
WAKTU TUNDA VERSUS LOSS PADA MIRA DAN LMIR DALAM MENGHADAPI KONGESTI PADA JARINGAN MPLS

Muhammad Said

Jurusan Teknik Elektro Universitas Khairun, Ternate

dias_dammahum@yahoo.com.sg

Abstrak

Adanya peningkatan kebutuhan kapasitas internet mendorong setiap provider berusaha untuk memaksimalkan resource jaringan yang telah tersedia. Multi Protocol Label Switching (MPLS) memberikan unjuk kerja yang baik dalam hal pengiriman paket, karena MPLS memiliki mekanisme label switching yang mempercepat waktu forwarding paket menuju ke hop selanjutnya. Pemilihan routing yang tepat dapat mempengaruhi peningkatan kinerja MPLS. Minimum Interference Routing Algorithm (MIRA) dan Light Minimum Interference Routing (LMIR) adalah algoritma routing yang digunakan untuk menyeimbangkan penggunaan resource pada jaringan MPLS dengan cara mencari jalur alternatif dengan interferensi seminimal mungkin. Interferensi yang dimaksud disini adalah berkurangnya kapasitas maksimum dari suatu link akibat adanya Label Switched Path (LSP) yang menggunakan link tersebut. Algoritma MIRA bekerja dengan mencari nilai maximum flow, sedangkan LMIR bekerja dengan mencari lowest capacities.

Penelitian ini mensimulasikan unjuk kerja MIRA dan LMIR dalam menghadapi kongesti pada jaringan MPLS. Adapun parameter yang diuji adalah waktu tunda dan loss serta hubungan antara loss dan waktu tunda untuk ukuran paket 128 hingga 262144 byte.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa algoritma LMIR mempunyai loss yang lebih kecil dibandingkan dengan algoritma MIRA. Meskipun demikian, waktu tunda algoritma MIRA lebih kecil daripada algoritma LMIR.

Kata Kunci : *Minimum Interference, Maximum Flow, Lowest Capacities*

I. PENDAHULUAN

Kongesti pada suatu jaringan merupakan masalah yang sering terjadi, meskipun kapasitas link dari suatu jaringan tersebut diperbesar. Penggunaan algoritma *routing* tradisional yang berbasis pada jarak terpendek membuat suatu link lebih cepat terbebani. Karena itu digunakan suatu alternatif algoritma baru, diantaranya *Minimum Interference Routing Algorithm* (MIRA) dan *Light Minimum Interference Routing* (LMIR). MIRA berupaya mencari

jalur dengan pengurangan maximum flow terkecil untuk suatu permintaan bandwidth antara pasangan *source destination* (SD) sedangkan LMIR mencari jalur dengan *lowest capacities* antara pasangan *source destination*.

Penelitian yang telah dilakukan terkait kedua algoritma tersebut antara lain oleh E. Salvadori, R. Battiti and F. Ardito ; G. B. Figueiredo., Nelson L. S. da Fonseca, and Jose A. Suruagy Monteiro; R

Kodialam, M.S., Kar, Koushic., Lakhsman, T.V.

Makalah ini membandingkan performansi algoritma MIRA dan LMIR dalam menghadapi kongesti pada jaringan MPLS dengan menggunakan paramater yaitu waktu tunda dan Loss untuk ukuran paket 128 hingga 262144 bytes. Selain itu rekomendasi sebagai kesimpulan analisa juga akan diberikan.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Algoritma Pemilihan Rute Pada MIRA

Prinsip algoritma MIRA dalam menentukan rute :

1. Menghitung kapasitas maksimum dari *source* dan *destination*
2. Menentukan *critical link*
3. Menghitung bobot untuk *link* yang ditemukan berdasarkan persamaan (1).
4. Hilangkan rute yang kapasitas sisanya lebih kecil dari ukuran trafik yang akan dilewatkan
5. Menghitung rute terpendek antar *source* dan *destination*.
6. Alirkan trafik melalui rute yang telah ditentukan dan kapasitas sisa dari masing-masing *link* di *update* kembali.

