repository.ub.ac.id

ANALISIS KINERJA PROTOKOL ROUTING OSPF, RIP DAN EIGRP PADA TOPOLOGI JARINGAN MESH

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan

memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:
Sindy Alvionita
NIM: 155150201111041

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

PENGESAHAN

ANALISIS KINERJA PROTOKOL ROUTING OSPF, RIP DAN EIGRP PADA TOPOLOGI JARINGAN MESH

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan

memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

Sindy Alvionita

NIM: 155150201111041

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada

29 Mei 2019

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I

Ir. Heru Nurwasito, M.Kom

NIP: 196504021990021001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Informatika

Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D

NIP: 19710518 200312 1 001

repository.ub.ac.id

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 28 April 2019

Sindy Alvionita
NIM : 155150201111041

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

PRAKATA

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga laporan skripsi yang berjudul "Analisis Kinerja Protokol *Routing* OSPF, RIP dan EIGRP Pada Topologi Jaringan *Mesh*" ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa ini tidak akan berhasil tanpa bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Heru Nurwasito, M.Kom. selaku Pembimbing skripsi yang telah dengan sabar membimbing dan mengarahkan penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini,
2. Bapak Agus Wahyu Widodo, S.T, M.Cs selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika,
3. Bapak Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika,
4. Bapak Ir. Heru Nurwasito, M.Kom. selaku dosen Penasihat Akademik yang selalu memberikan nasehat kepada penulis selama menempuh masa studi,
5. Ayah dan Ibu dan seluruh keluarga besar atas segala nasihat, kasih sayang, perhatian dan kesabarannya di dalam membesarkan dan mendidik penulis, serta yang senantiasa tiada henti-hentinya memberikan doa dan semangat demi terselesaikannya skripsi ini,
6. Seluruh civitas akademika Informatika Universitas Brawijaya yang telah banyak memberi bantuan dan dukungan selama penulis menempuh studi di Informatika Universitas Brawijaya dan selama penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan, sehingga saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata penulis berharap skripsi ini dapat membawa manfaat bagi semua pihak yang menggunakannya.

Malang, 28 April 2019

Sindy Alvionita

Email: sindy.alvionita@student.ub.ac.id

repository.ub.ac.id

ABSTRAK

Internet merupakan sekumpulan *Autonomous System* yang saling terkoneksi untuk melakukan pengiriman paket data. Dalam melakukan pemilihan *route* untuk melakukan pengiriman data dibutuhkan protokol *routing* tertentu. Penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui protokol *routing* mana yang memiliki kinerja terbaik. Pada penelitian ini menggunakan protokol *routing* OSPF, RIP dan EIGRP yang diimplementasikan pada topologi *mesh* dan diukur kinerjanya berdasarkan parameter *delay*, *update routing table*, *packet loss* dan *throughput*.

Hasil simulasi dan pengujian menunjukkan EIGRP memiliki nilai rata-rata *delay* terendah dibandingkan OSPF dan RIP. Hasil pengujian *update routing table*, EIGRP memiliki nilai update *routing* tercepat dibandingkan OSPF dan RIP. Hasil pengujian packet loss yang dikonfigurasikan menggunakan OSPF, RIP dan EIGRP pada topologi *mesh* yaitu 0% atau tidak terjadi *packet loss*. Hasil pengujian *throughput*, OSPF memiliki nilai *throughput* paling tinggi dibandingkan EIGRP dan RIP. Sehingga EIGRP memiliki kinerja terbaik berdasarkan parameter *delay* dan *update routing table*. Dan OSPF memiliki kinerja terbaik berdasarkan parameter *throughput*.

Kata kunci : protokol *routing*, OSPF, RIP, EIGRP, *mesh*

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

ABSTRACT

The internet is a set of Autonomous Systems that are connected to each other to send data packages. In choosing a route to send data, a certain routing protocol is needed. This research is important to know which routing protocol has the best performance. In this study using OSPF, RIP and EIGRP routing protocols that are implemented in the mesh topology and measured performance based on delay parameters, update routing table, packet loss and throughput.

Simulation and testing results show EIGRP has the lowest average delay value compared to OSPF and RIP. The results of testing the update routing table, EIGRP has the fastest update routing value compared to OSPF and RIP. The packet loss test results which configure with OSPF, RIP and EIGRP in mesh topology are 0% or there is no packet loss. Throughput test results, OSPF has the highest throughput value compared to EIGRP and RIP. So EIGRP has the best performance based on delay parameters and update routing table. And OSPF has the best performance based on throughput parameters.

Key words: *routing protocol*, OSPF, RIP, EIGRP, *mesh*

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR ISI

PENGESAHAN ii
PERNYATAAN ORISINALITAS iii
PRAKATA iv
ABSTRAK v
ABSTRACT vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL x
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan 3
1.4 Manfaat 3
1.4.1 Untuk Penulis 3
1.4.2 Untuk Mahasiswa 3
1.5 Batasan Masalah 3
1.6 Sistematika Pembahasan 3
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN 5
2.1 Kajian Pustaka 5
2.2 Kajian Teori 7
2.2.1 *Routing* 7
2.2.1.1 *Open Shortest Path First* (OSPF) 8
2.2.1.2 *Routing Information Protocol* (RIP) 11
2.2.1.3 *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol* (EIGRP) 13
2.3 Topologi Mesh 14
2.4 Delay 15
2.5 *Update Routing Table* 16
2.6 *Packet loss* 17
2.7 Throughput 18
2.8 Waktu Konvergensi 18
2.9 Cisco Packet Tracer 19

BAB 3 METODOLOGI 20
3.1 Penentuan Objek 21
3.2 Studi Literature 21
3.3 Analisis Kebutuhan 21
3.3.1 Kebutuhan Fungsional 21
3.3.2 Kebutuhan Non Fungsional 22
3.4 Perancangan dan Implementasi 22
3.5 Pengujian sistem dan analisis 23
3.6 Pengambilan kesimpulan 23
BAB 4 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI 24
4.1 Analisis Kebutuhan 24
4.2 Perancangan Sistem Jaringan 25
4.3 Implementasi *Routing* pada Topologi *Mesh* 27
4.3.1 Konfigurasi ip *address* pada Topologi *Mesh* 28
4.4 Konfigurasi Protokol *Routing* OSPF Pada Topologi *Mesh* 34
4.5 Konfigurasi Protokol *Routing* RIP Pada Topologi Mesh 37
4.6 Konfigurasi Protokol Routing EIGRP Pada Topologi Mesh 41
BAB 5 PENGUJIAN DAN ANALISIS 46
5.1 Pengujian Delay 46
5.1.1 Pengujian *Delay* Pada Protokol *Routing* OSPF 46
5.1.2 Pengujian *Delay* Pada Protokol *Routing* RIP 48
5.1.3 Pengujian *Delay* Pada Protokol *Routing* EIGRP 49
5.2 Pengujian *Update Routing Table* 51
5.2.1 Pengujian *Update Routing Table* Pada Protokol *Routing* OSPF 51
5.2.2 Pengujian *Update Routing Table* Pada Protokol *Routing* RIP 52
5.2.3 Pengujian *Update Routing Table* Pada Protokol *Routing* EIGRP 53
5.3 Pengujian Packet Loss 55
5.3.1 Pengujian *Packet Loss* Pada Protokol *Routing* OSPF 55
5.3.2 Pengujian *Packet Loss* Pada Protokol *Routing* RIP 59
5.3.3 Pengujian *Packet Loss* Pada Protokol *Routing* EIGRP 62
5.4 Pengujian *Throughput* 67
5.4.1 Pengujian *Throughput* pada protokol *routing* RIP 67

5.4.1.1 Pengujian *throughput* protokol *routing* RIP pada Topologi *Mesh* 67
5.4.2 Pengujian *throughput* protokol *routing* OSPF 67
5.4.2.1 Pengujian *throughput* protokol *routing* OSPF pada Topologi *Mesh* . 68
5.4.3 Pengujian *throughput* protokol *routing* EIGRP 68
5.4.3.1 Pengujian *throughput* protokol *routing* EIGRP pada Topologi *Mesh* 68
5.5 Pengujian Waktu Konvergensi 70
5.5.1 Pengujian waktu konvergensi protokol *routing* OSPF 70
5.5.2 Pengujian Waktu Konvergensi protokol *routing* EIGRP 71
5.5.3 Pengujian Waktu Konvergensi protokol *routing* RIP 72
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN 74
6.1 Kesimpulan 74
6.2 Saran 75
DAFTAR REFERENSI 76
LAMPIRAN 78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Penulis 5
Tabel 2.2 Tabel Perbedaan RIP Versi 1 dan RIP Versi 2 12
Tabel 5.1 Tabel Pengujian Delay Pada Protokol Routing OSPF.....46

