

Makalah Seminar Tugas Akhir

EVALUASI UNJUK KERJA *ROUTING LINK-STATE* PADA JARINGAN *PACKET SWITCHED* MENGUNAKAN NS-2 (*NETWORK SIMULATOR – 2*)

Mahardi Sentika^[1], Sukiswo, S.T, M.T^[2], Ajub Ajulian Zahra, S.T, M.T^[2]

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, Indonesia

Abstrak

Routing adalah proses pencarian jalur pada jaringan komunikasi dari sumber ke tujuan. Informasi dari sumber ke tujuan akan melalui banyak node sehingga memerlukan pemilihan jalur yang terbaik. Jalur terbaik berarti jalur yang memiliki lintasan terpendek dengan nilai *cost* yang kecil dan memungkinkan tersambung dengan jalur yang lainnya. Untuk itulah proses *routing* begitu penting pada proses pengiriman informasi dari sumber ke tujuan.

Pada sebuah jaringan *packet-switched* yang terdiri dari banyak node dan link yang saling berhubungan salah satu algoritma *routing* yang digunakan yaitu *link-state*. Pada *routing link-state* akan menghitung biaya atau nilai *cost* terkecil dari satu node ke node lainnya dan mencatat pada table rute untuk setiap router. Setelah sejumlah perhitungan akan diketahui *link-cost* terkecil untuk setiap tujuan.

Dalam tugas akhir ini akan disajikan simulasi *routing* pada jaringan *packet-switched* yang terdiri dari beberapa node dan beberapa link. Proses *routing* dilakukan dengan menggunakan protokol *routing link-state*. Simulasi *routing* dilakukan dengan menggunakan NS – 2 (*Network Simulator – 2*) yang merupakan perangkat lunak yang berfungsi untuk melakukan simulasi terhadap jaringan telekomunikasi. Hasil dari simulasi kemudian di analisis untuk mendapatkan nilai tingkat performansi dari protokol *routing* yang digunakan pada jaringan *packet-switched* tersebut berdasarkan nilai *throughput*, paket hilang dan waktu tunda.

Kata kunci: *routing, packet-switched, link-state, node, link, NS – 2, link-cost, throughput, paket hilang, dan waktu tunda*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi telekomunikasi telah banyak diaplikasikan dalam menunjang penyediaan infrastruktur telekomunikasi, sehingga memudahkan manusia untuk berkomunikasi tanpa terbatas pada jarak dan waktu. Untuk berkomunikasi membutuhkan suatu jaringan yang menghubungkan setiap sumber ke tujuan. Terdapat dua jaringan yang digunakan yaitu jaringan *circuit-switched* dan jaringan *packet-switched*. Dengan semakin besarnya kebutuhan komunikasi baik dari segi kapasitas, kecepatan maupun jenis data yang dikomunikasikan maka penggunaan jaringan *packet-switched* sangat dibutuhkan. Jaringan *packet-switched* lebih bisa memenuhi perkembangan komunikasi daripada jaringan *circuit-switched*.

Pada jaringan *packet-switched* terdiri dari banyak *node* dan *link* yang saling terhubung membentuk sebuah jaringan yang

menghubungkan sumber dengan tujuan. Setiap data yang dikirim dari sumber ke tujuan akan melewati beberapa *router* dan akan melintasi jalur yang telah dirutekan. Pencarian jalur yang akan dilewati data dari sumber ke tujuan disebut dengan *routing*. *Routing* ini akan sangat menentukan apakah data bisa sampai ke tujuan dan seberapa cepat data sampai ke tujuan.

Pada jaringan *packet-switched* terdapat protokol *routing* yang populer digunakan yaitu *link-state*. Pada tugas akhir ini akan dievaluasi unjuk kerja dari protokol *routing link-state*.

1.2 Tujuan

Mensimulasikan protokol *routing link-state* dan mengetahui unjuk kerja protokol *routing link-state* pada jaringan *packet-switched* dengan variasi jumlah *router*, sehingga dapat digunakan sebagai bahan kajian dalam penerapan protokol *routing link-state* pada jaringan *packet-switched*.

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNDIP

² Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro UNDIP

1.3 Pembatasan Masalah

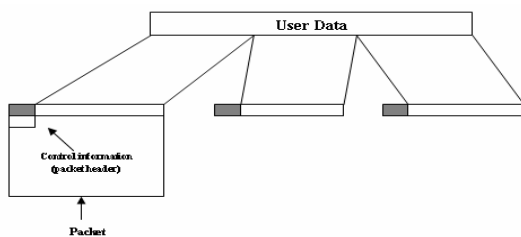
Dalam pembuatan tugas akhir ini penulis membatasi permasalahan sebagai berikut :

1. Simulasi bentuk jaringan yang digunakan adalah *mesh* tidak murni dengan variasi jumlah *router*.
2. Simulasi menggunakan protokol *routing link-state*.
3. Tidak membahas jalannya proses algoritma *routing* yang terjadi pada protokol *routing link-state*.
4. Simulasi protokol *routing link-state* menggunakan *software NS – 2 (Network Simulator – 2)* versi 2.29.3.
5. Parameter yang menunjukkan tingkat performansi yaitu *throughput*, paket hilang dan waktu tunda.