Langkah pertama dalam algoritma MIRA adalah mencari nilai *maximum flow* untuk suatu pasangan *source* dan *destination* dengan menggunakan algoritma *Ford*

Fulkerson. Hasil dari algoritma *Ford Fulkerson* berupa beberapa kemungkinan *path* antara *source* dan *destination* dengan nilai *maximum flow* untuk setiap kemungkinan *path* yang ada.

Untuk langkah berikutnya, MIRA akan mencari *critical link* dengan menggunakan algoritma BFS (*Breadth First Search*). Output dari algoritma BFS ini berupa *link-link* dengan nilai *flow* sama dengan nilai *maximum flow*.

Setelah menemukan *critical link*, kemudian dilakukan penghitungan bobot berdasarkan persamaan (1), dimana α_{sd} adalah bobot dari setiap *critical link*, sedangkan C_{sd} adalah kumpulan dari *critical link*. Semakin besar nilai bobot, maka akan semakin dihindari *link* tersebut

$$w(l) = \sum_{(s,d)l \in C_{sd}} \alpha_{sd} \quad (1)$$

Untuk langkah keempat, algoritma MIRA akan menghilangkan semua *link* dengan kapasitas sisa kurang dari *request* dengan tujuan untuk mengurangi kongesti pada jaringan.

Langkah berikutnya dalam algoritma MIRA adalah mencari rute terpendek antara *source* dan *destination*. Langkah ini dilakukan dengan menggunakan algoritma *Dijkstra* dimana bobot dari langkah ketiga digunakan sebagai pembeban.

Setelah menemukan rute terpendek, *source* akan mengalirkan *request* ke *destination* dan kemudian meng *update link* yang dilewati oleh *request* tersebut.

B. Algoritma Pemilihan Rute Pada LMIR

Prinsip algoritma LMIR dalam menentukan rute :

1. Mencari *path* dengan *lowest capacities*
2. Menghitung bobot untuk *link* yang telah ditemukan berdasarkan persamaan (2).
3. Menghilangkan *link* dengan sisa kapasitas lebih kecil dari ukuran trafik yang akan dilewatkan
4. Menghitung rute terpendek antar *source* dan *destination*
5. Mengalirkan trafik melalui rute yang telah ditentukan dan meng- *update* kapasitas sisa dari masing-masing link

Langkah pertama pada algoritma LMIR adalah mencari *path* dengan kapasitas terkecil antara *source* dan *destination* dengan menggunakan algoritma *Lowest Capacities* yang merupakan modifikasi dari algoritma *Dijkstra*.

Langkah berikutnya adalah menghitung nilai bobot *link* untuk *path* yang telah ditemukan. Bobot ini dihitung berdasarkan persamaan (2), dimana $c_r(u,v)$ adalah kapasitas sisa dari *link* (u,v) dan $f_G^{(s',d')}$ adalah trafik yang mengalir antara s' dan d' . Nilai bobot ini merupakan

penjumlahan dari perbandingan nilai *flow* yang mengalir dalam *critical link* dengan kapasitas sisa dari *link* tersebut. Semakin besar nilai perbandingan maka semakin besar nilai bobot yang dihasilkan.

$$w(u,v) = \sum_{(s',d') \in P} \frac{f_G^{(s',d')}}{c_r(u,v)}, (u,v) \in E_r \quad (2)$$

Untuk langkah ketiga, algoritma LMIR akan menghilangkan semua *link* dengan kapasitas sisa kurang dari *request*.

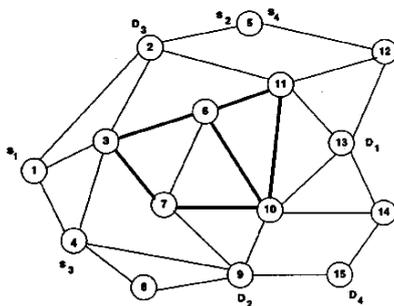
Langkah berikutnya adalah mencari rute terpendek antara *source* dan *destination* dengan menggunakan algoritma *Dijkstra*, dimana bobot dari langkah kedua digunakan sebagai pembeban.

