evaluasi Individu

Fungsi *fitness* digunakan pada penentuan seberapa baik individu yang telah direpresentasikan oleh suatu kromosom. Pada tesis ini mencari jalur tercepat dari 5 simpul dan 6 busur diperoleh dengan menghitung *fitness* nya, sementara angka 9999 ditentukan sebagai batas tertinggi *fitness*. Penghitungan *fitness* adalah sebagai berikut

$$Fitness = (limit\ fitness - total\ bobot) \quad (1)$$

$$Limit\ fitness = 9999$$

*Fitness* dipengaruhi oleh jalur yang terkandung dalam kromosom bersangkutan. Jika ada kromosom yang memiliki jalur tidak benar maka *fitness* akan bernilai nol dan itu berlaku sebaliknya apabila jalurnya benar maka nilainya sama dengan fungsi *fitness* yang telah ditentukan. Kromosom dari Tabel 1 kemudian didapatkan nilai *fitness* nya dengan perhitungan sebagai berikut:

$$K1 = 9999 - (6 + 2) = 9991$$

$$K2 = 9999 - (6 + 2 + 1) = 9990$$

$$K3 = 9999 - (1 + 1 + 1) = 9996$$

$$K4 = 9999 - (1 + 1 + 2 + 2) = 9993$$

Hasil perhitungan disusun dalam Tabel 2 dibawah ini:

Tabel 2. Fitness Kromosom Simpul A ke C

Kromosom	Fitness
Kromosom 1	9991
Kromosom 2	9990
Kromosom 3	9996
Kromosom 4	9993

Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus (1) maka langkah berikutnya adalah merubah nilai *fitness* menjadi waktu dengan persamaan:

$$\text{Waktu} = \text{limit fitness} - \text{fitness} \quad (2)$$

Dari persamaan (2) didapatkan hasil perubahan nilai *fitness* sebagai berikut

$$K1 = 9999 - 9991 = 8 \text{ ms}$$

$$K2 = 9999 - 9990 = 9 \text{ ms}$$

$$K3 = 9999 - 9996 = 3 \text{ ms}$$

$$K4 = 9999 - 9993 = 6 \text{ ms}$$

- Seleksi *Roulette wheel*

Setelah populasi awal terbentuk, kemudian populasi tersebut diseleksi. Seleksi yang digunakan pada program simulasi ini adalah *roulette wheel selection*. Metode ini digunakan untuk melakukan seleksi *roulette* terhadap populasi (*chroms*) dengan nilai *fitness* (*fitness*) dan mengembalikan sejumlah kromosom dengan jumlah yang diinginkan (*count*). Besarnya probabilitas sebuah kromosom ditentukan oleh nilai *fitness*-nya. Semakin kecil nilai *fitness* sebuah kromosom, semakin besar kemungkinan kromosom tersebut untuk terseleksi

Pada metode *roulette wheel*, seleksi individu disamakan seperti permainan *roulette wheel*. Teknis permainan ini, pemain berupaya memutar roda yang telah disekat-sekat dalam beberapa bagian sekat atau partisi untuk mendapatkan hadiah. Pada simulasi program ini kromosom diibaratkan sebagai hadiah. Sekat yang ada dalam permainan *roulette* adalah interval nilai kumulatif probabilitas dari masing-masing kromosom. Berikut adalah urutan penyelesaian seleksi *roulette wheel*:

Hitung total *fitness* ( $T_f$ ):

$$T_f = \sum F_k \quad k = 1, 2, 3, \text{ popsize} \quad (3)$$

Dari persamaan diatas didapatkan hasil:

$$T_f = 9991 + 9990 + 9996 + 9993 = 39970$$

Langkah selanjutnya adalah menentukan peluang individu atau probabilitas individu:

$$K1 = 9991 \times 100 / 39970 = 24.99624719$$

$$K2 = 9990 \times 100 / 39970 = 24.99374531$$

$$K3 = 9996 \times 100 / 39970 = 25.00875657$$

$$K4 = 9993 \times 100 / 39970 = 25.00125094$$

Kemudian tempatkan individu antara *range* 1 hingga 100:

$$K1 = 1 - 24.99624719$$

$$K2 = 24.99624719 - 49.98999249$$

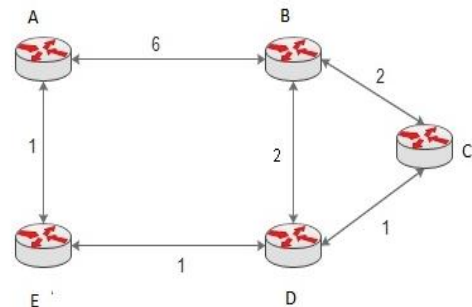
$$K3 = 49.98999249 - 74.99874906$$

$$K4 = 74.99874906 - 100$$

Langkah pertama kali dalam pencarian jalur tercepat menggunakan metode algoritma genetika adalah pembangkitan populasi untuk menghasilkan individu terbaik. Individu kemudian diseleksi dengan *roulette wheel* sampai kriteria minimum *fitness* tercapai yang akan dilanjutkan dengan pencarian kromosom dengan nilai *fitness* terkecil.

### 3.3 Waktu Tempuh Pengiriman Paket Data Dengan Metode Antrian

Pengambilan data awal *ping* pada jaringan fiber optik Unisma terhadap 5 buah simpul inti yaitu A, B, C, D dan E menggunakan metode antrian secara skematis dapat dilihat pada Gambar 5 dibawah ini. Garis dengan tanda panah bolak balik menunjukkan kedua simpul dapat berkomunikasi dua arah. Angka menunjukkan bobot waktu pengiriman paket data dari masing-masing arah.



Gambar 5. Bobot Simpul Jaringan Existing Unisma dengan metode Antrian



Deskripsi hasil pengukuran waktu tempuh pengiriman paket data antar simpul diatas menggunakan ping dalam satuan milidetik (ms) ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Waktu tempuh Ping antar simpul

Simpul Awal	Simpul Tujuan				
	A	B	C	D	E
	Ping(ms)	Ping(ms)	Ping(ms)	Ping(ms)	Ping(ms)
A	-	6	-	-	1
B	6	-	2	2	-
C	-	2	-	1	-
D	-	2	1	-	1
E	1	-	-	1	-

Pengukuran FTP juga dilakukan pada simpul-simpul seperti diagram jaringan backbone sebelumnya dengan melakukan pengiriman data sebesar 164 MB. Contoh tabulasi hasil pengukuran waktu tempuh pengiriman paket data dari simpul A ke simpul lainnya dalam satuan detik (s) ditunjukkan pada Tabel 4 dibawah ini:

Tabel 4. Waktu tempuh FTP dari Simpul A

Klien Simpul Tujuan	Klien simpul A	
	Rate KBps	Waktu Tempuh (s)
B	6998	23,0
C	10731	15,0
D	10731	15,0
E	10731	15,0

### 3.4 Optimasi Waktu Tempuh Pengiriman Paket Data Dengan Simulasi Algoritma Genetika

Berikut ini akan dibahas tentang hasil simulasi optimasi jaringan backbone fiber optik Unisma terhadap waktu tempuh pengiriman paket data dengan parameter data ping dan FTP.

#### 1. Pengujian Menggunakan Data Ping

Pengujian data ping menggunakan program visual studio yang dibangun sesuai dengan metode algoritma genetika. Hasil pengiriman paket data menggunakan ping dalam format yang ditunjukkan pada Tabel 5 dimana angka 9999 menunjukkan bahwa tidak terjadi koneksi fisik secara langsung atau hubungan pada simpul itu sendiri dan merupakan nilai maksimum kromosom.