II. DASAR TEORI

2.1 Jaringan Packet Switched

Pada jaringan *packet-switched* pesan yang dikirim dipecah-pecah dengan besar tertentu dan pada tiap pecahan data ditambahkan informasi kendali. Informasi kendali ini, dalam bentuk yang paling minim, digunakan untuk membantu proses pencarian rute dalam suatu jaringan sehingga pesan dapat sampai ke alamat tujuan.



Gambar 1 Pemecahan data menjadi paket-paket

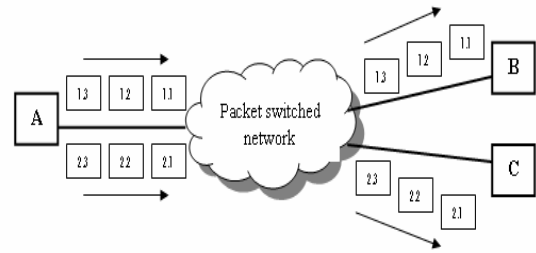
Salah satu contoh aplikasi *packet switching* adalah *TCP/IP protocol*. *TCP/IP* adalah jaringan dengan teknologi “*packet Switching*” yang berasal dari proyek *DARPA (development of Defense Advanced Research Project Agency)* di tahun 1970-an yang dikenal dengan nama *ARPANET*.

Tipe- tipe *packet switching* :

1. Virtual circuit

Virtual Circuit pada dasarnya adalah suatu hubungan secara logik yang dibentuk untuk menyambungkan dua stasiun. Paket dilabelkan dengan nomor sirkuit maya dan

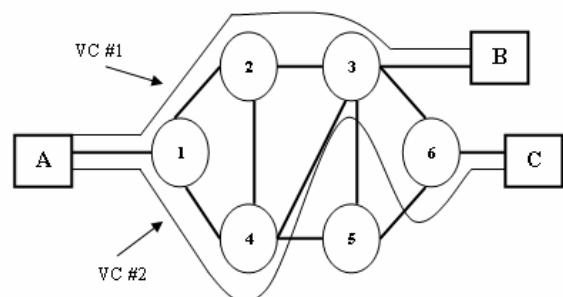
nomor urut. Paket dikirimkan dan datang secara berurutan. Gambar 2 berikut ini menjelaskan keterangan tersebut.



Gambar 2 Virtual Circuit eksternal

Stasiun A mengirimkan 6 paket. Jalur antara A dan B secara logik disebut sebagai jalur 1, sedangkan jalur antara A dan C disebut sebagai jalur 2. Paket pertama yang akan dikirimkan lewat jalur 1 dilabelkan sebagai paket 1.1, sedangkan paket ke-2 yang dilewatkan jalur yang sama dilabelkan sebagai paket 1.2 dan paket terakhir yang dilewatkan jalur 1 disebut sebagai paket 1.3. Sedangkan paket yang pertama yang dikirimkan lewat jalur 2 disebut sebagai paket 2.1, paket kedua sebagai paket 2.2 dan paket terakhir sebagai paket 2.3. Dari gambar tersebut kiranya jelas bahwa paket yang dikirimkan diberi label jalur yang harus dilewatinya dan paket tersebut akan tiba di stasiun yang dituju dengan urutan seperti urutan pengiriman.

Secara internal rangkaian maya ini bisa digambarkan sebagai suatu jalur yang sudah disusun untuk berhubungan antara satu stasiun dengan stasiun yang lain. Semua paket dengan asal dan tujuan yang sama akan melewati jalur yang sama sehingga akan sampai ke stasiun yang dituju sesuai dengan urutan pada saat pengiriman (FIFO). Gambar 3 berikut menjelaskan tentang sirkuit maya internal.



Gambar 3 Virtual Circuit internal

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNDIP

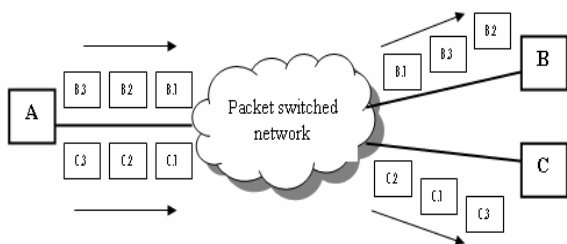
² Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro UNDIP

Gambar 3 menunjukkan adanya jalur yang harus dilewati apabila suatu paket ingin dikirimkan dari A menuju B (sirkuit maya 1 atau *Virtual Circuit* 1 disingkat VC #1). Sirkuit ini dibentuk dengan rute melewati node 1-2-3. Sedangkan untuk mengirimkan paket dari A menuju C dibentuk sirkuit maya VC #2, yaitu rute yang melewati node 1-4-3-6.

2. Datagram

Dalam bentuk *datagram*, setiap paket dikirimkan secara independen. Setiap paket diberi label alamat tujuan. Berbeda dengan sirkuit maya, datagram memungkinkan paket yang diterima berbeda urutan dengan urutan saat paket tersebut dikirim. Gambar 4 berikut ini akan membantu memperjelas ilustrasi.