Tabel 5.2 Tabel Pengujian Delay pada RIP 48
Tabel 5.3 Tabel Pengujian Delay Pada EIGRP 49
Tabel 5.5 Tabel Pengujian Update Routing Table OSPF Pada Topologi Mesh..... 52
Tabel 5.7 Tabel Pengujian Update Routing Table RIP Pada Topologi Mesh..... 53
Tabel 5.9 Tabel Pengujian Update Routing Table EIGRP Pada Topologi Mesh ... 53
Tabel 5.11 Tabel Pengujian Packet Loss Pada Topologi Mesh yang menggunakan protokol routing OSPF..... 58
Tabel 5.13 Tabel Pengujian Packet Loss Pada Topologi Mesh yang menggunakan protokol routing RIP..... 61
Tabel 5.15 Tabel Pengujian Packet Loss Pada Topologi Mesh yang menggunakan protokol routing EIGRP 65
Tabel 5.17 Hasil Simulasi Packet Loss Pada Topologi Mesh 66
Tabel 5.18 Tabel Pengujian Throughput RIP Pada Topologi Mesh..... 67
Tabel 5.20 Tabel Pengujian Throughput OSPF Pada Topologi Mesh..... 68
Tabel 5.22 Tabel Pengujian Throughput EIGRP Pada Topologi Mesh 68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Routing OSPF 9
Gambar 2.2 Hirarki Routing OSPF 10
Gambar 2.3 Skema Routing RIP 12
Gambar 2.4 Topologi Mesh..... 15
Gambar 2.5 Skema Delay..... 15
Gambar 2.6 Skema Packet Loss 17
Gambar 3.1 Flowchart Metodologi.....20
Gambar 3.2 Rancangan Sistem Topologi Mesh.....22
Gambar 4.1 Rancangan Sistem Jaringan Mesh.....25
Gambar 4.2 Router.....26
Gambar 4.3 Switch 26
Gambar 4.4 PC Client 26
Gambar 4.5 Server 26
Gambar 4.6 Kabel Serial..... 27
Gambar 4.7 Kabel Straight 27
Gambar 4.8 Rancangan dan Implementasi Sistem Jaringan Mesh..... 28
Gambar 4.9 Contoh Traceroute pada protokol routing OSPF 37
Gambar 4.10 Contoh traceroute pada protokol routing RIP 41
Gambar 4.11 Contoh traceroute pada protokol routing EIGRP 45
Gambar 5.1 Pengujian Delay Pada Topologi Mesh yang menggunakan OSPF.....47
Gambar 5.3 Pengujian Delay Pada Topologi Mesh yang menggunakan RIP 49
Gambar 5.5 Pengujian Delay Pada Topologi Mesh yang menggunakan EIGRP.... 50
Gambar 5.7 Grafik Hasil Simulasi Delay..... 51
Gambar 5.8 Grafik Hasil Simulasi Update Routing Table..... 54
Gambar 5.13 Topologi Jaringan Mesh 56
Gambar 5.14 Test ping untuk mengetahui packet loss 56
Gambar 5.15 Test ping untuk mengetahui packet loss 57
Gambar 5.16 Test ping untuk mengetahui packet loss 58
Gambar 5.21 Topologi Jaringan Mesh 59
Gambar 5.22 Test ping untuk mengetahui packet loss 60
Gambar 5.23 Test ping untuk mengetahui packet loss 60
Gambar 5.24 Test ping untuk mengetahui packet loss 61
Gambar 5.29 Topologi Jaringan Mesh 63
Gambar 5. 30 Test ping untuk mengetahui packet loss 63
Gambar 5.31 Gambar Test ping untuk mengetahui packet loss 64
Gambar 5.32 Gambar Test ping untuk mengetahui packet loss 65
Gambar 5.34 Grafik Hasil Simulasi Packet Loss Pada Topologi Mesh 66

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Gambar 5.35 Grafik Hasil Simulasi Throughput 69

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dunia teknologi di era digital mengalami perkembangan yang pesat, seperti halnya internet. Internet atau *interconnection networking* merupakan salah satu teknologi yang sangat dibutuhkan oleh pengguna internet saat ini. Perkembangan Internet saat ini begitu pesat, hampir sebagian besar dari perangkat teknologi IT (*Information Technology*) saat ini saling terkoneksi antara perangkat dengan perangkat yang lain sehingga dapat berkomunikasi atau melakukan pertukaran data. Teknologi internet digunakan oleh pengguna internet untuk melakukan pengiriman paket data dengan cepat sampai ke node tujuan(Priyono, 2012). Jaringan internet yang saling berkomunikasi tersebut menggunakan protokol *routing* untuk mengirimkan paket data dari *source node* ke *destination node*.

Internet merupakan sekumpulan *Autonomous System* yang saling terkoneksi untuk melakukan pengiriman paket data menggunakan standar *Transmission Control Protocol/Internet Protokol* (TCP/IP) (Sofana, 2012). TCP/IP menyediakan konektivitas *end to end* dan menspesifikan bagaimana format data, pengalamatan, transmisi, pemilihan *route* hingga data tersebut sampai ke node tujuan. Dalam melakukan pemilihan *route* untuk melakukan pengiriman data dibutuhkan protokol *routing* tertentu. Proses pemilihan *route* dari node sumber ke node tujuan disebut dengan proses *routing*. Ada 2 tipe metode *routing* yaitu *static routing* dan dynamic *routing*. Proses *static routing* dilakukan oleh *network administrator* dengan cara *entry* manual untuk melakukan pemilihan *route* pada jaringan tersebut. Sedangkan proses *routing* dinamis melakukan penentuan *route* secara otomatis berdasarkan informasi *ip network* yang diterima oleh *router*.

Protokol *routing* adalah suatu ketentuan untuk mempertukarkan *routing information* sehingga akan membentuk sebuah *routing table* yang berfungsi untuk melakukan pengalamatan paket data dari *source node* ke *destination node*. Protokol *routing* ini berfungsi mencari *route* terbaik untuk melakukan pengiriman paket data ke *destination node*. *Routing Protocol* diklasifikasikan menjadi dua, yakni Intra-*Autonomous System Routing Protocol* dan Inter-*Autonomous System Routing Protocol*. Intra-*Autonomous System Routing Protocol* adalah *routing protocol* yang diimplementasikan pada jaringan internal di dalam suatu *Autonomous System,* yaitu sebuah jaringan yang diatur oleh seorang *network Administrator* tertentu yang memiliki kendali sendiri untuk mengatur kebijakan routing pada suatu *Autonomous System*. Contoh dari Intra-*Autonomous System Routing Protocol* yaitu protokol routing RIP dan OSPF. Sedangkan Inter-*Autonomous System Routing Protocol* adalah *routing protocol* yang diimplementasikan untuk menghubungkan suatu *Autonomous System* yang satu dengan *Autonomous System* yang lain. Contoh Inter-*Autonomous System Routing Protocol* yaitu BGP (Medhi, 2007).

Penelitian terdahulu yang pernah dilakukan oleh Dewi Yolanda dengan tujuan untuk membandingkan kinerja protokol routing EIGRP dan OSPF pada

topologi jaringan hybrid. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa EIGRP memiliki waktu konvergensi paling cepat. EIGRP juga memiliki rata-rata throughput yang lebih baik daripada OSPF (Yolanda, 2012). Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Wahyu Sasongko Jati bertujuan untuk membandingkan perfomansi dari protokol *routing* OSPF dan RIP pada jaringan *Local Area Network* (LAN). Hasil simulasi membuktikan bahwa protokol *routing* OSPF lebih cepat dalam melakukan pengiriman data (Jati, 2018).

Penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui protokol *routing* mana yang memiliki kinerja atau perfomansi terbaik untuk diimplementasikan di topologi mesh berdasarkan parameter yang ditentukan. Karena masing-masing protokol *routing* dan topologi memiliki ciri-ciri yang berbeda serta memiliki kelebihan dan kekurangan yang berbeda. Sehingga dalam penelitian ini akan melakukan pengujian terhadap protokol *routing* RIP, OSPF dan EIGRP yang bertujuan untuk menganalisa kinerja protokol *routing* mana yang memberikan hasil perfomansi terbaik pada topologi *mesh*. Penelitian ini menggunakan simulator *software Cisco Packet Tracer 5.3*. Pada penelitian ini melakukan pengujian kinerja protokol *routing* OSPF, RIP dan EIGRP menggunakan 4 parameter yaitu berdasarkan *delay*, *update routing table*, *packet loss* dan *throughput.* Hipotesis yang dapat ditarik pada penelitian ini adalah protokol *routing* EIGRP memiliki kinerja terbaik dibandingkan dengan OSPF dan RIP karena EIGRP mengkombinasikan sifat dari protokol OSPF dan RIP.