Tabel 5. Simulasi Data ping dengan Metode Algoritma Genetika

Simpul	A	B	C	D	E
A	9999	6	9999	9999	1
B	6	9999	2	2	9999
C	9999	2	9999	1	9999
D	9999	2	1	9999	1
E	1	9999	9999	1	9999

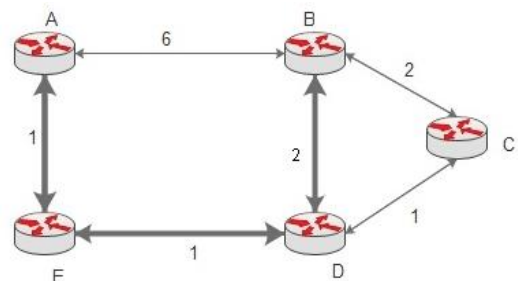
Pengujian dengan melakukan pengukuran pada simpul-simpul yang tidak terdapat hubungan fisik secara langsung dari satu simpul awal menuju empat simpul lainnya. Data hasil pengukuran ditunjukkan oleh peneliti pada Tabel 6 untuk contoh pengiriman paket data dari satu simpul awal A menuju simpul lainnya yang menghasilkan jalur tercepat dengan waktu tempuh terkecil.

Tabel 6 Ping time Simulasi Algoritma Genetika dari Simpul A

Simpul Awal A		
Simpul Tujuan	Time/ms	Path
B	4	A-E-D-B
C	3	A-E-D-C
D	2	A-E-D
E	1	A-E

#### 2. Gambar Optimasi Jalur Pengiriman Paket Data dengan metode Algoritma Genetika

Optimasi dilakukan dengan menghitung atau mencari bobot yang terendah dari jalur yang akan dilalui sehingga menimbulkan variasi beberapa jalur dengan nilai bobot terendah. Jalur yang telah dioptimasi dibedakan dengan garis panah 2 arah yang tebal. Jalur-jalur yang diberi garis panah tebal adalah jalur yang teroptimasi atau jalur yang dipilih oleh simulasi algoritma genetika sebagai jalur yang tercepat. Contoh hasil optimasi jalur dari simpul awal A menuju B ditunjukkan pada Gambar 6 berikut:



Gambar 6. Hasil Optimasi Jalur Simpul A ke B

Dari Gambar 6 diatas dapat terlihat bahwa pengiriman paket data dari simpul A ke B dimana pada jalur existing menggunakan metode antrian membutuhkan waktu 6 ms, setelah dioptimasi dalam

hal pemilihan jalur melalui metode algoritma genetika menghasilkan waktu tempuh 4 ms.

3. Pengujian menggunakan data FTP

Data *FTP* pada jaringan eksisting yang menggunakan metode antrian seperti yang telah ditabulasikan pada tabel 4 diatas digunakan sebagai data perbandingan terhadap data hasil simulasi dengan algoritma genetika dengan tujuan mencari jalur tercepat.

Data pengukuran *FTP* didapatkan dari pengolahan data *ping* menggunakan simulasi metode algoritma genetika, kemudian dilakukan perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut (Clark, M. P., 2003):

$$Max\ throughput = (64000*8) / ping\ time \quad (4)$$

Setelah didapatkan *max throughput* kemudian dilakukan proses berikutnya yaitu membagi besaran file yang dijadikan acuan yaitu sebesar 164 MB dengan *max throughput* untuk mendapatkan waktu tempuh pengiriman paket data menuju simpul tujuan.

$$Waktu\ tempuh\ (t) = acuan\ besaran\ file / max\ throughput \quad (5)$$

Tabel 7 menunjukkan hasil pengujian *FTP* pada simpul A pada jaringan backbone fiber optik Unisma yang telah dioptimasi menggunakan algoritma genetika:

Tabel 7. Hasil Simulasi *FTP* Algoritma Genetika Simpul A

Simpul Tujuan	Simpul Awal A	
	Rate Kbps	Waktu Tempuh (s)
B	12800	13,0
C	17066	9,7
D	25600	6,4
E	51200	3,2

3.5 Perbandingan Waktu Tempuh Pengiriman Paket Data Pada Jaringan Eksisting dan Setelah Optimasi Dengan Algoritma Genetika

Perbandingan pada masing-masing simpul berupa selisih waktu tempuh pengiriman paket data menunjukkan hasil optimasi dengan algoritma genetika menghasilkan waktu yang lebih cepat. Tabel 8 menunjukkan perbandingan waktu tempuh pengiriman dari simpul A pada jaringan eksisting dengan simulasi menggunakan algoritma genetika.