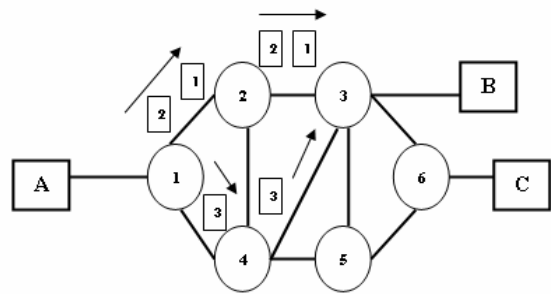
Jaringan mempunyai satu stasiun sumber, A dan dua stasiun tujuan yakni B dan C. Paket yang akan dikirimkan ke stasiun B diberi label alamat stasiun tujuan yakni B dan ditambah nomor paket sehingga menjadi misalnya B.1, B.2, dsb. Demikian juga paket yang ditujukan ke stasiun C diberi label yang serupa, misalnya paket C.2, C.3, dan lainnya.



Gambar 4 *Datagram* eksternal

Dari gambar 4, stasiun A mengirimkan enam buah paket. Tiga paket ditujukan ke alamat B. Urutan pengiriman untuk paket B adalah paket B.1, paket B.2 dan paket B.3. Sedangkan tiga paket yang dikirimkan ke C masing-masing secara urut adalah paket C.1, paket C.2 dan paket C.3. Paket-paket tersebut sampai di B dengan urutan kedatangan B.2, paket B.3 dan terakhir paket B.1 sedangkan di stasiun C, paket-paket tersebut diterima dengan urutan C.3, kemudian paket C.1 dan terakhir paket C.2. Ketidakurutan ini lebih disebabkan karena paket dengan alamat tujuan yang sama tidak harus melewati jalur yang sama. Setiap paket bersifat independen terhadap sebuah jalur. Artinya sebuah paket sangat mungkin untuk melewati jalur yang lebih panjang dibanding paket yang lain, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk

sampai ke alamat tujuan berbeda tergantung rute yang ditempuhnya. Secara internal *datagram* dapat digambarkan sebagai berikut



Gambar 5 *Datagram* internal

Berikut adalah karakteristik dari tipe *packet switching* :

- *Virtual Circuit: Connection Oriented*
 - Dilakukan *connection setup* sebelum pengiriman data dilakukan.
 - Setiap paket memiliki *VC identifier*.
 - Penetapan *routing* dilakukan sekali untuk semua paket.
 - Semua paket akan melalui rute yang sama.
- *Datagram: Connectionless*
 - Setiap paket ditangani/diproses secara independen.
 - Setiap paket memiliki alamat tujuan yang lengkap.
 - Penentuan *routing* dilakukan terhadap setiap paket di setiap *node*.
 - Paket-paket yang berbeda namun berasal dari pesan yang sama dapat menggunakan rute yang berbeda.

2.2 Protokol TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*)

Komunikasi data adalah proses mengirim data dari satu komputer ke komputer lainnya. Sekumpulan aturan untuk mengatur proses pengiriman data ini disebut protokol komunikasi data. TCP/IP adalah sekelompok protokol yang mengatur komunikasi data antar komputer, dimana masing-masing protokol tersebut bertanggung jawab atas bagian-bagian tertentu dari komunikasi data.

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNDIP

² Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro UNDIP

Application Layer (SMTP, FTP, HTTP, TFTP)
Transport Layer (TCP, UDP)
Network Layer (ICMP, IP, ARP, RARP)
Data Link Layer (Network Interface Protocols)
Physical Layer

Gambar 6 Layer TCP/IP

Pada gambar 6 dapat dilihat susunan *layer* pada protokol TCP/IP yang terdiri dari lima *layer* yaitu:^[9]

1. *Physical Layer*

Layer ini berhubungan dengan perangkat keras, tegangan dan lainnya.

2. *Data Link Layer*

Layer ini berisi *Network Interface Protocols* yang berhubungan dengan misalnya *Media Access and Control (MAC)* yang mengatur siapa dan kapan dapat mengirim data dan berhubungan dengan format *frame* (Ethernet, x.25, dan lainnya).

3. *Network Layer*

Layer ini mengatur format *datagram* yang didefinisikan dalam bentuk *internet protocol (IP)* dan juga mekanisme pengiriman *datagram* dari sumber ke tujuan melalui beberapa *router*. Selain itu juga mengatur proses *routing* untuk *datagram*.

4. *Transport Layer*

Layer ini berisi dua protokol yaitu *Transmission Control Protocol (TCP)* dan *User Datagram Protocol (UDP)*. TCP memastikan komunikasi antara sumber dan tujuan *reliable* dan terbebas dari kesalahan. UDP tidak begitu *reliable* seperti TCP, tetapi bisa lebih cepat sehingga digunakan untuk pengiriman data yang mengutamakan kecepatan seperti suara dan video.

5. *Application Layer*

Layer ini mengatur aplikasi yang dapat

2.3 Routing Link-State^[3,5,7]

Routing adalah suatu proses perpindahan paket data dari suatu sumber ke tempat yang lain untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Pada jaringan TCP/IP proses *routing* terjadi pada lapisan jaringan (*Network Layer*). Fungsi lapisan jaringan adalah untuk menentukan jalur pengiriman dan meneruskan paket data ke alamat yang dituju. Untuk menunjang fungsi lapisan jaringan tersebut diperlukan suatu media fisik yang dapat mengatur pengiriman paket-paket data sampai ke tujuan. Media fisiknya adalah *router*, dimana *router* memiliki kemampuan untuk menentukan jalur dan meneruskan paket dari suatu titik sumber ke titik tujuan atau dari suatu jaringan ke jaringan lain.^[4]

Prinsip dasar *routing* keadaan *link* adalah setiap *router* mempunyai peta jaringan dan *router* kemudian menentukan rute ke setiap tujuan di jaringan berdasarkan peta tersebut. Peta jaringan disimpan *router* dalam bentuk basis data sebagai hasil dari pertukaran informasi keadaan *link* antara *router-router* bertetangga di jaringan tersebut. Setiap *record* dalam basis data menunjukkan status sebuah jalur dalam jaringan (keadaan *link*).