Di dalam suatu *Autonomous System* terdapat topologi jaringan yang diimplementasikan. Topologi merupakan suatu tatanan untuk menghubungkan beberapa komputer atau perangkat-perangkat jaringan yang digunakan menjadi suatu jaringan yang saling terhubung. Terdapat bermacam-macam jenis topologi yang digunakan pada jaringan internet saat ini yaitu topologi *ring, tree, star, mesh, bus* dan *hybrid*. Topologi *mesh* yaitu topologi yang memiliki ciri-ciri *point to point* dalam suatu jaringan. Topologi *mesh* baik diimplementasikan pada suatu jaringan karena jika ada jalur putus maka dapat melewati jalur alternatif atau jalur lain (Sofana,2012). Pada penelitian ini menggunakan objek penelitian yaitu Topologi Jaringan Kampus Universitas Brawijaya dengan batasan penelitian yaitu jaringan UB yang terdiri atas LAN FILKOM, LAN Kedokteran, LAN Perpustakaan, LAN Rektorat dan LAN Pertanian.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang terdapat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan protokol *routing* OSPF, RIP dan EIGRP pada topologi jaringan *mesh*?
2. Bagaimana kinerja protokol *routing* OSPF, RIP dan EIGRP pada topologi jaringan *mesh* berdasarkan parameter *delay*, *update routing table*, *packet loss, throughput* dan waktu konvergensi?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui cara mengimplementasikan *routing protocol* OSPF, RIP dan EIGRP pada topologi jaringan *mesh*
2. Mengetahui kinerja protokol *routing* OSPF, RIP dan EIGRP pada topologi jaringan *mesh* berdasarkan parameter *delay*, *update routing table*, *packet loss, throughput* dan waktu konvergensi.

1.4 Manfaat

1.4.1 Untuk Penulis

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Penulis dapat mengimplementasikan ilmu yang didapat selama perkuliahan di Universitas Brawijaya.
- Penulis mendapatkan pengetahuan lebih lanjut tentang sistematika kinerja *routing* OSPF, RIP dan EIGRP.
- Penulis mendapatkan pengetahuan lebih lanjut tentang perbandingan perfomansi *routing* OSPF, RIP dan EIGRP pada topologi *mesh*.

1.4.2 Untuk Mahasiswa

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Mendapatkan pengetahuan tentang protokol routing OSPF, RIP dan EIGRP.
- Sebagai referensi pembelajaran mahasiswa yang memiliki minat yang sama yaitu Mahasiswa Teknik Informatika keminatan Komputasi Berbasis Jaringan.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang dibahas penulis untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Peneliti melakukan perbandingan kinerja *routing protokol* OSPF, RIP dan EIGRP pada satu *Autonomous System*.
2. Peneliti membatasi area penelitian yaitu pada topologi *mesh*.
3. Peneliti menggunakan simulator *software Cisco Packet Tracer 5.3*.
4. Peneliti melakukan pengujian dengan menggunakan 5 parameter yaitu *delay*, *update routing table*, *packet loss*, *throughput* dan waktu konvergensi.
5. Peneliti membatasi objek penelitian yaitu Jaringan Kampus Universitas Brawijaya yang terdiri atas jaringan LAN FILKOM, LAN Kedokteran, LAN Perpustakaan, LAN Rektorat dan LAN Pertanian.

1.6 Sistematika Pembahasan

Sistematika penulisan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini memuat tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah serta sistematika pembahasan dari kinerja protokol *routing* OSPF, RIP dan EIGRP pada topologi *mesh* yang akan dibandingkan.

BAB II LANDASAN KEPUSTAKAAN

Pada bab ini memuat tentang kajian pustaka dari peneliti terdahulu serta kajian teori tentang protokol *routing*, topologi, *delay*, *update routing table*, *packet loss* dan *throughput* serta hal-hal lain yang berhubungan dengan penelitian ini.

BAB III METODOLOGI

Pada bab ini memuat tentang langkah-langkah penelitian yang diterapkan dalam penelitian ini meliputi penentuan objek, studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan, simulasi, pengujian sistem dan analisis, dan yang terakhir adalah pengambilan kesimpulan.

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Pada bab ini membahas tentang analisis kebutuhan dan gambaran umum dari perancangan sistem yang terdapat pada penelitian ini dan mengimplementasikan *routing protokol* OSPF, RIP dan EIGRP pada topologi *mesh*.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini dilakukan pengujian pada sistem yang sudah diimplementasikan pada simulator. Setelah dilakukan pengujian maka dapat dianalisis hasil yang diperoleh dari pengujian tersebut. Dan pada bagian ini memuat tentang hasil dan analisis perbandingan *routing protokol* OSPF, RIP dan EIGRP pada topologi *mesh* dengan menggunakan parameter *delay*, *update routing table*, *packet loss* dan *throughput*.

BAB VI PENUTUP

Pada bab ini memuat tentang kesimpulan dan saran berdasarkan metodologi dan hasil penelitian yang telah dilakukan tentang analisis *routing* protokol OSPF, RIP dan EIGRP pada topologi *mesh* dari penelitian yang sudah dilakukan oleh penulis.

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Dalam bab ini memuat tentang kajian pustaka dari peneliti terdahulu dan kajian teori dari literatur ilmiah yang berkaitan dengan penelitian ini sebagai referensi untuk menganalisis perbandingan perfomansi dari *routing protokol* OSPF, RIP dan EIGRP pada topologi jaringan *mesh.*

2.1 Kajian Pustaka

Ada beberapa penelitian yang memuat topik mengenai perfomansi *routing protokol* OSPF, RIP dan EIGRP. Perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis dapat diuraikan pada tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Penulis

No	Penulis	Objek	Perbedaan	
			Peneliti Terdahulu	**Penelitian Penulis**
1.	Hasanah, Febri Dkk(2014)	Analisis kinerja protokol *routing* dinamis RIP pada topologi *ring* menggunakan *cisco packet tracer*	Menghitung QoS pengiriman data pada protokol *routing* RIP dengan parameter yaitu *delay*, *packet loss* dan *throughput*	Penulis mengimplementasikan protokol *routing* OSPF, RIP dan EIGRP pada topologi *mesh.* Penulis menggunakan parameter yaitu *delay*, *update routing table* dan p*acket loss*.
2.	Novendra, Yoldi Dkk(2018)	Perbandingan kinerja routing OSPF dan EIGRP	Membandingkan protokol *routing* OSPF dan EIGRP dengan parameter *throughput*, *delay* dan *packet loss*	Penulis menggunakan parameter yaitu *delay*, *update routing table* dan *packet loss* untuk pengujian *routing* protokol OSPF, RIP dan EIGRP pada topologi *mesh*
3.	Yolanda, Dewi dkk(2012)	Analisis *routing protokol* EIGRP dan OSPF menggunakan OPNET	Melakukan perbandingan *routing* EIGRP dan OSPF dengan menggunakan *delay*, *jitter*, *throughput*	Penulis melakukan perhitungan *delay*, *update routing table* dan *packet loss* pada OSPF, RIP dan EIGRP. Selain itu penulis berfokus pada topologi *mesh*

4.	Sasongko, Wahyu (2017)	Analisis Kinerja OSPF dan RIP menggunakan Alat simulasi yaitu *Cisco Packet Tracer*	Membandingkan kinerja protokol routing OSPF dan RIP pada topologi sederhana dan kompleks menggunakan cisco packet tracer	Penulis melakukan perhitungan *delay*, *update routing table* dan *packet loss* pada OSPF, RIP dan EIGRP. Selain itu penulis berfokus pada topologi mesh
5.	Riskiono, Dadi Dkk(2018)	Menganalisis Perfomansi Metode *Routing* OSPF dan RIP	Membandingkan kinerja OSPF dan RIP dengan parameter *delay, packet loss* dan *throughput*	Penulis menggunakan parameter yaitu *delay*, *update routing table* dan *packet loss* untuk pengujian *routing* protokol OSPF, RIP, EIGRP pada topologi *mesh*

Penelitian yang pertama adalah penelitian oleh Febri Uswatun Hasanah yang memiliki tujuan untuk mengetahui perbandingan kinerja *routing* dinamis RIP pada suatu area LAN dengan kinerja routing statis menggunakan parameter *delay*, *packet loss* dan *throughput* (Hasanah, 2014). Penelitian berikutnya adalah penelitian oleh Yoldi Novendra yang memiliki tujuan untuk mengetahui perbandingan 2 buah *routing* protokol yaitu OSPF dan EIGRP yang akan dianalisis kinerjanya menggunakan parameter seperti *delay*, *throughput*, *packet loss* untuk mengirimkan paket data audio dan video. Hasil dalam penelitian ini yaitu *routing protocol OSPF* memiliki nilai *throughput*, *delay*, *paket loss* yang lebih kecil dibandingkan *routing EIGRP* (Novendra, et al., 2018).