Setelah menemukan rute terpendek, *source* akan mengalirkan *request* ke *destination* dan kemudian meng *update link* yang dilewati oleh *request* tersebut.

C. Topologi Yang Diteliti

Gambar 1 menunjukkan topologi yang digunakan dalam penelitian ini. *Link* bergaris tipis mempunyai kapasitas sebesar 12 unit dan yang tebal mempunyai kapasitas 48 unit. Setiap *link* merupakan *bidirectional* yang berarti setiap *link* mempunyai jalur yang berbeda dalam pengiriman dan penerimaan trafik. Pada simulasi ini kapasitas akan dikalikan 100 kb, sehingga kapasitas *link* bergaris tipis sebesar 1,2 Mb dan bergaris tebal sebesar 4,8 Mb.

Terdapat 4 pasang *source destination* (S,D) yaitu (S₁,D₁) terdapat pada node 1 dan 13, (S₂,D₂) pada node 5 dan 9, (S₃,D₃) terdapat pada node 4 dan 2, sedangkan pasangan (S₄,D₄) terdapat pada node 5 dan 15. Penelitian dilakukan hanya pada pasangan (S₁,D₁) dan yang lainnya sebagai *interference*.



Gambar 1. Topologi jaringan

Traffic Generator yang digunakan adalah Poisson yang berada pada node sumber 1, 4 dan 5. Sedangkan router 2, 9, 13 dan 15 sebagai penerima (*destination*).

III. PEMBAHASAN

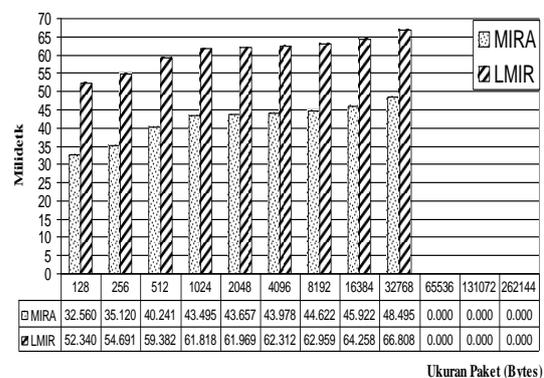
A. Hasil Simulasi Dan Pembahasan

Hasil simulasi membandingkan implementasi *Minimum Interference Routing Algorithm* (MIRA) dan *Light Minimum Interference Routing* (LMIR) pada LSR1 sebagai *source* dan LSR13 sebagai *destination*, pasangan *source destination* lainnya dianggap sebagai *interference*. Proses kedatangan *request* adalah *poisson* dengan ukuran paket 128, 256, 512, 1024, 2048, 4096, 8192, 16384,

32768, 65536, 131072, 262144 byte dan simulasi

B. Waktu Tunda

Waktu Tunda yang diukur pada pengujian ini merupakan rata-rata selisih waktu saat paket mulai ditransmisikan dari LSR1 sampai diterima oleh LSR13. Dari gambar 2 terlihat bahwa secara umum algoritma MIRA dan LMIR memiliki pola yang sama, dimana kedua algoritma tersebut memiliki waktu tunda yang cenderung bertambah seiring bertambahnya ukuran paket. Hal ini disebabkan oleh semakin besar ukuran paket yang dilewatkan maka antrian paket juga semakin padat sehingga diperlukan *update routing table* untuk tetap melewati paket tersebut menuju tujuan. MIRA memiliki waktu tunda yang paling singkat dibandingkan dengan LMIR. Hal ini disebabkan oleh adanya antrian, path yang dilewati dan kongesti yang terjadi pada jaringan.