Routing keadaan *link* membentuk peta jaringan dalam tiga tahap. Tahap pertama setiap *router* mengenali seluruh tetangganya dengan bertukar informasi dalam bentuk paket hello dalam selang waktu tertentu untuk mengetahui kondisi terakhir jaringan, sebab *router* akan menganggap *router* tetangganya mati jika tidak lagi mendengar paket hello dari *router* tersebut setelah selang waktu tertentu. Tahap berikutnya, *router-router* saling bertukar informasi dalam bentuk paket LSA (*Link-State Advertisement*) yang berisi peta dinamis dari jaringan, menggambarkan komponen jaringan dan hubungan terakhir diantara komponen. Proses pembanjiran (*flooding*) digunakan untuk mendistribusikan LSA pada jaringan. Tahap terakhir setiap *router* menghitung jalur terbaik (*Routing Calculation*) ke setiap tujuan untuk mengirimkan trafik. Jalur terbaik berarti jalur yang memiliki lintasan terpendek dengan nilai *cost* yang kecil dan memungkinkan tersambung dengan jalur yang lainnya. Untuk

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNDIP

² Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro UNDIP

itulah proses *routing* begitu penting pada proses pengiriman informasi dari sumber ke tujuan.^[7]

2.4 Parameter Ujuk Kerja^[14,15,16]

1. *Throughput*

Throughput adalah laju rata-rata dari paket data yang berhasil dikirim melalui kanal komunikasi atau dengan kata lain *throughput* merupakan jumlah paket data yang diterima setiap detik.

$$\text{Throughput}_t = \frac{Pr}{1 \text{ detik}} \text{ paket/detik} \quad ; 0 \leq t \leq T$$

Pr = Paket yang diterima (paket)

T = Waktu simulasi (detik)

t = Waktu pengambilan sampel (detik)

2. Paket Hilang

Paket hilang (*Packet loss*) menunjukkan banyak jumlah paket yang hilang. Paket hilang terjadi ketika satu atau lebih paket data yang melewati suatu jaringan gagal mencapai tujuannya.

$$\text{Paket Hilang}_t = \left(\frac{Pd}{Ps} \right) \times 100 \% \quad ; 0 \leq t \leq T$$

Pd = Paket yang mengalami *drop* (paket)

Ps = Paket yang dikirim (paket)

T = Waktu simulasi (detik)

t = Waktu pengambilan sampel (detik)

3. Waktu Tunda

Waktu tunda merupakan interval waktu yang dibutuhkan oleh suatu paket data saat data mulai dikirim dan keluar dari proses antrian dari titik sumber awal hingga mencapai titik tujuan.

$$\text{Waktu Tunda}_t = \left(\frac{Tr - Ts}{Pr} \right) \text{ detik} \quad ; 0 \leq t \leq T$$

Tr = Waktu penerimaan paket (detik)

Ts = Waktu pengiriman paket (detik)

Pr = Paket yang diterima (paket)

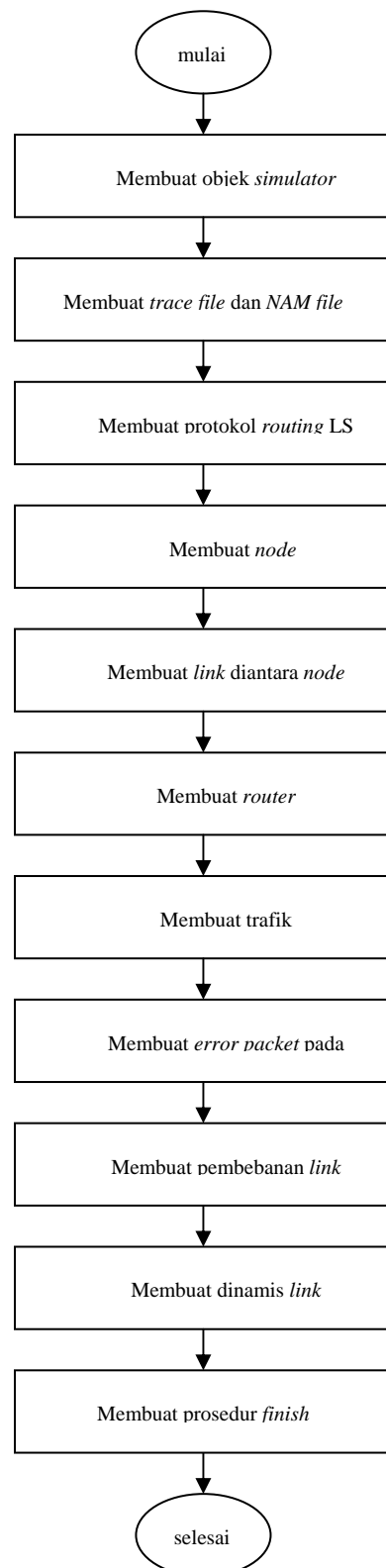
T = Waktu simulasi (detik)

t = Waktu pengambilan sampel (detik)