Penelitian ketiga adalah penelitian yang dilakukan oleh Dewi Yolanda dengan tujuan untuk membandingkan kinerja protokol routing EIGRP dan OSPF pada topologi jaringan hybrid. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa EIGRP memiliki waktu konvergensi paling cepat. EIGRP juga memiliki rata-rata throughput yang lebih baik daripada OSPF(Yolanda, 2012). Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Wahyu Sasongko Jati bertujuan untuk membandingkan perfomansi dari protokol *routing* OSPF dan RIP pada jaringan *Local Area Network* (LAN). Hasil simulasi membuktikan bahwa protokol *routing* OSPF lebih cepat dalam melakukan pengiriman data (Jati, 2018).

Pada penelitian ini, penulis akan membandingkan kinerja atau perfomansi routing protokol OSPF, RIP dan EIGRP pada topologi mesh menggunakan *cisco packet tracer*. Pada penelitian ini, penulis akan membandingkan protokol routing OSPF, RIP, EIGRP menggunakan parameter *delay*, *update routing table*, *packet loss* dan *throughput* pada topologi *mesh*. Dalam suatu jaringan komputer, topologi adalah suatu proses penyusunan node agar saling terhubung. Topologi *mesh* adalah topologi yang saling terhubung antara satu node dengan node lainnya secara langsung. Penulis juga menggunakan *routing protokol* untuk melakukan pengiriman paket data yang ada pada jaringan tersebut. Pada penelitian ini, penulis menggunakan *routing protoko*l OSPF, RIP dan EIGRP. RIP adalah routing *protokol* dengan metode *distance vector* yang menggunakan algoritma *Bellman-ford*. OSPF adalah protokol *routing linkstate* dengan menggunakan algoritma *djikstra* (Sofana,2012). Sedangkan EIGRP adalah protokol *routing* yang menggunakan algoritma *Hybrid*.

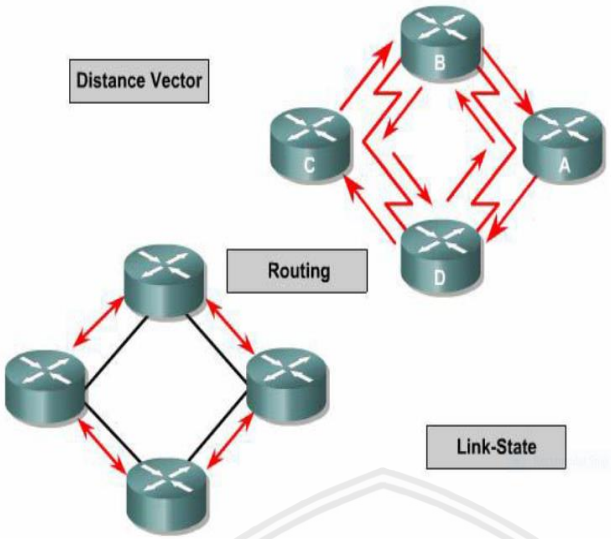
2.2 Kajian Teori

2.2.1 *Routing*

Routing adalah suatu proses menentukan *route* atau jalur yang digunakan untuk mengirimkan paket data dari *source node* ke *destination node* (Kurose, 2013). *Routing* merupakan suatu aturan yang digunakan untuk memindahkan paket data dari satu jaringan ke jaringan yang berbeda dengan cara *forwarding* paket data pada *output port* dari suatu router ke jaringan yang menjadi tujuannya. Perangkat yang diimplementasikan untuk melakukan *routing* adalah router. Sebuah router melakukan *forwading* paket data berdasarkan IP *address* yang ditentukan oleh proses *routing* tersebut. Proses *routing* digunakan untuk menentukan jalur terbaik dari node sumber ke node tujuan. Jalur terbaik yang dipilih adalah jalur yang memiliki *cost* terendah.

Ada dua jenis metode *routing* yaitu *static routing* dan *dynamic routing*. Pada *static routing* , seorang *network administrator* harus memasukkan *route* atau jalur yang dipilih secara manual ke tabel *routing* untuk menuju ke node tujuan. Sehingga pada *routing* statis, jika terdapat perubahan topologi maka seorang *network administrator* harus melakukan *update* konfigurasi tabel *routing* secara manual. Sedangkan r*outing* dinamis menggunakan *routing* protokol untuk membuat tabel *routing* sehingga jika terjadi perubahan topologi maka tabel *routing* dapat berubah secara otomatis.

Algoritma *routing* dapat dibagi menjadi 2 kategori yaitu *distance vector* dan *Link state protocol*.



(Sumber: Cisco Book)

Pada algoritma *routing distance vector* disebut juga dengan algoritma *Bellman-Ford*. Pada *distance vector* menggunakan perhitungan hop untuk menentukan jarak terpendek antar router. Pada algoritma *routing distance vector,* antar router melakukan penyalinan tabel routing secara berkala. Tabel routing pada *distance vector* akan di*update* secara otomatis oleh router yang saling terhubung secara langsung jika terdapat perubahan informasi *routing*. Karena pada algoritma *routing distance vector,* setiap router menerima informasi *routing* table dari router yang saling berdekatan

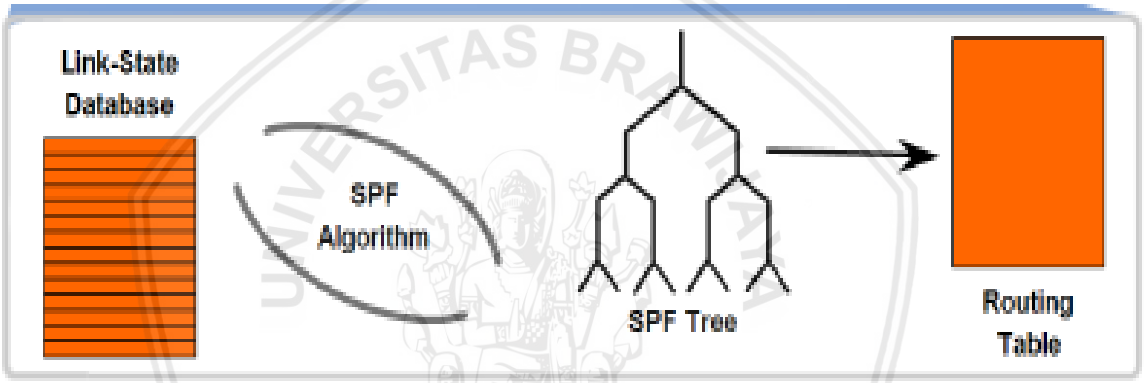
Pada algoritma *link state* dapat juga disebut *Djikstra algorithm*. Pada algoritma *routing link state*, setiap router memiliki informasi tentang topologi jaringan dan link cost dari semua router di jaringan tersebut. Informasi tersebut didapatkan melalui *link-state broadcast*. *Link-state broadcast* tersebut digunakan oleh sebuah router untuk mengirimkan pemberitahuan ke semua node via *broadcast* tentang perubahan informasi dari jaringan tersebut. Sehingga semua node memiliki informasi yang sama dan lengkap dalam jaringan tersebut. Masing-masing node akan menjalankan algoritma *link-state* dan dapat melakukan komputasi untuk menentukan *least-cost* atau cost terendah.

2.2.1.1 *Open Shortest Path First* (OSPF)

OSPF adalah sebuah *routing protokol link state* yang diimplementasikan dalam sebuah intra *Autonomous System*. Dalam sebuah intra *Autonomous System* atau yang disebut dengan jaringan internal, seorang *network Administrator* berhak mengatur kebijakan *routing*nya secara independen. OSPF merupakan protokol *routing* yang bersifat *open*. Protokol *routing* OSPF menggunakan Djikstra. OSPF *algorithm* menggunakan metode *link state* untuk menghitung *shortest path* ke semua *destination node*. Protokol *routing link state* memiliki informasi yang

lengkap dan akurat tentang jaringan yang digunakan pada setiap router. Pada OSPF, sebuah router melakukan *broadcast* informasi *routing* kepada semua router dalam suatu *Autonomous System*. Sebuah router mengirimkan *broadcast link-state* jika terdapat perubahan informasi pada jaringan seperti perubahan *cost* dan status jaringan berubah. Jika tidak terdapat perubahan informasi, sebuah *broadcast link-state* tetap dikirimkan secara periodik yaitu satu kali dalam waktu 30 menit.