Gambar 2. Perbandingan waktu tunda MIRA dan LMIR

Adanya antrian mengakibatkan paket yang dikirimkan harus menunggu hingga paket sebelumnya terkirim. Terjadinya kongesti pada jaringan menyebabkan paket mencari jalur alternatif untuk sampai ke tujuan berdasarkan algoritma masing-masing. Proses pencarian jalur alternatif ini tentunya membutuhkan waktu sehingga akan menambah waktu tunda. Penggunaan jalur alternatif juga mengakibatkan penambahan waktu tunda karena jalur alternatif yang digunakan belum tentu lintasan terpendek sehingga waktu yang dibutuhkan oleh setiap paket untuk sampai di tujuan akan bertambah, semakin banyak jalur yang dilewati maka semakin lama pula paket tersebut untuk tiba di tujuan.

Dari tabel 1 terlihat bahwa pada ukuran paket 128 hingga 262144 bytes LMIR memiliki waktu lebih besar dibanding MIRA, tetapi perbedaan waktu tunda antara keduanya memiliki kecenderungan menurun seiring semakin besarnya ukuran paket. Selisih waktu tunda terbesar terjadi pada ukuran paket 128 bytes yaitu sebesar 60,748% yang disebabkan oleh adanya perbedaan jalur yang digunakan untuk sampai ke node destinasi. Perbedaan jalur tersebut disebabkan perbedaan pembobotan untuk setiap link yang ada. Nilai bobot sangat

bergantung pada besarnya *bandwidth* yang tersisa dan nilai bobot *link*.

Selain perbedaan jalur yang dilewati, lamanya antrian pada *node* yang dilalui juga menambah waktu tunda. Semakin banyak paket yang antri pada *node* tersebut, maka semakin lama juga waktu yang dibutuhkan untuk sampai ke tujuan.

Pada ukuran paket 65536 hingga 262144 bytes, selisih waktu tunda antara LMIR dan MIRA adalah nol yang diakibatkan pada kondisi tersebut tidak terjadi pengiriman paket ke tujuan karena semua paket yang dibangkitkan mengalami loss sebagai akibat dari kondisi jaringan yang sudah jenuh dan adanya interferensi dari aliran paket dari sumber lainnya.

Tabel 1 : Selisih waktu tunda LMIR terhadap MIRA

UKURAN PAKET (BYTES)	SELISIH WAKTU TUNDA	
	(MILIDETIK)	PERSEN
128	19.780	60.748
256	19.571	55.725
512	19.141	47.567
1024	18.323	42.127
2048	18.312	41.945
4096	18.334	41.688
8192	18.336	41.092
16384	18.335	39.927
32768	18.313	37.762
65536	0.000	#DIV/0!
131072	0.000	#DIV/0!
262144	0.000	#DIV/0!

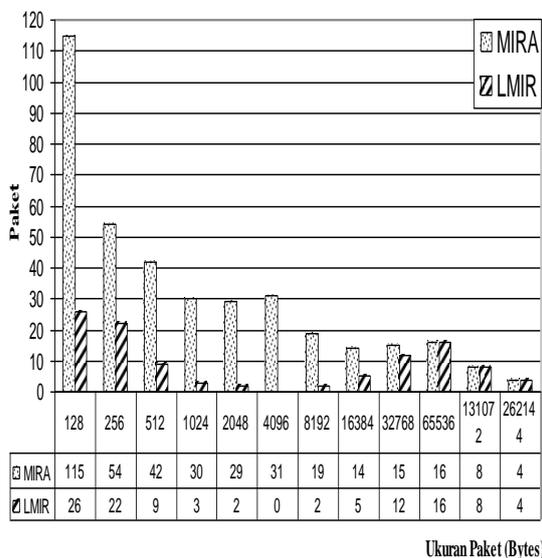
C. Loss

Pada gambar 3 terlihat bahwa implementasi MIRA pada topologi yang diteliti menghasilkan loss yang jumlahnya