Tabel 8. Perbandingan Waktu Tempuh Paket Data dari Simpul Awal A

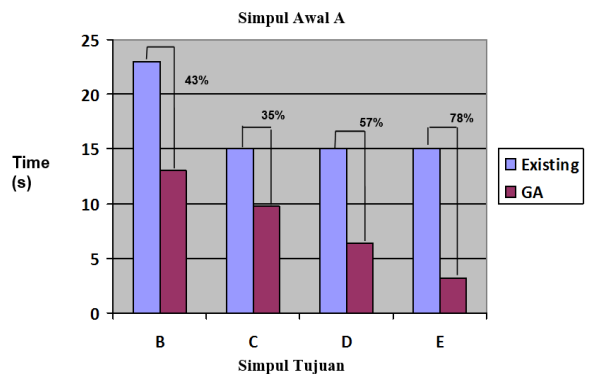
Simpul Tujuan	Simpul Awal A		Selisih waktu ( $\Delta$ time/s)
	Existing	Optimasi	
B	23	13	10
C	15	9.7	5.3
D	15	6.4	8.6
E	15	3.2	11.8

Sementara tabel 9 menunjukkan perbandingan *data rate* pengiriman dari simpul A jaringan eksisting dengan simulasi menggunakan algoritma genetika.

Tabel 9. Perbandingan *Data rate* dari Simpul Awal A

Simpul Tujuan	Simpul Awal A		Selisih data rate ( $\Delta$ Kbps)
	Existing	Optimasi	
B	6998	12800	5802
C	10731	17066	6335
D	10731	25600	14869
E	10731	51200	40469

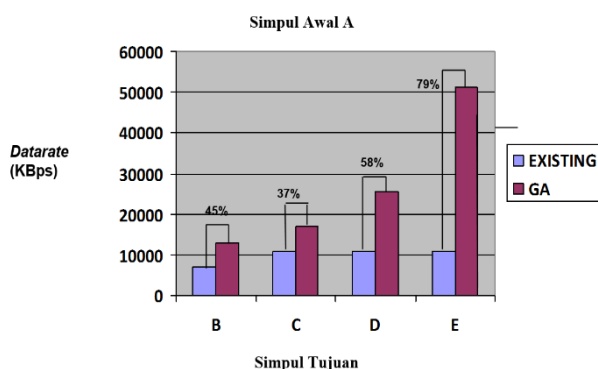
Pada gambar 7, dibuat grafik perbandingan antara jaringan *existing* dengan jaringan optimasi pada salah satu simpul yaitu simpul A. Hasil perhitungan waktu tempuh pengiriman paket data yang sama sebesar 164 MB dari simpul A menuju beberapa simpul tujuan, jika dibandingkan tampak bahwa hasil simulasi dengan metode algoritma genetika menunjukkan waktu tempuh yang lebih cepat dari waktu tempuh pengiriman paket data pada jaringan eksisting. Rerata penurunan waktu tempuh setelah dilakukan optimasi sebesar 8 ms atau mencapai hingga 53.5% jika dibandingkan dengan awal sebesar 17 ms.



Gambar 7. Grafik Selisih Waktu Tempuh Pengiriman Paket Data dari Simpul A pada Jaringan

*Existing* dibandingkan dengan Setelah Dioptimasi Menggunakan Algoritma Genetika

Sementara pada gambar 8 dibuat grafik untuk perbandingan *data rate/bitrate* dimana simulasi menggunakan algoritma genetika menunjukkan angka yang besar. Hal ini berpengaruh pada waktu tempuh pengiriman paket data yang dapat dilewatkan karena semakin besar *data rate* maka semakin cepat waktu tempuh pengiriman paket data menuju simpul tujuan. Rerata peningkatan *data rate* setelah dilakukan optimasi mencapai 26.666 *KBps* atau 54.75% dibandingkan dengan awal sebesar 9,797 *KBps*.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Rate/*data rate* Pengiriman Paket Data dari Simpul A pada Jaringan *Existing* dibandingkan dengan Setelah Dioptimasi Menggunakan Algoritma Genetika

Penelitian ini membuktikan bahwa metode algoritma genetika dapat mengoptimasi kinerja jaringan *backbone* serat optik di Unisma yang ditunjukkan dengan hasil waktu pengiriman paket data yang lebih cepat melalui pemilihan jalur tercepat jika dibandingkan dengan jaringan *existing* yang menggunakan metode antrian.