III. PERANCANGAN SIMULASI

Pada perancangan simulasi protokol *routing Link-State* pada jaringan *packet switched* menggunakan *software Network Simulator-2 (NS-2)*. Diagram alir untuk

proses perancangan simulasi dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

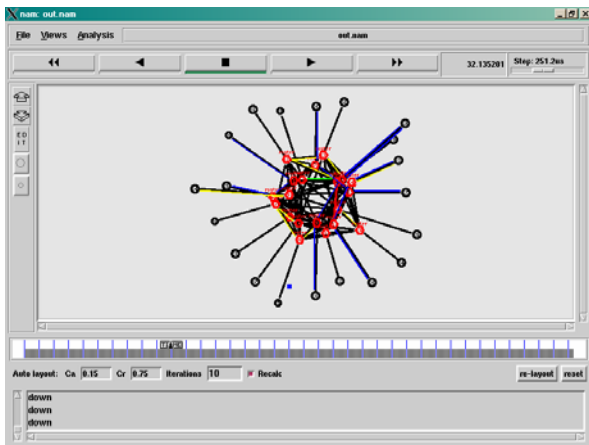


Gambar 7 diagram alir simulasi

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNDIP

² Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro UNDIP

IV. HASIL SIMULASI DAN ANALISA



Gambar 8 Hasil simulasi NAM file

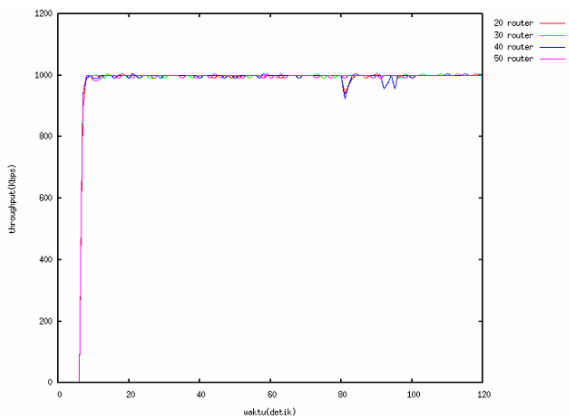
```

/home/router20
+ 0.021397 10 0 rtProtoLS 100 ----- 0 10.1 0.1 -1 20
+ 0.021397 10 0 rtProtoLS 100 ----- 0 10.1 0.1 -1 20
+ 0.021397 10 5 rtProtoLS 100 ----- 0 10.1 5.1 -1 21
+ 0.021397 10 5 rtProtoLS 100 ----- 0 10.1 5.1 -1 21
+ 0.021397 10 7 rtProtoLS 100 ----- 0 10.1 7.1 -1 22
+ 0.021397 10 7 rtProtoLS 100 ----- 0 10.1 7.1 -1 22
+ 0.021397 10 9 rtProtoLS 100 ----- 0 10.1 9.1 -1 23
+ 0.021397 10 9 rtProtoLS 100 ----- 0 10.1 9.1 -1 23
+ 0.021397 10 11 rtProtoLS 100 ----- 0 10.1 11.1 -1 24
+ 0.021397 10 11 rtProtoLS 100 ----- 0 10.1 11.1 -1 24
+ 0.021397 10 13 rtProtoLS 100 ----- 0 10.1 13.1 -1 25
+ 0.021397 10 13 rtProtoLS 100 ----- 0 10.1 13.1 -1 25
+ 0.021397 10 15 rtProtoLS 100 ----- 0 10.1 15.1 -1 26
+ 0.021397 10 15 rtProtoLS 100 ----- 0 10.1 15.1 -1 26
+ 0.021397 10 29 rtProtoLS 100 ----- 0 10.1 29.4 -1 27
+ 0.021397 10 29 rtProtoLS 100 ----- 0 10.1 29.4 -1 27
+ 0.032197 10 0 rtProtoLS 100 ----- 0 10.1 0.1 -1 20
+ 0.032197 0 10 rtProtoLS 20 ----- 0 0.1 10.1 -1 33
+ 0.032197 0 10 rtProtoLS 20 ----- 0 0.1 10.1 -1 33
+ 0.032197 0 1 rtProtoLS 100 ----- 0 0.1 1.1 -1 34
+ 0.032197 0 1 rtProtoLS 100 ----- 0 0.1 1.1 -1 34
+ 0.032197 0 3 rtProtoLS 100 ----- 0 0.1 3.1 -1 35
    
```

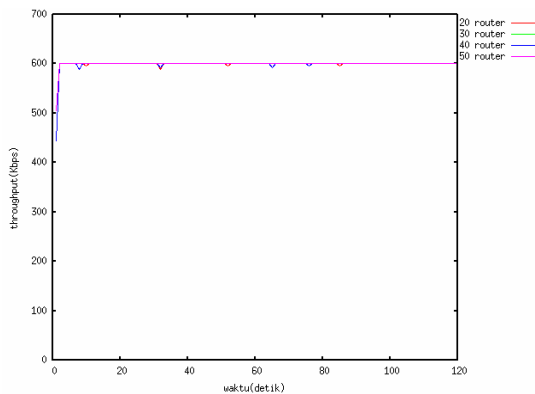
Gambar 9 Hasil simulasi trace file

Gambar diatas merupakan hasil NAM file berupa tampilan dan trace file berupa data numerik yang kemudian akan dihitung nilai throughput, paket hilang dan waktu tunda.

