

PENGARUH PERUBAHAN FAKTOR PENALTI (α) PADA QoS ROUTING JARINGAN IP MENGGUNAKAN DYNAMIC PENALTY FUNCTION METHOD

Hari Kurnia Safitri¹

Abstrak

QoS routing adalah kemampuan jaringan untuk memberikan layanan yang lebih baik untuk trafik jaringan yang dipilih melalui berbagai macam teknologi. *QoS* jaringan dikatakan baik jika waktu yang digunakan untuk mengirimkan data dari sumber ke penerima sekecil mungkin dengan *bandwidth* yang besar. Dengan meningkatnya kebutuhan pengguna seperti program *chatting*, *video conference*, *social networking*, dan sebagainya memberikan banyak tantangan kepada para perancang jaringan, yaitu bagaimana memenuhi kualitas layanan (*Quality of Service/QoS*) dari jaringan tersebut, yaitu bagaimana mengatur *bandwidth* dan *delay* yang pendek, serta *packet loss* yang rendah dalam rangka memperbaiki kualitas penerimaan.

Penelitian ini akan membahas perubahan nilai faktor penalti (α) terhadap *QoS routing* pada jaringan IP dengan menggunakan *dynamic penalty function method*, topologi jaringan yang akan diteliti adalah topologi *mesh* dengan 8 node, dengan fungsi kendala batasan *bandwidth* adalah 1 Mbps. Diharapkan dengan adanya perubahan nilai faktor penalti (α) pada maka *QoS routing* jaringan akan semakin baik.

Dari hasil penelitian **perubahan nilai faktor penalti (α) pada *routing* jaringan**, total waktu pengiriman data dari node sumber ke node penerima juga akan berubah. Hasil yang didapatkan dengan merubah **faktor penalti(α) dari 0,5;1;2;2,5**, nilai faktor penalti 1 memiliki nilai *fitness* yang optimum dan waktu pengiriman data yang optimum, serta waktu untuk konvergen juga semakin cepat.

Kata-kata kunci: faktor penalti, *quality of service*, *routing*, *dynamic penalty function*

¹*Hari Kurnia S. Program Studi Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Kota Malang.*

Abstract

QoS routing is the ability of a network to provide better service to selected network traffic over various technologies. QoS networks are said to be good if the time is used to transmit data from the source to the receiver as small as possible with a large bandwidth. With the increasing needs of users such as chat programs, video conferencing, social networking, and so provide many challenges to the network designers, namely how to meet quality of service (Quality of Service/ QoS) of the network, ie how to set the bandwidth and short delay, as well as low packet loss in order to improve the reception quality.

This research will discuss the changes in the value of the penalty factor (α) to QoS routing in an IP network using dynamic function penalty method, the network topology to be studied is a mesh topology with 8 nodes, with the bandwidth constraint is 1 Mbps. Hopefully, by the change in the value of the penalty factor (α) on the QoS routing network, the better.

By changing the value of penalty factor (α) in the routing network in this research, the total time of data transmission from the source node to the receiving node is will be changing. The result obtained by changing the penalty factor (α) of 0.5, 1, 2, 2.5, the value of the penalty factor 1 has the optimum fitness value and optimum data transmission time, and the time to converge faster.

Keywords: *penalty factor, quality of service, routing, dynamic penalty function*

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan pengguna terhadap layanan data internet yang semakin meningkat sehingga kondisi tersebut menyebabkan sebuah network yang besar akan dibagi menjadi network-network yang lebih kecil (disebut dengan network segmentatino) untuk meningkatkan unjuk kerja suatu jaringan. Sebuah network yang besar cenderung melambat kecepatan datanya akibat trafik terlalu padat sehingga terjadi kemacetan. Penyebab terjadinya kemacetan di jaringan karena terlalu banyak host, broadcast, dan bandwidth yang kecil.

Routing adalah proses pengiriman paket data melalui path dalam jaringan dari sumber ke tujuan melalui sebuah protokol. Aliran trafik dirutekan melalui path yang terpendek, pemecahan aliran pada node dengan beberapa link dengan path terpendek

menuju node tujuan. Sehingga routing dikatakan baik jika proses pengiriman paket data dilakukan dengan rute terpendek dan dalam waktu yang sesingkat mungkin (delay yang pendek).