Waktu Tunda Versus Loss Pada MIRA Dan LMIR
 Dalam Menghadapi Kongesti Pada Jaringan MPLS
 [Muhammad Said]

cukup besar pada ukuran paket 128 bytes yaitu 115 paket. Dengan penggunaan LMIR loss ini dapat ditekan menjadi 26 paket. Pada ukuran paket 128 hingga 32768 bytes, secara umum MIRA mengalami penurunan loss seiring bertambahnya ukuran paket, LMIR hanya memiliki tren menurun pada ukuran paket 128 hingga 4096 bytes, selebihnya mengalami kenaikan paket loss. Hal ini terjadi karena perbedaan masing-masing algoritma dalam menentukan link yang akan digunakan,. Namun untuk ukuran paket 65536 hingga 262144 bytes, MIRA dan LMIR menunjukkan kinerja yang sama buruknya karena semua paket yang dihasilkan mengalami loss akibat jaringan yang sudah jenuh.

sedangkan perbedaan dalam prosentase terbesar baik pada MIRA maupun LMIR pada ukuran paket 16384 bytes yaitu 13,433%. Hal ini terjadi karena perbedaan masing-masing algoritma dalam menentukan link yang akan digunakan. MIRA bekerja dengan memberikan bobot hanya kepada link yang mempunyai kapasitas sisa sama dengan nilai *maximum flow* sehingga terdapat banyak kemungkinan path dalam mengalirkan paket dari sumber ke tujuan. LMIR hanya satu path saja yang dihindari dan path tersebut diberi bobot besar walaupun path yang lain mempunyai kapasitas sisa dan jarak yang sama



Gambar 3. Perbandingan Loss MIRA dan LMIR

Dari tabel 2 terlihat bahwa perbedaan jumlah paket loss terbesar saat ukuran paket 128 bytes yaitu sebanyak 89 paket,

Tabel 2 : Selisih loss MIRA terhadap LMIR

UKURAN PAKET (BYTES)	SELISIH LOSS	
	PAKET	PERSEN
128	89	1.023
256	32	0.736
512	33	1.518
1024	27	2.484
2048	27	4.972
4096	31	11.439
8192	17	12.500
16384	9	13.433
32768	3	9.091
65536	0	0.000
131072	0	0.000
262144	0	0.000

Sedangkan pada ukuran paket 65536 hingga 262144 bytes, jumlah loss pada MIRA dan LMIR adalah sama sehingga tidak terjadi perbedaan loss. Hal ini terjadi akibat semua paket yang dibangkitkan baik

pada MIRA maupun LMIR mengalami loss karena link yang digunakan sudah jenuh.

D. Hubungan Waktu Tunda Dengan Loss

Pada gambar 4 dimana sumbu Y adalah logaritmik dari perbandingan packet loss dengan paket diterima dalam satuan dB terlihat bahwa pada umumnya waktu tunda MIRA lebih singkat dibandingkan dengan LMIR, dimana dengan algoritma MIRA ada 6 dari 12 ukuran paket yang dikirimkan memiliki rata-rata waktu tunda dibawah 44,539 milidetik atau dengan kata lain 50% dari paket yang dikirimkan sampai ke tujuan dengan rata-rata waktu tunda dibawah 44,539 milidetik. Implementasi algoritma LMIR menyebabkan semua paket sampai di tujuan dengan rata-rata waktu tunda diatas 44,539 milidetik, atau dari semua paket yang dikirimkan tidak satupun yang sampai ke tujuan dengan waktu tunda dibawah 44,539 milidetik.

Dilihat dari perspektif loss, penggunaan algoritma MIRA menyebabkan 5 ukuran paket yang dikirimkan mengalami loss dengan harga dibawah 10% atau sekitar 41,667%, artinya sekitar 58,333% packet loss yang terjadi memiliki harga 10% keatas. Sedangkan implementasi LMIR menghasilkan ada 8 dari 12 ukuran paket yang dikirimkan yang mengalami loss dengan besar dibawah

10%. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 : Perbandingan Prosentase Waktu Tunda dan Loss MIRA dan LMIR (%)