Protocol *routing* OSPF mempunyai karakteristik yaitu ketika status jaringan berubah dapat ditanggapi dengan cepat. Pada protokol *routing* OSPF menggunakan teknologi *link-state* yang sangat baik dalam melakukan *update* saat terjadi perubahan informasi *route* atau perubahan status jaringan. Meskipun tidak terjadi perubahan jaringan, sebuah protokol *routing* OSPF tetap mengirimkan *update* secara periodik. Masing-masing router di dalam sebuah area OSPF mempunyai *link-state database* yang sama.



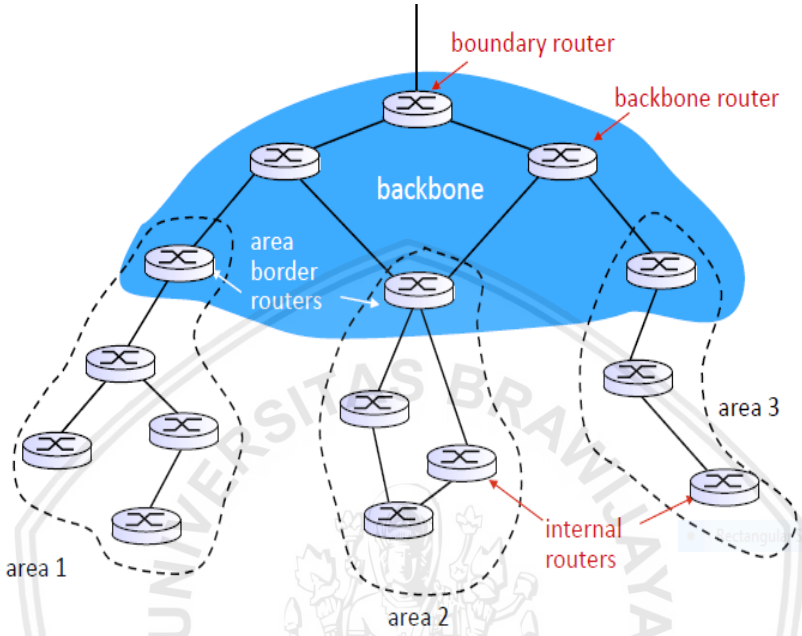
Gambar 2.1 Skema *Routing OSPF*

(Sumber: Cisco Book)

OSPF router membuat dan menyimpan *link-state database* yang terdiri atas LSA yang diterima dari router lainnya. Informasi yang terdapat dalam database digunakan untuk mengeksekusi algoritma SPF *Djikstra*. Algoritma SPF digunakan untuk membuat SPF *Tree*. Selanjutnya SPF Tree tersebut digunakan untuk membentuk *routing table*. OSPF memiliki default *Administrative distance* yaitu 110. OSPF juga dilengkapi sistem Authentikasi yang berfungsi untuk melakukan enkripsi informasi *routing*, sehingga router hanya menerima informasi *update routing* dari router lain yang memiliki konfigurasi yang sama pada kata sandi dan informasi Authentikasi.

OSPF dikonfigurasikan dalam sebuah *Autonomous System* berskala besar menggunakan konsep hirarki *routing* dalam suatu area. Protokol *routing* OSPF yang diimplementasikan terbagi menjadi beberapa area. Masing-masing area menjalankan algoritma routing *link-state* miliknya sendiri, dengan setiap router di dalam sebuah area melakukan *broadcast link state* miliknya kepada semua router diarea tersebut. *Area border routers* memiliki informasi routing di area miliknya sendiri dan melakukan *advertise* informasi routing tersebut ke *Area border routers*

yang lain. Pada *Backbone Router* menjalankan protokol routing OSPF di area *backbone,* yang berfungsi untuk mengatur trafik *routing* antar *Area border routers* dalam sebuah *Autonomous System*. Dan Boundary Router berfungsi untuk menghubungkan ke *Autonomous System* yang lain.



Gambar 2.2 Hirarki *Routing* OSPF

(Sumber: Cisco Book)

Open Shortest Path First (OSPF) menggunakan lima tipe paket untuk melakukan proses routing. Enkapsulasi paket pada protokol routing OSPF menggunakan IP protokol 89. Paket tersebut dienkapsulasi pada layer *data-link*.

- *HELLO*
  Paket *Hello* digunakan untuk mengetahui router tetangga dan membuat hubungan dengan router tetangga. Sehingga dengan menggunakan paket ini, router tersebut mengetahui router mana saja yang menjadi tetangganya. Paket *hello* berisi router ID yang melakukan transmisi tersebut. Paket *hello* akan dikirimkan menggunakan alamat multicast 224.0.0.5. Jika suatu router mengirim 4 kali paket Hello tetapi tidak ada balasan maka router tetangga dinyatakan down.
- *Database Decription* (DBD)
  Database Decription digunakan untuk melakukan sinkronisasi database antar router atau digunakan untuk melakukan pertukaran *database* antar router. Dan router mengirimkan *update* informasi *database* yang lengkap kepada router yang berdekatan.
- *Link State Request*

Paket *Link State Request* digunakan untuk melakukan request *database link state* dari router tetangga karena ada bagian *record database* yang dimiliki hilang atau tidak lengkap. Sehingga *Link State Request* digunakan untuk meminta *record database* yang ter*update* dari router tetangga.

- *Link State Update*

  Paket *Link State Update* ini digunakan untuk menanggapi *request* atau permintaan *Link State Request* yang meminta *record database* terbaru dari router tetangga tersebut. LSU berisi satu atau lebih *Link State Advertisement* (LSA). LSA tersebut mempunyai informasi tentang router tetangga dan *path cost*.

- *Link State Acknowledgment*

  Paket *Link State Acknowledgment* ini digunakan untuk mengirimkan *acknowledgement* ketika LSU telah diterima oleh router. Paket ini dikirim sebagai verifikasi jika paket *Link State Update* telah diterima router tersebut. *Link State Acknowledgment* dikirim menggunakan alamat multicast 224.0.0.5

2.2.1.2 *Routing Information Protocol* (RIP)

RIP adalah sebuah *routing protocol* berbasis *distance-vector* yang diimplementasikan di dalam suatu Autonomus System atau yang disebut dengan intra *Autonomous System*. Protokol *routing* ini pertama kali dikenalkan pada tahun 1982 versi UNIX yang mendukung TCP/IP. Protokol *routing* RIP ini semakin dikembangkan sehingga terdapat RIP *version* 1 [RFC 1058] dan RIP *version* 2 [RFC 2453](Kurose, 2013). Sampai saat ini protokol *routing* RIP ini masih digunakan pada arsitektur jaringan komputer.

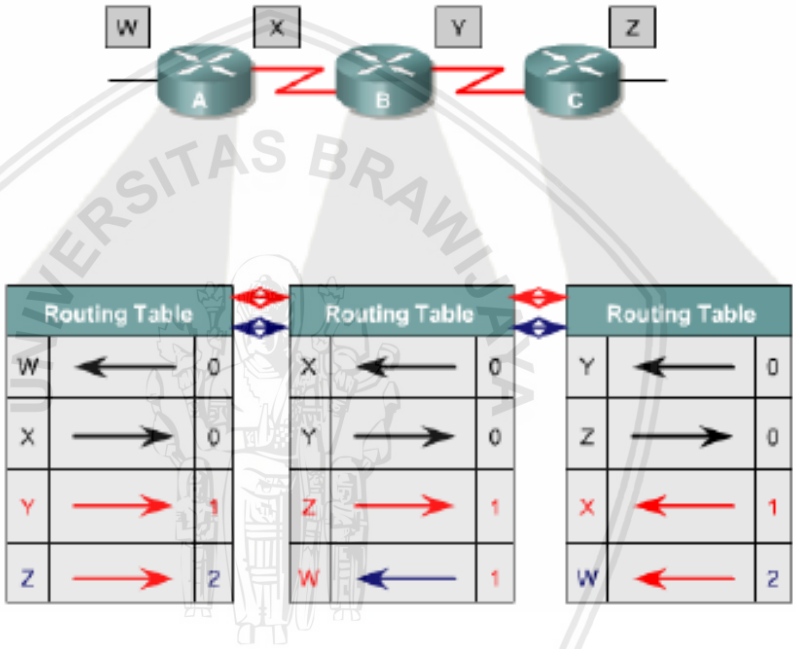
Routing Information Protocol (RIP) ini menggunakan *hop count* untuk melakukan perhitungan *cost*, sehingga setiap *link* mempunyai *cost* yaitu 1. Jumlah *Hop* pada routing RIP ini adalah jumlah *subnet* yang dilewati dari router sumber ke *subnet* tujuan. Jumlah *hop* maksimal pada RIP dibatasi sampai 15 *hop*. Pada protokol *routing* RIP, *router update* dipertukarkan antar router tetangga setiap 30 detik sekali menggunakan sebuah RIP *response message*. *Response message* pada RIP dikenal juga dengan RIP *advertisement*.