Beberapa saran terkait optimasi kinerja jaringan menggunakan algoritma genetika adalah sebaiknya digunakan pada jaringan skala besar dengan *traffic* data yang padat, jaringan *backbone* sebaiknya menggunakan topologi *star* serta *routing* dinamis. Namun konsekuensinya adalah investasi dan biaya yang lebih tinggi.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan dengan membandingkan antara metode antrian dengan algoritma genetika dapat disimpulkan bahwa proses optimasi mampu meningkatkan kecepatan pengiriman paket data pada jaringan *backbone* serat optik Unisma. Optimasi dengan algoritma genetika mampu menurunkan waktu tempuh dan meningkatkan *data rate* serta dapat digunakan untuk mencari jalur tercepat dalam pengiriman paket data.

#### DAFTAR PUSTAKA

- ABUIZIAH, I. & SHAKARNEH, N. 2013. A Review of Genetic Algorithm Optimization: Operations and Applications to Water Pipeline Systems. *International Journal of Mathematical, Computational, Physical, Electrical and Computer Engineering Vol:7, No:12, 2013.p1782-88*
- ANDERSON, J. Q., BOYLES, J. L. & RAINIE, L. 2012. The future impact of the Internet on higher education: Experts expect more-efficient collaborative environments and new grading schemes; they worry about massive online courses, the shift away from on-campus life, cited on October 2015; <http://www.pewinternet.org/topics/Future-of-the-internet.aspx>, and <http://www.imagingtheinternet.org>.
- BISHT, N. & SINGH, S. 2015. Analytical Study Of Different Network Topologies. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, e-ISSN: 2395-0056 Volume: 02 Issue: 01, Mar-2015, p88-90
- BONAVENTURE, O. 2011. *Computer Networking: Principles, Protocols and Practice*. Saylor Foundation, URL: <http://www.saylor.org/courses/cs402/>
- CLARK, M. P. 2003. *Data Networks, IP and the Internet Protocols, Design and Operation*. John Wiley & Sons, Ltd ISBN: 0-470-84856-1
- DUCK, M. & READ, R. 2003. *Data Communications and Computer Networks for Computer Scientists and Engineers*. Second edition, Pearson Education Limited 1996, 2003
- KHANDELWAL, G., PRASANNA, G. & HOTA, C. 2011. Probabilistic Routing Using Queuing Theory For Manets. *International Journal of Wireless & Mobile Networks (IJWMN)*, 3, 144-157
- KUMAR, D. R. & KUMAR, M. 2010. Exploring Genetic Algorithm for Shortest Path Optimization in Data Networks. *Global Journal of Computer Science and Technology*, Vol. 10 Issue 11 (Ver. 1.0), p 8-12
- KUMAR, R. & KUMAR, M. 2012. Reliable and Efficient Routing Using Adaptive Genetic Algorithm in Packet Switched Networks, *International Journal of Computer Science Issues*, Vol. 9, Issue 1, No 3, p168-73, ISSN (Online): 1694-0814 [www.IJCSI.org](http://www.IJCSI.org)
- Lin, X-H et al. 2002. A Genetic Algorithm Based Approach To Route Selection And Capacity Flow Assignment. *Computer*



*Communications* 26 (2003) 961–974  
Elsevier Inc.

SENIOR, J.M., 2008. *Optical Fiber Communications, Principles Dan Practice*, third edition. Pearson Education Limited 2009, ISBN: 978-0-13-032681-2