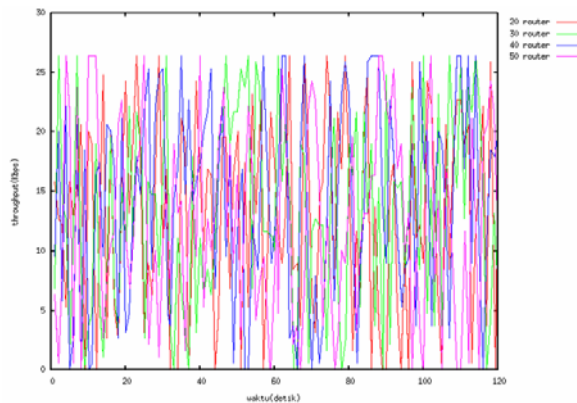
4.1 Pengaruh Jumlah Router Terhadap Nilai Throughput



Gambar 10 Grafik nilai throughput TCP



Gambar 11 Grafik nilai throughput paket CBR



Gambar 12 Grafik nilai throughput paket VOIP

Nilai throughput pada salah satu aliran trafik TCP dan CBR yang diamati mempunyai nilai yang maksimal dan stabil, sedangkan trafik VOIP berfluktuasi selama simulasi pada jaringan yang disimulasikan yaitu jaringan dengan 20 router, 30 router, 40 router dan 50 router.

Pada tabel 1 dapat dilihat nilai throughput rata-rata dari semua aliran trafik baik TCP, CBR, maupun VOIP.

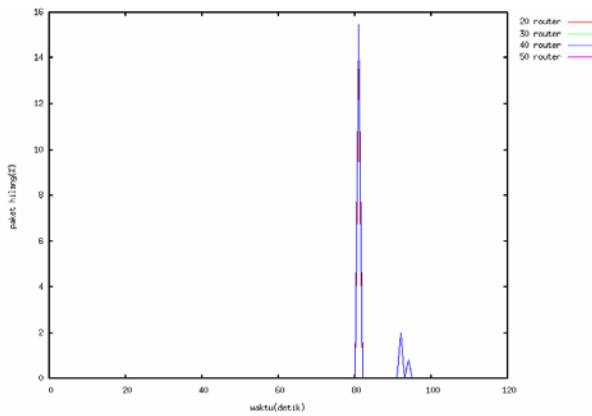
Tabel 1 Nilai throughput terima rata-rata

Jumlah router pada jaringan	Throughput rata-rata trafik TCP (Kbps)	Throughput rata-rata trafik CBR (Kbps)	Throughput rata-rata trafik VOIP (Kbps)	Throughput rata-rata semua trafik (Kbps)
20 router	769.5888	581.1167	12.7673	454.491
30 router	794.6043	592.175	13.2059	466.6617
40 router	791.8587	597.7917	12.9624	467.5376
50 router	788.2395	592.5083	13.5667	464.7715

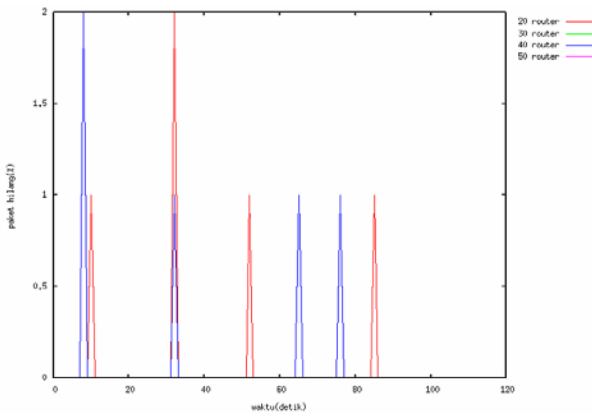
¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNDIP

² Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro UNDIP

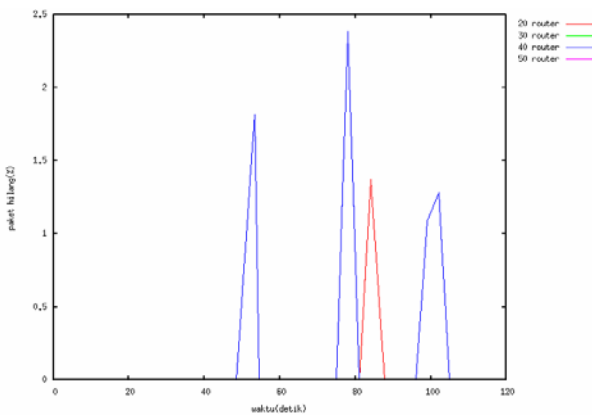
4.2 Pengaruh Jumlah Router Terhadap Nilai Paket Hilang



Gambar 13 Grafik nilai paket hilang TCP



Gambar 14 Grafik nilai paket hilang CBR



Gambar 15 Grafik nilai paket hilang VOIP

Nilai paket hilang pada salah satu aliran trafik TCP, CBR dan VOIP yang diamati hanya terjadi pada detik tertentu yaitu pada jaringan dengan 20 router dan 40 router karena ketika terjadi kegagalan suatu link maka routing Link-State dapat beradaptasi