	Waktu tunda < 44,539 ms	Loss < 10%
MIRA	50.000	41.667
LMIR	0.000	66.667

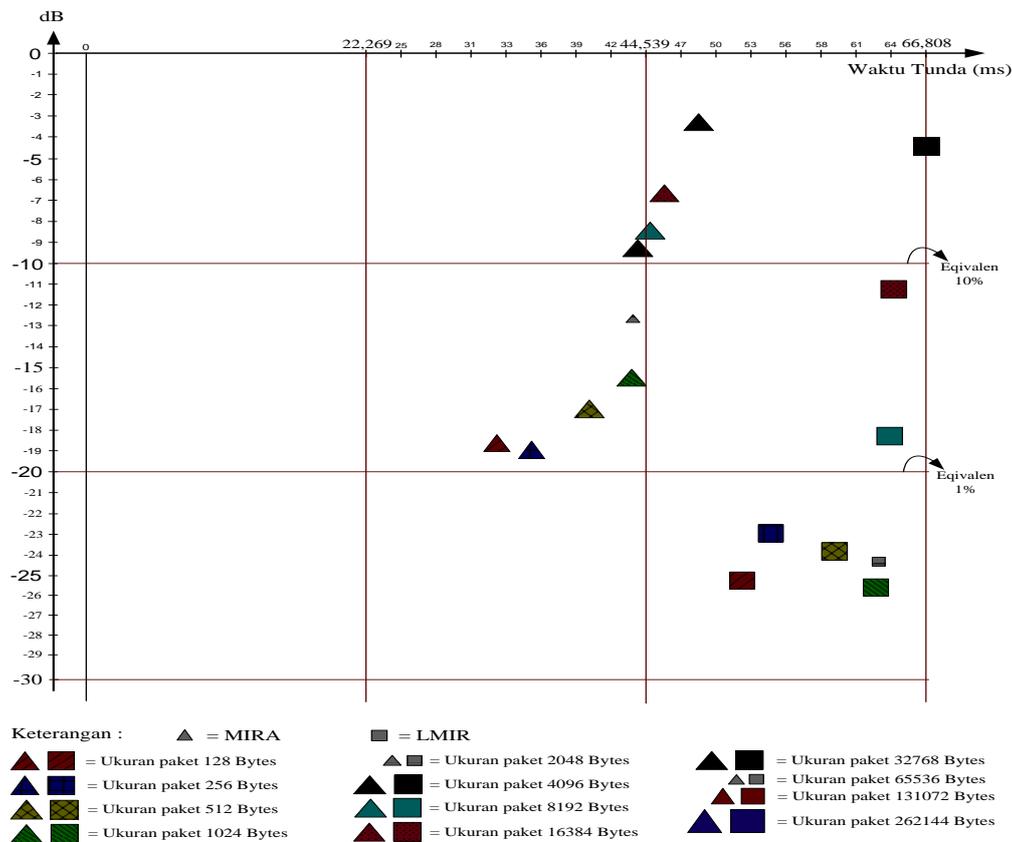
Mencermati lebih lanjut gambar 4, jika dilihat dari perspektif loss di bawah 1% (-20 dB) maka algoritma LMIR relatif memiliki performa loss yang lebih baik, demikian juga halnya jika ditinjau dari sisi waktu tunda.

Untuk loss di atas 1% (-20 dB), jika diamati hanya dari sisi waktu tunda, maka MIRA memiliki waktu tunda terkecil dibandingkan dengan LMIR.

E. Rekomendasi

Berdasarkan analisa diatas, untuk aplikasi umum seperti transfer file dan browsing yang tidak terlalu peka pada loss dan waktu tunda, maka direkomendasikan algoritma MIRA dan LMIR. Untuk aplikasi yang real time seperti komunikasi suara atau video conference yang sangat sensitif terhadap waktu tunda tetapi tidak terlalu sensitif terhadap loss direkomendasikan algoritma MIRA. Untuk aplikasi yang sangat peka terhadap loss tetapi kurang peka terhadap waktu tunda

Waktu Tunda Versus Loss Pada MIRA Dan LMIR
 Dalam Menghadapi Kongesti Pada Jaringan MPLS
 [Muhammad Said]



Gambar 4. Hubungan Loss dan Waktu Tunda (Logaritmik)

seperti E-mail maka direkomendasikan penggunaan algoritma LMIR. Sedangkan untuk aplikasi yang membutuhkan loss rendah dan waktu tunda yang kecil seperti E-commerce maka direkomendasikan algoritma MIRA. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.