Kegagalan pada RIP terjadi, jika tidak ada RIP *response message* dalam waktu 3 menit maka dapat diindikasikan sebuah *link* dinyatakan *down* atau mati. Jika keadaan tersebut terjadi maka jalur menuju *link* tersebut dinyatakan tidak valid atau *invalid* sehingga RIP *advertisement* dibagikan ke router tetangga, selanjutnya router tetangga mengirimkan *advertisement* baru ke router tetangga lainnya bahwa ada perubahan tabel *routing*. Kekurangan dari RIP ini yaitu bisa terjadi *count to infinity* atau *routing loop* yang dapat menyebabkan terjadinya looping yang terus menerus. *Count to infinity* ini dapat dicegah dengan menggunakan *poison*

reverse. *Poison reverse* ini menggunakan sebuah *infinite link* dengan membatasi jumlah link yaitu 16 *hop*.

Tabel 2.2 Tabel Perbedaan RIP Versi 1 dan RIP Versi 2

RIP Pada Versi 1	RIP Pada Versi 2
Routing bersifat *Classfull*	*Classless routing*
Tidak terdapat Authentikasi	Authentikasi MD 5
Tidak *support* VLSM	Mendukung VLSM



Gambar 2.3 Skema *Routing* RIP

(Sumber: Cisco Book)

Cara kerja *Routing Informatin Protocol* (RIP) adalah dengan menggunakan *hop count* adalah seperti ini, sebuah router akan melakukan broadcast untuk mengirimkan *request* message ke seluruh *neighbor* router yang ada pada jaringan tersebut. Pada *neighbor* router menerima *request* message tersebut dan memberikan tanggapan berupa *response message. Response message* berisi routing tabel milik *neighbor* router tersebut. Sebuah router yang menerima *response message* tersebut memeriksa routing tabel miliknya sendiri, apabila dari informasi yang terdapat pada *response message* tidak ada pada tabel *routing* maka informasi tersebut akan dimasukkan ke dalam *entry* tabel *routing*. Tetapi jika informasi tersebut sudah ada di tabel *routing*, maka informasi yang memiliki metrik *hop count* terendah atau *cost* terkecil yang disimpan dalam tabel *routing.*

2.2.1.3 *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol* (EIGRP)

EIGRP merupakan sebuah *routing protocol* khusus yang dibuat *cisco* sehingga hanya dapat digunakan oleh router *cisco* (Novendra, 2018). EIGRP merupakan protokol *routing hybrid* yang mengkombinasikan metode *link state* dan metode *distance vector*. EIGRP menggunakan algoritma *routing Diffusing Update Algorithm* (DUAL) untuk menentukan *shortest path* ke node tujuan. EIGRP memiliki standar *administrative distance* yang telah disepakati yaitu 90. EIGRP menggunakan port 88 untuk melakukan pertukaran informasi *routing.*

EIGRP memiliki kelebihan yaitu memiliki waktu konvergensi tercepat dengan menggunakan algoritma DUAL(Dirgantara, 2017). Dengan algoritma DUAL, EIGRP akan mengetahui jalur tanpa harus menunggu *update* dari router lain . Dengan DUAL, EIGRP akan memilih router mana yang menjadi *successor* dan *feasible succesor. Succesor* merupakan router yang memiliki jalur *routing* paling efisien untuk menuju node tujuan. Sedangkan *feasible succesor* merupakan jalur *back up* yang digunakan jika router *succesor*nya mati. Keunggulan dari EIGRP lainnya adalah loop free 100% yang berarti EIGRP akan bebas atau terhindar dari *loop* atau pengulangan jalur *routing* dari node sumber ke node tujuan. Pada router yang dikonfigurasikan dengan protokol routing EIGRP memiliki tiga tabel yaitu pertama, *Neighbor Table* yang memuat daftar informasi alamat router tetangga dan *interface*. Tabel kedua yaitu *Topology Table* yang memuat semua daftar informasi *routing* yang telah dipelajari dari semua router tetangga. Dan Tabel ketiga, *routing table* yang memuat informasi jalur *routing* terbaik dari *Topology table*. EIGRP memiliki banyak metrik yaitu *throughput*, *delay*, *load* dan *reliability*. EIGRP melakukan update informasi *routing* ketika terjadi perubahan jaringan dengan menggunakan alamat multicast yaitu 224.0.0.10. Tetapi perubahan informasi *routing* tersebut hanya dikirimkan kepada router yang terpengaruh langsung sehingga EIGRP sangat efisien dalam penggunaan *Throughput* (Musril, 2015).

EIGRP memiliki lima tipe paket untuk melakukan proses routing (Taufik, 2015) yaitu :

- *Hello Packet*

  EIGRP menggunakan *Hello Packet* untuk mengetahui router tetangganya dan membuat hubungan dengan router tetangganya. Paket *hello* juga dikirimkan oleh EIGRP mengetahui router tetangganya hidup atau mati. Jika router penerima membalas paket hello tersebut maka akan terjadi hubungan adjency sehingga antar router dapat bertukar informasi *routing* yang akan disimpan ke tabel *routing*. Tetapi jika router penerima

tidak membalas dalam waktu 45 detik, maka router tersebut dianggap *down*.

- *Update Packet*

  EIGRP menggunakan *Update Packet* secara unicast dan multicast untuk mengirimkan perubahan informasi *routing*. *Update packet* hanya memuat data perubahan saja atau yang disebut *partial packet*.

- *Query Packet*

  Jika suatu router kehilangan informai *routing,* maka router akan mengirim *query* ke router tetangga untuk mengetahui informasi routing yang hilang tersebut.

- *Reply Packet*

  Reply Packet adalah paket balasan dari query paket yang memuat informasi *routing. Reply Packet* akan dikirimkan kepada router yang mengirim *query packet* tadi.

- *ACK Packet*

  Acknowledgment Packet dikirimkan ketika paket *update* informasi *routing* telah diterima oleh sebuah router.

2.3 Topologi Mesh

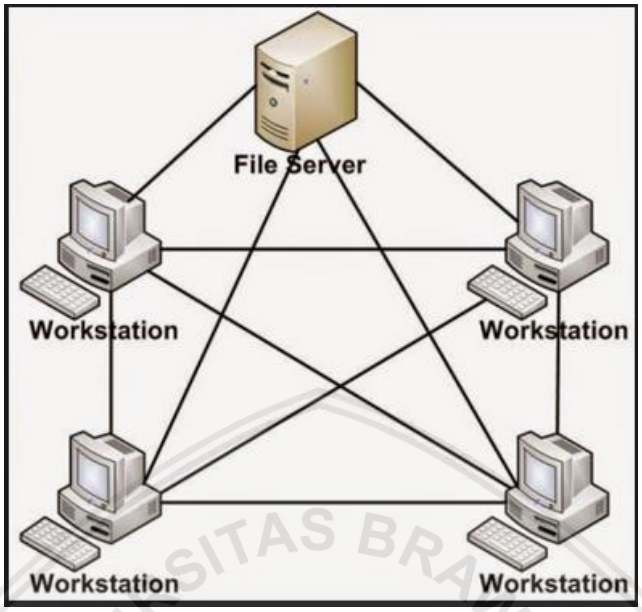
Topologi mesh ini telah dikembangkan dan digunakan untuk jaringan internet seperti *home automation system*, *smart HVAC control*, dan *smart building* (Ray, 2015). Topologi *mesh* adalah sebuah topologi yang menghubungkan setiap perangkat jaringan secara langsung dari satu node ke node lainya atau disebut dengan hubungan *point to point*. Pada topologi *mesh*, semua node yang terhubung dapat bekerja sama untuk mendistribusikan paket data secara langsung. Sehingga masing masing node terhubung satu dengan yang lain dalam suatu jaringan menggunakan kabel tunggal. Topologi *mesh* adalah topologi yang sekarang ini banyak diimplementasikan di dunia jaringan komputer, yang memiliki ciri ciri yaitu setiap node sumber mempunyai banyak jalur untuk menuju node *destination*. dimana dijumpai banyak jalur untuk menuju sebuah lokasi. Jumlah koneksi didalam sebuah jaringan *mesh* dapat diketahui dengan rumus : n(n-1)/2 dengan n yaitu jumlah router.