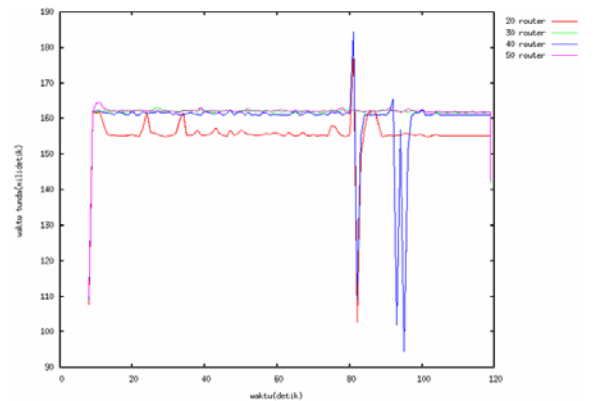
dengan mencari jalur lainnya, sehingga tidak terjadi paket hilang terus-menerus.

Pada tabel 2 dapat dilihat nilai paket hilang rata-rata dari semua aliran trafik baik TCP, CBR, maupun VOIP.

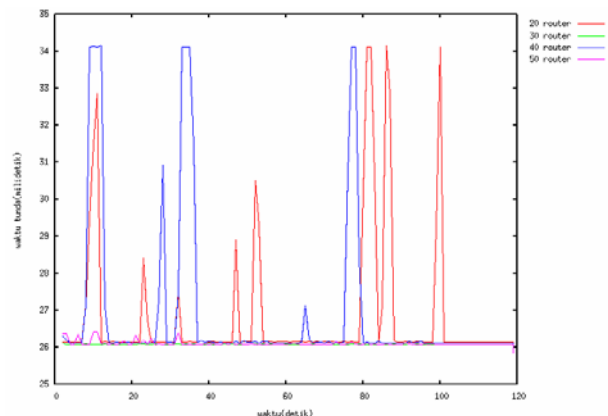
Tabel 2 Nilai paket hilang rata-rata

Jumlah router pada jaringan	Paket hilang rata-rata trafik TCP (%)	Paket hilang rata-rata trafik CBR (%)	Paket hilang rata-rata trafik VOIP (%)	Paket hilang rata-rata semua trafik (%)
20 router	1.3301	3.0847	0.4302	1.615
30 router	0.7786	1.0476	0.8006	0.8756
40 router	1.4336	0.0355	0.0512	0.5068
50 router	0.8363	1.0267	0.8677	0.9102

4.3 Pengaruh Jumlah Router Terhadap Nilai Waktu Tunda



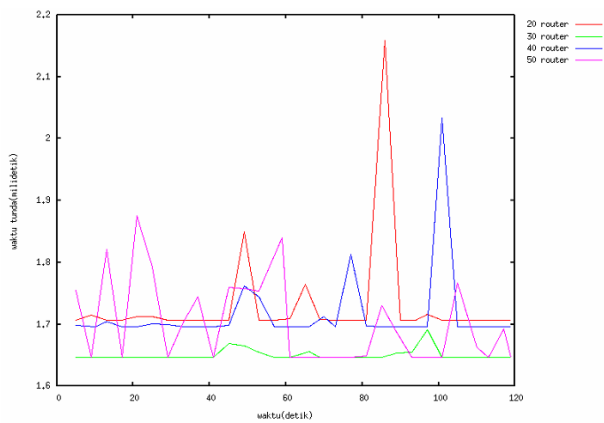
Gambar 16 Grafik nilai waktu tunda TCP



Gambar 17 Grafik nilai waktu tunda CBR

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNDIP

² Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro UNDIP



Gambar 18 Grafik nilai waktu tunda VOIP

Nilai waktu tunda pada salah satu aliran trafik TCP, CBR dan VOIP yang diamati relatif stabil pada jaringan dengan 30 router dan 50 router. Sedangkan pada jaringan dengan 20 router dan 40 router nilainya berfluktuasi karena terjadi perubahan kondisi link yang dilewati oleh trafik maka routing Link-State akan beradaptasi dengan mencari jalur terbaik lainnya.

Pada tabel 3 dapat dilihat nilai paket hilang rata-rata dari semua aliran trafik baik TCP, CBR, maupun VOIP.

Tabel 3 Nilai waktu tunda rata-rata

Jumlah router pada jaringan	Waktu tunda rata-rata trafik TCP (milidetik)	Waktu tunda rata-rata trafik CBR (milidetik)	Waktu tunda rata-rata trafik VOIP (milidetik)	Waktu tunda rata-rata semua trafik (milidetik)
20 router	138.9184	104.4122	13.7484	85.693
30 router	165.46	85.5411	3.3221	84.7744
40 router	131.6676	64.974	5.6414	67.4277
50 router	164.5344	85.8666	3.2179	84.5396

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Nilai *throughput* yang terjadi pada salah satu aliran trafik yang diamati bernilai maksimal dan stabil karena protokol routing Link-State dapat beradaptasi dengan kegagalan fungsi saluran yang terjadi.
2. Nilai paket hilang yang terjadi pada salah satu aliran trafik yang diamati hanya terjadi pada detik tertentu karena protokol routing Link-State dapat beradaptasi dengan kegagalan

fungsi saluran yang terjadi sehingga tidak terjadi paket hilang yang terus menerus selama waktu simulasi.