Dalam jaringan internet, QoS routing adalah proses pemilihan path yang digunakan oleh aliran paket data berdasarkan kebutuhan QoS yaitu bandwidth dan delay[5]. Dalam mendesain layanan salah satu hal yang umum dilakukan adalah bagaimana mengidentifikasi rute yang mungkin dan mengoptimalkan sumber daya jaringan, dengan menerapkan algoritma routing dan membuat batasan-batasan (fungsi kendala) yang diperlukan dalam jaringan.

Pada jaringan internet, path length merupakan penjumlahan bobot dari link pada path tersebut, dengan semakin meningkatnya bobot pada path akan muncul masalah kemacetan (congesty) pada jaringan, sehingga delay routing akan semakin besar. Untuk meminimalkan kemacetan pada jaringan, digunakan algoritma genetik pada proses routingnya dan untuk menyelesaikan masalah yang memiliki fungsi kendala dapat diselesaikan dengan menambahkan fungsi penalti.

Berdasarkan uraian di atas, maka pada penelitian ini akan membahas perubahan nilai faktor penalti (α) pada QoS routing jaringan IP dengan menggunakan dynamic penalty function method.. Parameter QoS yang diteliti adalah total waktu pengiriman paket data dari sumber ke penerima, serta path/rute optimum mana yang dipilih untuk melewati paket data tersebut. Diharapkan dengan adanya perubahan nilai probabilitas mutasi pada QoS routing jaringan IP dengan menggunakan dynamic penalty function method, maka total waktu pengiriman paket data dari sumber ke penerima akan semakin kecil dan akan didapatkan path/rute yang optimum.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 QoS Routing

QoS routing adalah kemampuan jaringan untuk memberikan layanan yang lebih baik untuk trafik jaringan yang dipilih melalui berbagai macam teknologi. Tujuan utama *QoS routing* adalah untuk menyediakan prioritas untuk aplikasi yang berbeda, *user* yang berbeda atau perbedaan aliran data, serta untuk menjamin

unjuk kerja aliran data pada level yang diinginkan. Seperti kebutuhan *bandwidth*, *jitter*, *delay* dan *packet loss* pada jaringan *internet*.

Ukuran/satuan yang digunakan untuk menentukan *QoS* adalah *metric*. Pada algoritma *routing* semakin kecil nilai dari *metric* maka semakin bagus *path*/jalur yang ditempuh. Ada beberapa *metric* yang digunakan pada *path/link* jaringan, yaitu *additive metric*, *multiplication metric*, dan *concave metric*. Pada penelitian ini *metric* yang digunakan adalah *additive metric*, yaitu *delay (latency)*. *Latency* dipengaruhi oleh waktu transmisi, waktu propagasi dan *node delay*.

2.2 Routing

Routing adalah sebuah proses untuk meneruskan paket-paket jaringan dari satu jaringan ke jaringan lain melalui sebuah *internetwork* dengan nilai *cost* yang minimal. *Routing* merupakan fungsi yang bertanggung jawab membawa data melewati sekumpulan jaringan dengan cara memilih jalur terbaik untuk dilewati data. Tugas *routing* akan dilakukan *device* jaringan yang disebut sebagai *router*.

Ada dua hal penting dalam *routing* yaitu protokol *routing* dan algoritma *routing*. Protokol *routing* digunakan untuk memfasilitasi pertukaran informasi *routing* antar *router*. Protokol *routing* memungkinkan *router* untuk secara dinamis berbagi informasi tentang jaringan *remote* dan secara otomatis menambahkan informasi ini ke tabel *routing* mereka sendiri. Protokol *routing* menentukan jalur terbaik ke setiap jaringan yang kemudian ditambahkan ke tabel *routing*.

Algoritma *routing* adalah bagian algoritma dari perangkat lunak *network layer* yang bertanggung jawab untuk menentukan jalur mana yang menjadi jalur transmisi paket. Algoritma *routing* harus dapat menyesuaikan diri atau bertahan terhadap perubahan-perubahan dalam topologi dan lalu lintas data.