Keunggulan dari topologi *mesh* ini adalah sebagai berikut:

- Topologi *mesh* dapat mengatur trafik jaringan yang tinggi karena beberapa perangkat jaringan dapat mentransmisikan data secara simultan.
- Pada topologi *mesh,* jika ada kegagalan atau *down* di salah satu perangkat jaringan maka tidak akan terjadi *failure* dijaringan tersebut karena terdapat perangkat jaringan lainnya yang dapat mentransmisikan data.

Dan berikut kelemahan dari Topologi *mesh* adalah sebagai berikut:

- Biaya untuk mengimplementasikan topologi *mesh* paling tinggi dibandingkan dengan topologi lainnya.

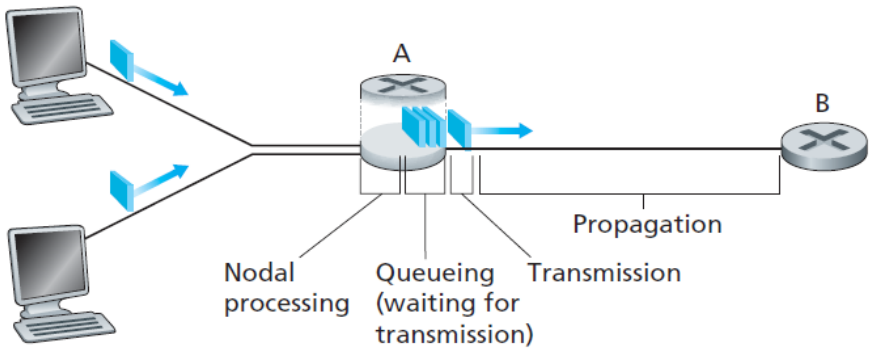


Gambar 2.4 Topologi *Mesh*

(Sumber: Google.com/TopologiMesh)

2.4 Delay

Delay sangat penting dalam sebuah jaringan komputer karena delay dapat menunjukkan perfomansi dari jaringan yang digunakan. *Delay* adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses pengiriman data dalam jaringan dari suatu *source node* ke *destination node*. Dalam jaringan, nilai dari *delay* dapat digunakan sebagai tolak ukur kualitas suatu jaringan yang digunakan. *Delay* juga dapat dipengaruhi oleh jarak dan media. Jika nilai *delay* semakin kecil, maka kualitas dari jaringan tersebut semakin baik. Satuan dari delay adalah detik. *Delay* dapat dihitung dengan cara melakukan pengurangan antara waktu paket diterima dengan waktu paket dikirim.



Gambar 2.5 Skema *Delay*

(Sumber: Kurose, 2013)

Terdapat 4 jenis *delay* dalam jaringan yaitu (Kurose, 2013) :

1. *Nodal processing* atau *processing delay* adalah waktu yang diperlukan untuk memeriksa paket *header* dan menentukan kemana paket akan di *direct* atau diteruskan, dan juga dilakukan pengecekan bit *error.*
2. *Queueing delay* atau *delay* antrian adalah waktu tunggu antrian suatu paket untuk ditransmisikan. Jika antrian kosong maka *queueing delay* paket sama dengan nol dan jika trafik padat atau banyak antrian paket yang menunggu untuk ditransmisikan maka *queueing delay*-nya panjang. Jadi, *queueing delay* tergantung pada level *congestion* paket pada router
3. *Transmission delay* atau *delay* transmisi adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan transmisi paket ke *output link.* Paket yang ditransmisikan sesuai dengan first come first serve, yaitu dengan panjang paket L dalam bit dan R yaitu transmisi *rate link* dari router A ke router B dalam satuan bit per *second.* Jadi, *transmission delay* dapat dihitung dengan rumus L/R.
4. *Propagation delay* atau *delay* propagasi adalah waktu perambatan atau propagasi paket data melalui suatu link ke suatu router, yang tergantung pada media fisik dari *link* tersebut seperti fiber optik, *copper wire* dan twisted-pair.

Jadi, rumus dari delay keseluruhan yaitu:

$$d_{nodal} = d_{proc} + d_{queue} + d_{trans} + d_{prop}$$

Berikut ini persamaan perhitungan *Delay* dalam penelitian ini*:*

Delay = waktu paket diterima – waktu paket dikirim

Delay rata-rata= $\frac{Total\ delay}{Total\ packet\ yang\ diterima}$ dalam satuan sekon

Kategori jaringan berdasarkan nilai delay (versi TYPHON)

Kategori	**Nilai *delay***
Sangat Bagus	<150 ms
Bagus	150 s/d 300 ms
Sedang	300 s/d 450 ms
Buruk	>450 ms

2.5 *Update Routing Table*

Update routing table adalah suatu proses yang penting dalam *routing* pada jaringan komputer karena *update routing table* dapat menunjukkan perfomansi atau kualitas dari jaringan yang digunakan. *Update routing table* yaitu proses *update* atau pembaharuan tabel *routing* untuk setiap router dengan tujuan mengetahui informasi dari router lain untuk melakukan pengiriman paket data. Ketika router melakukan proses *update routing* karena terdapat perubahan informasi jaringan, maka dibutuhkan waktu untuk menyesuaikan *entry* tabel *routing* terbaru sehingga dapat digunakan

kembali. Sehingga *update routing table* ini adalah proses yang dibutuhkan jaringan untuk menyesuaikan tabel *routing* ketika terjadi permasalahan *routing* seperti router yang mengalami *down* atau mati sehingga mengakibatkan perubahan informasi *routing.* Sehingga ketika terdapat *trouble* atau masalah dalam jaringan maka proses *update routing table* tersebut berjalan. Dalam suatu jaringan, nilai dari *update routing table* dapat digunakan sebagai tolak ukur kualitas suatu jaringan yang digunakan. Semakin cepat *update routing table* dari protokol *routing* yang digunakan pada suatu jaringan, maka kualitas dari jaringan tersebut semakin baik. Sedangkan semakin lama proses *update routing table* dari protokol *routing* yang digunakan pada suatu jaringan, maka kualitas dari jaringan tersebut semakin buruk.

Perhitungan *Update routing table* adalah sebagai berikut (Sasongko, 2018):

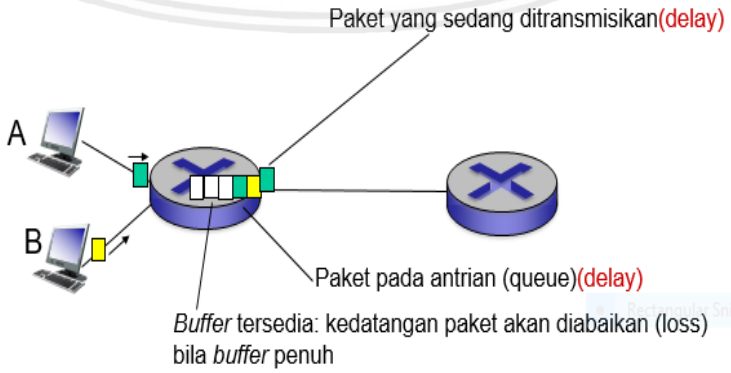
Update routing table dihitung dalam satuan sekon

Update routing table = Waktu tempuh *trouble* - Waktu tempuh normal

2.6 *Packet loss*

Packet loss adalah suatu hal yang dapat diukur dalam sebuah jaringan komputer sehingga *packet loss* dapat menunjukkan perfomansi dari jaringan yang digunakan. *Packet loss* merupakan suatu parameter yang menunjukkan jumlah data yang hilang ketika dilakukan proses pengiriman data. Pada gambar dibawah ini menunjukkan antrian paket pada *buffer* atau memori sementara router. Paket data tersebut masuk ke dalam antrian untuk menunggu dilakukan proses transmisi. *Buffer* pada router memiliki kapasitas yang terbatas. Jika terdapat paket yang datang ketika *buffer* penuh maka paket tersebut akan diabaikan atau terjadi *packet loss*. *Packet loss* juga dapat terjadi karena congestion yaitu antrian yang berlebihan dalam suatu jaringan.

Jika terdapat paket yang diabaikan atau *packet loss* mungkin dikirimkan oleh node sebelumnya atau node pengirim tersebut.