3. Nilai waktu tunda yang terjadi pada salah satu aliran trafik yang diamati bernilai kecil karena protokol routing Link-State memilih rute yang optimal.
4. Nilai *throughput* terima rata-rata semua trafik paling besar diperoleh pada jaringan dengan 40 router dan paling kecil pada jaringan dengan 20 router untuk jaringan yang disimulasikan pada tugas akhir ini.
5. Dengan penambahan jumlah router menyebabkan nilai *throughput* terima rata-rata semua trafik meningkat sampai pada jaringan dengan 40 router kemudian menurun.
6. Nilai paket hilang rata-rata semua trafik paling kecil diperoleh pada jaringan dengan 40 router dan paling besar pada jaringan dengan 20 router untuk jaringan yang disimulasikan pada tugas akhir ini.
7. Dengan penambahan jumlah router menyebabkan nilai paket hilang rata-rata semua trafik menurun sampai pada jaringan dengan 40 router kemudian meningkat.
8. Nilai waktu tunda rata-rata semua trafik paling kecil diperoleh pada jaringan dengan 40 router dan paling besar pada jaringan dengan 20 router untuk jaringan yang disimulasikan pada tugas akhir ini.
9. Dengan penambahan jumlah router menyebabkan nilai waktu tunda rata-rata semua trafik menurun sampai pada jaringan dengan 40 router kemudian meningkat.
10. Pada saat terjadi perubahan kondisi jaringan yaitu kegagalan fungsi suatu saluran maka protokol routing Link-State akan mencari rute optimal baru untuk aliran trafik tersebut, sehingga trafik tetap dapat terkirim, tidak mengalami *drop*.
11. Penggunaan jumlah router yang lebih banyak pada jaringan akan menyebabkan lebih banyak tersedianya rute-rute optimal baru yang dapat dipilih ketika terjadi

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNDIP

² Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro UNDIP

perubahan kondisi jaringan, tetapi juga akan menyebabkan proses perhitungan rute optimal semakin lama, sehingga mempengaruhi kinerja jaringan.

5.2 Saran

1. Penggunaan konfigurasi jaringan yang lain dan protokol *routing* yang lain dapat diterapkan sebagai perbandingan.
2. Penggunaan pada jaringan yang lebih besar dengan jumlah trafik yang lebih banyak, misalnya *internet* dapat digunakan.
3. Penerapan protokol *routing* yang lain pada jaringan *multicast* bisa ditambahkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Steenstrup Martha E., *Routing In Communication Networks*, Prentice-Hall International Editions, New Jersey, 1995.
- [2] Andrew S. Tanenbaum, “Jaringan Komputer Edisi Bahasa Indonesia dari Computer Networks 3e”, Jilid 1, Prenhallindo, Jakarta, 1997.
- [3] Andrew S. Tanenbaum, “Jaringan Komputer Edisi Bahasa Indonesia dari Computer Networks 3e”, Jilid 2, Prenhallindo, Jakarta, 1997.
- [4] Purbo Onno W., “TCP/IP Standar, Desain, dan Implementasi”, Cetakan keenam, Elex Media Komputindo, Jakarta, 2001.
- [5] William Stallings, *Data and Computer Communications*, Edisi keempat, Prentice-Hall International, 1997.
- [6] DC Green, “Komunikasi Data”, Cetakan Kedua, ANDI Yogyakarta, Yogyakarta, 1998.
- [7] Telkom’97 Elektro Undip, “Rekayasa Trafik”, Elektro Undip, Semarang, 1997.
- [8] B.W. Andi, Eka.I, “Network Simulator-2”, ANDI Yogyakarta, Yogyakarta, 2004.
- [9] Godbole Achyut.S, *Data Communications And Network*, McGraw-Hill, International Editions, New York, 2003.

- [10] Drew Heymond, “Konsep dan Penerapan Microsoft TCP/IP”, ANDI, Yogyakarta, 2001.
- [11] Hunt Craig, *TCP/IP Network Administration*, Second Edition, O’Reilly & Associates, USA, 1997.
- [12] ---, *Routing*, <http://www.in.wikipedia.org/routing>.
- [13] ---, *NS-2*, <http://www.isi.edu/nsnam/ns/version2.29.3>.
- [14] ---, *Throughput*, <http://www.in.wikipedia.org/throughput>
- [15] ---, *Packet Loss*, <http://www.in.wikipedia.org/packetloss>.
- [16] ---, *Delay*, <http://www.in.wikipedia.org/delay>.
- [17] ---, *Packet Switched*, <http://www.itb.co.id>.

Mahardi Sentika (L2F 003 514)



Lahir di Semarang, 27 Juni 1985. Saat ini sedang menyelesaikan studi pendidikan S1 di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang dengan konsentrasi Elektronika Telekomunikasi.

Menyetujui dan mengesahkan,

Dosen Pembimbing I

Sukiswo, S.T., M.T.

NIP. 132 162 548

Tanggal: _____

Dosen Pembimbing II

Ajub Ajulian Zahra, S.T., M.T.

NIP. 132 205 684

Tanggal: _____