2.3 Dynamic Penalty Function

Algoritma genetik merupakan metode *adaptive* yang bisa digunakan untuk memecahkan suatu pencarian nilai dalam sebuah masalah optimasi.

Algoritma genetik ditemukan oleh John Holland pada awal tahun 1970 yang dilandasi oleh sifat-sifat evolusi alam. Holland percaya bahwa ini sangat cocok digabungkan dalam sebuah algoritma komputer, menghasilkan sebuah teknik penyelesaian permasalahan-permasalahan yang sulit dengan langkah alamiah yaitu melalui evolusi. John Holland mulai bekerja dengan algoritma yang dibentuk dengan string-string biner 1 dan 0 yang disebut *kromosom*. Seperti halnya alam, algoritma ini menyelesaikan permasalahan-permasalahan dengan menemukan kromosom-kromosom yang baik dengan memanipulasi materi dan sifat (*gene*) kromosom-kromosom. Algoritma ini mengetahui tipe permasalahan yang akan diselesaikan. Hanya informasi yang telah diberikan dari *evaluasi* berupa nilai *fitness* setiap kromosom yang dihasilkan digunakan untuk seleksi kromosom sehingga kromosom dengan nilai *fitness* terbaik yang bertahan hidup dan selalu diproduksi.

Pada umumnya algoritma genetic akan melalui suatu siklus yang terdiri dari 4 fase, yaitu:

1. Membangun sebuah populasi yang terdiri dari kromosom-kromosom.
2. Mengevaluasi masing-masing kromosom
3. Proses seleksi agar didapat kromosom yang terbaik.
4. Manipulasi genetic untuk menciptakan populasi baru dari kromosom-kromosom.

Mekanisme kerja algoritma genetik sangat sederhana yaitu melibatkan penyalinan string dan pertukaran bagian string. Siklus perkembangbiakan algoritma genetic diawali dengan pembuatan himpunan solusi secara random dinamakan populasi, dimana di dalamnya terdapat individu-individu yang dinamakan kromosom. Kromosom ini secara lambat laun mengalami iterasi pemilihan dalam sebuah generasi. Selama dalam sebuah generasi, kromosom ini dievaluasi, dengan menggunakan rumus-rumus yang ada dalam fungsi fitness. Untuk menciptakan generasi berikutnya dengan kromosom yang baru (dinamakan keturunan/*offspring*) dapat dilakukan dengan menggabungkan dua kromosom yang telah didapat sebelumnya dengan menggunakan operator pindah silang (*crossover*) ataupun dengan modifikasi

sebuah kromosom dengan operator mutasi. Sebuah generasi baru sebelum dievaluasi lagi, maka dia akan melalui proses seleksi berdasarkan fungsi fitnessnya. Dari seleksi ini, kromosom-kromosom yang paling bagus mempunyai kemungkinan besar untuk terseleksi. Setelah beberapa generasi, algoritma akan mengalami konvergen pada sejumlah kromosom terbaik, yang memiliki nilai optimum dari permasalahan yang diselesaikan.

Karena operasi algoritma genetik digunakan untuk memanipulasi genome dari populasi adalah acak, aplikasi algoritma genetik terbatas pada optimasi yang menghasilkan solusi yang tak layak. Hal ini dapat diselesaikan dengan mencegah beberapa solusi dari populasi yang masuk dengan memperbaiki *offspring* yang tidak layak. Pendekatannya dengan menggunakan *penalty function method*.

Penalty function method merupakan metode yang digunakan untuk menyelesaikan optimasi kendala. Secara umum pendekatan *penalty function* adalah sebagai berikut :

$$\phi(x) = f(x) + \left[\sum_{i=1}^n r_i \times G_i + \sum_{j=1}^p c_j \times L_j \right] \quad (1)$$

dengan $\phi(x)$ adalah fungsi objektive baru yang akan dioptimasi, G_i dan L_j adalah fungsi yang memiliki kendala g_i dan h_i , r_i dan c_j konstanta yang bernilai positif yang dikenal sebagai *penalty factor*.

$$G_i = \max \{0, g_i(x)\}^\beta \quad (2)$$

$$L_j = |h_j(x)|^\gamma \quad (3)$$

Dengan nilai β dan γ adalah 1 atau 2.