Berdasarkan tabel 4 maka untuk aplikasi yang real time interaktif seperti komunikasi suara dan konferensi video direkomendasikan penggunaan algoritma MIRA. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan pada topologi yang diteliti maka tidak direkomendasikan implementasi algoritma MIRA dan LMIR untuk ukuran paket di atas 65636 byte.

Tabel 4 : Rekomendasi Penerapan Algoritma

Jenis Trafik	Parameter Kritis		Rekomendasi
	Loss	Waktu Tunda	
Transfer file	Tidak Sensitif	Tidak Sensitif	MIRA dan LMIR
Browsing umum		Sensitif	
Komunikasi suara	Tidak Sensitif	Sensitif	MIRA
Konferensi video		Sensitif	
E-mail	Sensitif	Tidak Sensitif	LMIR
E-commerce	Sensitif	Sensitif	MIRA
Browsing serius		Sensitif	

IV. KESIMPULAN

1. Pada umumnya jumlah loss yang terjadi dengan MIRA lebih besar dari LMIR. Dengan menggunakan algoritma LMIR, maka packet loss

dapat ditekan 74,676% terhadap MIRA.

2. Berbeda halnya dengan waktu tunda, dari analisa diperoleh bahwa waktu tunda MIRA relatif lebih singkat dari waktu tunda LMIR sebesar rata-rata 45,398%.
3. Untuk jenis trafik transfer file dan browsing umum, maka direkomen dasikan penggunaan semua algoritma routing yang di teliti yaitu MIRA dan LMIR. Untuk komunikasi suara dan konferensi video direkomen dasikan penggunaan algoritma MIRA, untuk tujuan E-mail direkomendasikan untuk mengimple mentasikan algoritma LMIR, sedangkan untuk E-commerce dan browsing serius direkomendasikan penggunaan algorit ma MIRA.

DAFTAR PUSTAKA

- R Kodialam, M.S., Kar, Koushic., Lakhsman, T.V. (2000). Minimum Interference Routing of Bandwidth Guaranteed Tunnels with MPLS Traffic Engineering Applications. IEEE journal on Selected Areas in Communications, 18(2):2566 – 2579,
- E. Salvadori, R. Battiti and F. Ardito. (2003). Lazy Rerouting For MPLS Traffic Engineering. Technical Report.
- B. Wang, X. Su, and C.P. Chen. (2002). A New Bandwidth Guaranteed Routing Algorithm for MPLS Traffic Engineering. Proceedings of ICC, volume 2, pages 1001-1005, New York – USA.
- M. S. Kodialam and T. V. Lakshman. (2000). Minimum Interference Routing with Applications to MPLS Traffic Engineering. INFOCOM (2), p. 884–893
- .G.B. Figueiredo, N.L.S.da Fonseca and J.A.S. Monteiro, (2004). A Minimum Interference Routing Algorithm. IEEE Communication Society, p. 2
- (1998). Trillium IP Quality of Service White Paper. Trilluim Digital System, Inc. April.
- Salvadori, Elio., Battini, Roberto. (2003). A Load balancing Scheme for Congestion Control in MPLS Networks. IEEE Symposium on Computers and Communications – ISCC.
- G. B. Figueiredo., Nelson L. S. da Fonseca., and Jose A. Suruagy Monteiro. A Minimum Interference Routing Algorithm. IEEE International Conference on Communications. vol. 4, pp. 1942-1947, June 20-24.
- Muhammad Said, Achmad Affandi, Rosyaady Mustafa, Amal Khairan. (2007). The Comparison Performance Analysis of MIRA and LMIR Algorithm on MPLS Network. Proceedings of International Seminar on ICT, vol. 1, pp. 118-123, Manado – Indonesia, 28 February -1 March.