Penalty function dapat menangani kendala-kendala yang memiliki kesetaraan dan ketidaksetaraan, dan bentuk pendekatan normal dinyatakan dalam bentuk persamaan (4)

$$|h_j(x)|, \quad \varepsilon \ll \alpha \quad (4)$$

Nilai ε dapat diabaikan karena nilainya kecil sekali.

Pada *dynamic penalty function*, akan dipertimbangkan *fungsi penalti* dimana jumlah generasi sekarang terlibat dalam

perhitungan pada *fungsi penalti* yang berhubungan (biasanya *fungsi penalti* didefinisikan sedemikian rupa sehingga akan meningkat selama waktu generasi).

Pendekatan *dynamic penalty* pada generai t adalah sebagai berikut :

$$fitness(x) = f(x) + (C \times t)^{\alpha} \times SVC(\beta, x) \quad (5)$$

Dengan C, α, β adalah konstanta yang ditentukan oleh *user* (Joines dan Houck(1994) menggunakan $C = 0,5, \alpha = 1$ atau 2 , dan $\beta = 1$)

$$SVC(\beta, x) = \sum_{i=1}^n D_i^{\beta}(x) + \sum_{j=1}^p D_j(x) \quad (6)$$

$$D_i = \begin{cases} 0 & g_i(x) \leq 0 & 1 \leq i \leq n \\ |g_i(x)| & otherwise \end{cases} \quad (7)$$

$$D_j(x) = \begin{cases} 0 & -n \leq h_j(x) \leq n & 1 \leq i \leq p \\ |h_j(x)| & otherwise \end{cases} \quad (8)$$

3. METODE

Metodologi penelitian menjelaskan tentang tahapan keseluruhan solusi permasalahan penelitian yang diungkapkan dalam bentuk diagram alir dan algoritma. Diagram alir untuk solusi permasalahan pada penelian ini terdapat pada Gambar 1.

Solusi permasalahan diawali dengan pengukuran parameter masukan untuk penentuan waktu transmisi, waktu propagasi dan delay node pada jaringan dengan skenario yang telah ditentukan sebelum dilakukan pengujian performansi QoS *routing dynamic penalty function method* pada jaringan.

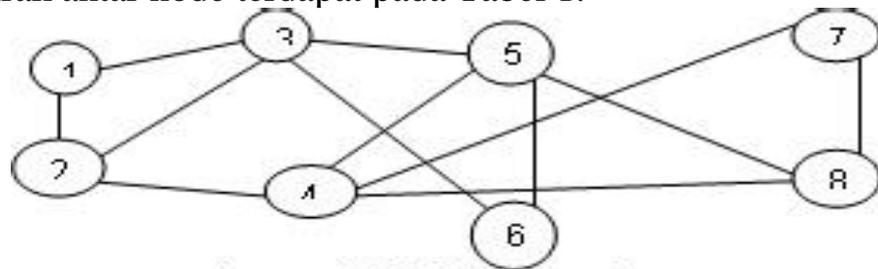
Pengujian dilakukan dengan simulasi QoS routing menggunakan *dynamic penalty function method* karena software jaringan komputer tidak memungkinkan untuk diaplikasikan *dynamic penalty function method*. Pengujian meliputi perhitungan waktu pengiriman data dari path/rute optimum yang terpilih, perhitungan fitness dan rata-rata fitness, dan rute/path terpilih pada jaringan dengan *dynamic penalty function method*. Hasil pengujian dengan simulasi dilakukan untuk menganalisis QoS berdasarkan parameter yang dibutuhkan.



Gambar 1. Diagram Alir Solusi Permasalahan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini jaringan yang akan diteliti mempunyai topologi mesh dengan 8 node yang sudah ditentukan link dan jaraknya. Media transmisi yang digunakan adalah fiber optik dengan kecepatan media transmisi adalah $2 \cdot 10^8$ m/s. Ilustrasi topologi jaringan yang akan diteliti ditunjukkan pada Gambar 2, dan jarak antar node terdapat pada Tabel 1.



Gambar 2. Ilustrasi Topologi Jaringan

Tabel 1. Jarak Antar Node Pada Jaringan

Link	Jarak (m)
1 - 2	35
1 - 3	70
2 - 3	40
2 - 4	70
3 - 5	70
3 - 6	60
4 - 5	35
4 - 7	90

4 - 8	75
5 - 6	45
5 - 8	75
7 - 8	40

Sedangkan *throughput* pada masing-masing link (sesuai dengan skenario yaitu dengan batasan *bandwidth* yang diinginkan adalah 1Mbps, atau volume data yang dilewatkan adalah 1MB) ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Througput Antar Node

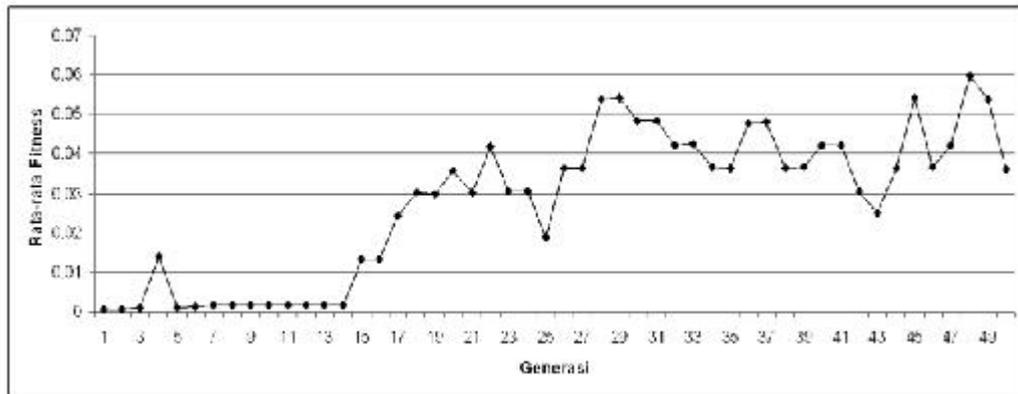
Volume Data (MB)	Link	Bandwidth (Mbps)	Throughput (kbps)
Pada Kondisi Jaringan Sibuk (08.00 – 13.00)			
1	1 - 2	1 Mbps	529,10
	1 - 3		490,47
	2 - 3		490,47
	2 - 4		538,38
	3 - 5		490,47
	3 - 6		568,03
	4 - 5		483,03
	4 - 7		568,03
	4 - 8		483,03
	5 - 6		483,03
	5 - 8		508,72
7 - 8	538,38		

Proses selanjutnya adalah proses algoritma *routing* dengan *dynamic penalty function method*, prosesnya adalah sebagai berikut :

- **Pengkodean**, pengkodean yang digunakan adalah variabel *string* yang dinyatakan dalam bentuk bilangan *integer* (urutan dari *node*), dengan fungsi kendala adalah bahwa $Bandwidth \geq throughput\ link$. Pada penelitian ini menggunakan 8 node, $bandwidth = 1Mbps$.
- **Penentuan jumlah populasi dan jumlah generasi**, jumlah populasi 10 dan jumlah generasi 50.
- **Reproduksi/seleksi**, seleksi yang digunakan adalah *roulette wheel*.
- **Crossover**, *crossover* yang digunakan adalah *one point crossover* dengan probabilitas *crossover* yang digunakan adalah 90%.
- **Mutasi**, pada proses mutasi probabilitas mutasi yang digunakan adalah 1%.

- **Faktor penalti**, parameter untuk faktor penalti adalah $C = 0,5$;
 $\alpha = 0,5; 1; 2; 2,5; \beta = 1$. Dalam hal ini perubahan nilai α yang akan diteliti.

Simulasi untuk QoS routing ini menggunakan software DELPHI, dengan hasil simulasi ditunjukkan pada Gambar 3, 4, 5, dan 6.



Gambar 3. Grafik fungsi rata-rata *fitness* – generasi
Pada kondisi jaringan dengan $pm=1\%$, $c=0,5$; $\alpha=0,5$; $\beta= 1$

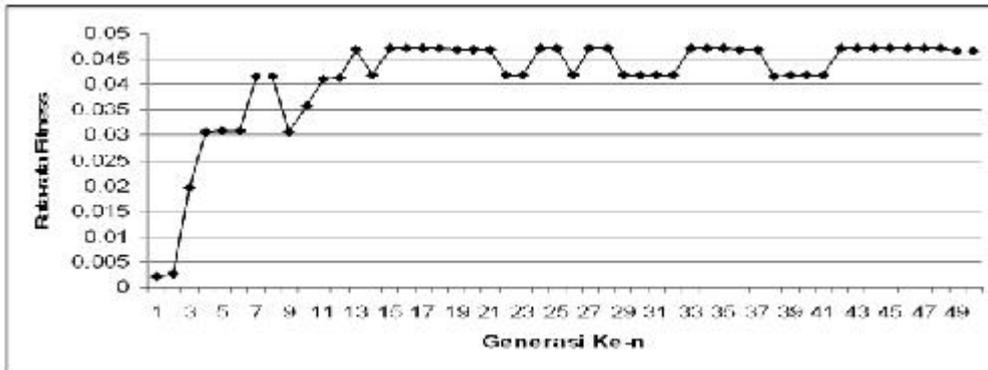
Pada gambar 3 terlihat bahwa rata-rata *fitness* tertinggi adalah 0.059 dan terjadi pada generasi ke-48. Rata-rata *fitness* dari generasi ke-1 sampai ke -50 tidak pernah mencapai konvergensi, sehingga pada kondisi pengaturan parameter $\alpha=0,5$ tidak bisa digunakan sebagai alternatif solusi, karena nilai rata-rata *fitness* tidak pernah konvergen.

Pada gambar 4 terlihat bahwa dengan dirubahnya nilai $\alpha=1$, rata-rata fungsi *fitness* mencapai konvergen mulai generasi ke-41 sampai ke-50, dengan nilai rata-rata *fitness*nya adalah 0,0478, waktu total adalah 16,239 detik dan jalur yang terpilih adalah 1-2-3-5-4-7-8.

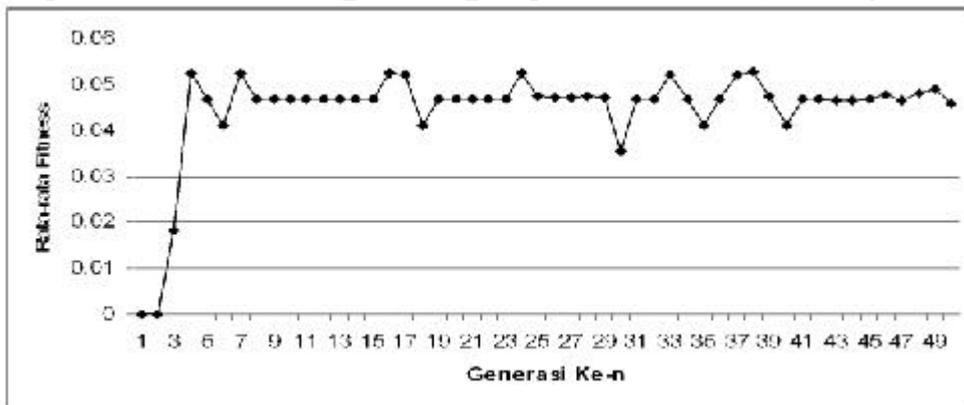
Pada gambar 5 terlihat bahwa dengan dirubahnya nilai $\alpha=2$, rata-rata fungsi *fitness* mencapai konvergen mulai generasi ke-42 sampai ke-50, dengan nilai rata-rata *fitness*nya adalah 0,0482, waktu total adalah 16,366 detik dan jalur yang terpilih adalah 1-3-6-5-8.

Pada gambar 6 terlihat bahwa rata-rata *fitness* tertinggi adalah 0.0524 dan terjadi pada generasi ke-17. Rata-rata *fitness* dari

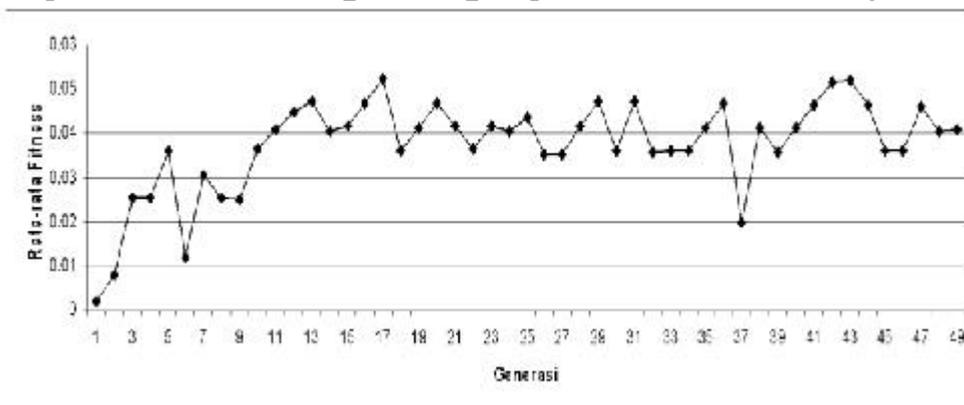
generasi ke-1 sampai ke-50 tidak pernah mencapai konvergensi, sehingga pada kondisi pengaturan parameter $\alpha=2,5$ tidak bisa digunakan sebagai alternatif solusi, karena nilai rata-rata *fitness* tidak pernah konvergen.



Gambar 4. Grafik Fungsi Rata-Rata *Fitness* – Generasi pada Kondisi Jaringan dengan $pm=1\%$, $c=0,5$; $\alpha=1$; $\beta=1$



Gambar 5. Grafik Fungsi Rata-Rata *Fitness* – Generasi pada Kondisi Jaringan dengan $pm=1\%$, $c=0,5$; $\alpha=2$; $\beta=1$



Gambar 6. Grafik Fungsi Rata-Rata *Fitness* – Generasi pada Kondisi Jaringan dengan $pm=1\%$, $c=0,5$; $\alpha=2,5$; $\beta=1$

5. PENUTUP

Dari hasil keseluruhan proses penelitian ini perubahan nilai faktor penalty (α), mempengaruhi nilai rata-rata fitness, waktu konvergensi dan total waktu pengiriman data pada proses routing dari jaringan IP menggunakan *dynamic penalty function method*. Dengan perubahan yang dilakukan mulai dari nilai $\alpha=0,5;1;2;2,5$, didapatkan nilai rata-rata *fitness* yang optimum dan kondisi konvergen jaringan serta waktu total pengiriman data optimum didapatkan pada nilai faktor penalti $\alpha=1$.

Routing dengan menggunakan *dynamic penalty function method* digunakan sebagai salah satu studi atau referensi perbandingan dengan algoritma routing yang lain, karena tidak bisa secara langsung dapat diimplementasikan pada jaringan riil, karena untuk mengimplementasikannya membutuhkan syarat-syarat tertentu.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Cauvery,N dan Viswanatha,K V. 2009. *Routing in Dynamic Network Using Ant and Genetic Algorithm*. International Journal of Computer Science and Network Security (Vol. 9, No. 3, March 2009).
- Chitra dan Subbaraj. 2010. *A Nondominate Sorting Genetic Algorith for Short Path Routing Problem*. International Journal of Electrical and Computer Engineering. 5 :
- Coello, Carlos A, 2007. *Constraint – Handling Techniques used with Evolutionary Algorithm*. CINVENTAV-IPN (EVOCINV). San Pedro Zacatenco.
- Leela,R dan Selvakumar,S. 2009. *QoS Routing Using Genetic Algorithm*. International Journal Computer and Electrical Engineering (Vol.1. No. 3, August 2009).
- Nagib, G dan Ali, W G. 2010. *Network Routing Protocol Using Genetic Algorithm*. International Journal of Electrical and Computer Science. Vol.10. No.
- Nair, FRG dan Sooda,K. 2009. *Comparison of Genetic Algorithm and Simulated Annealing Technique for Optimal Path Selection in Network Routing*. (NCVN-09 9th and 10th, October 2009).