Gambar 2.6 Skema *Packet Loss*

Perhitungan *packet loss* dalam jaringan adalah sebagai berikut (Hasanah, 2014):

$$Packet\ loss = \frac{(\text{Jumlah Paket Terkirim} - \text{Jumlah Paket Diterima})}{\text{Jumlah Paket Terkirim}} \times 100\%$$

Berikut ini kategori nilai *packet loss* yang terdapat dalam jaringan(Faruq, 2011):

Kategori	*Packet loss*
Excellent	0%
Good	3%
Poor	15%
Unacceptable	25%

2.7 Throughput

Throughput merupakan suatu parameter yang menunjukkan kemampuan sebenarnya suatu jaringan dalam melakukan pengiriman data. *Throughput* adalah besaran yang menunjukkan kemampuan seberapa banyak data yang dapat dilewatkan atau ditransfer dalam suatu koneksi melalui sebuah *network* pada suatu waktu tertentu. *Throughput* merupakan kapasitas atau daya tampung kabel Ethernet agar dapat dilewati trafik paket data dalam jumlah tertentu. *Throughput* juga biasa berarti jumlah konsumsi paket data per satuan waktu dinyatakan dengan satuan bit per *second* (bps) (Sharma, 2012).

Istilah *throughput* memiliki sejumlah arti teknis. *Throughput* pada internet merujuk pada volume informasi per unit waktu yang dapat ditangani oleh medium transmisi. Koneksi internet dengan throughput yang lebih besar dapat memindahkan sejumlah data yang ditetapkan (misalnya, *file* video) jauh lebih cepat daripada koneksi internet dengan *throughput* yang lebih rendah.

Untuk memahami konsep *throughput,* dapat digunakan sebuah analogi dimana *throughput* merupakan sebuah pipa dan data adalah air yang dapat mengalir melalui pipa tersebut. Bersamaan dengan *throughput* yang meningkat, maka jumlah data yang dapat mengalir pun dapat meningkat dalam jumlah waktu tertentu, seperti halnya diameter pipa yang meningkat, maka jumlah air yang dapat mengalir pun akan meningkat selama periode waktu tertentu. Semakin besar *throughput*, semakin banyak informasi yang bisa dikirimkan.

Perhitungan *throughput* dalam jaringan adalah sebagai berikut:

$$Throughput = \frac{\text{Jumlah data yang dikirim}}{\text{Waktu pengiriman data}}$$

Dengan demikian, semakin kecil *throughput* yang dihasilkan, maka kinerja jaringan tersebut semakin buruk. Demikian pula sebaliknya, semakin besar *throughput* yang dihasilkan, maka kinerja jaringan tersebut akan semakin baik.

2.8 Waktu Konvergensi

Waktu konvergensi adalah waktu yang dibutuhkan jaringan untuk menyesuaikan tabel routing ketika awal konvergensi atau jika terjadi permasalahan berupa down pada router yang menimbulkan perubahan informasi routing (Kurose, 2013). Waktu konvergensi adalah waktu di mana sekelompok

router mencapai keadaan konvergensi. Secara optimal protokol routing harus memiliki waktu konvergensi yang cepat.

Waktu konvergensi suatu jaringan sangat penting sebagai tolak ukur perfomansi suatu jaringan. Jaringan yang memiliki waktu konvergensi lebih cepat memiliki kualitas yang baik. Konvergensi dalam konteks jaringan komputer, suatu jaringan dikatakan telah konvergen ketika semua router dalam suatu jaringan memiliki informasi topologi dan informasi routing yang sama dalam suatu jaringan. Dengan bantuan protokol *routing*, router mengumpulkan informasi topologi Konvergensi adalah suatu parameter yang diperlukan dalam routing terutama routing dinamis. Topologi jaringan dikatakan telah konvergen ketika tabel routing pada semua router dalam jaringan sudah lengkap dan benar. Konvergensi juga telah diamati sebagai cara di mana jaringan pulih dari masalah dan perubahan dalam jaringan.

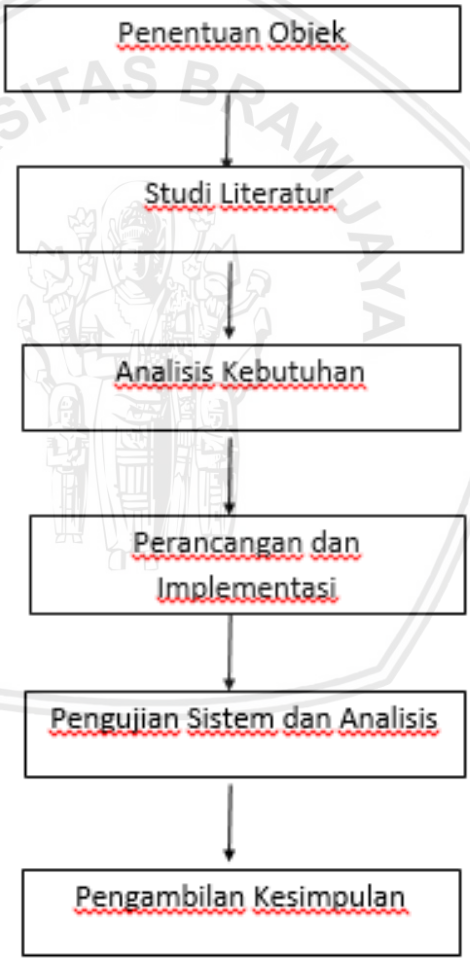
Waktu konvergensi adalah waktu yang diperlukan oleh router dalam suatu jaringan untuk mempelajari tentang rute dalam suatu jaringan yang valid. Waktu ini penting karena membantu *network administrator* untuk menentukan jika terjadi gangguan jaringan karena *link* yang gagal antara router atau kerusakan pada satu router berupa router *down*. Ketika rute baru ditambahkan atau informasi *routing* berubah, pembaruan dikirim oleh router di seluruh jaringan untuk menjelaskan perubahan dalam topologi jaringan. Router lain dalam jaringan kemudian menjalankan algoritma perutean untuk menghitung ulang rute dan membangun tabel perutean baru berdasarkan informasi pembaruan. Setelah perhitungan ulang, semua tabel *routing* telah konvergen maka dapat diketahui protokol routing mana yang memiliki waktu konvergen paling cepat.

2.9 Cisco Packet Tracer

Cisco Packet Tracer adalah sebuah alat untuk melakukan simulasi jaringan yang dapat digunakan untuk membuat desain suatu jaringan yang diinginkan dan mensimulasikan jaringan tersebut. *Cisco Packet Tracer* bersifat *cross platform* sehingga dapat digunakan diberbagai platform sistem operasi seperti *Windows* dan *Linux*. Program *Cisco Packet Tracer* ini dapat digunakan secara gratis dengan cara berpartisipasi di *Cisco Networking Academy*. Pada *Cisco Packet Tracer* dapat digunakan untuk desain, membangun, dan mengkonfigurasikan suatu jaringan komputer. Program *Cisco Packet Tracer* ini dapat mensimulasikan topologi jaringan *mesh* yang dikonfigurasikan menggunakan berbagai protokol *routing* pada penelitian ini seperti RIP, OSPF dan EIGRP dengan tujuan untuk mengetahui perfomansi masing masing protokol *routing* tersebut dengan menggunakan parameter *delay*, *update routing table* dan *packet loss*

BAB 3 METODOLOGI

Dalam bab ini akan dibahas tentang metodologi yang diimplementasikan pada penelitian ini. Metodologi pada penelitian merupakan pembahasan langkah-langkah sistematis untuk melakukan analisis *routing protokol* OSPF, RIP dan EIGRP pada topologi *mesh* menggunakan *cisco packet tracer*. Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini meliputi penentuan objek, studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengujian sistem yang telah dibuat dan melakukan analisis, serta pengambilan kesimpulan. Penelitian ini bertipe analitik yaitu menganalisis perfomansi *routing protokol* OSPF, RIP, EIGRP pada topologi *mesh*.



Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi

(Sumber: Penulis)

3.1 Penentuan Objek

Objek yang ditentukan pada penelitian ini adalah suatu jaringan komputer yang disusun membentuk topologi *mesh*. Pada topologi tersebut, terdapat perangkat-perangkat jaringan seperti router, server serta *end host client* yang saling terkoneksi. Topologi *mesh* pada penelitian ini akan dikonfigurasikan menggunakan protokol *routing* OSPF, RIP serta EIGRP. Selanjutnya akan diuji dan dianalisis tingkat kinerjanya dalam melakukan pengiriman paket data dengan menggunakan parameter *delay*, *update routing table*, *packet loss, throughput* dan waktu konvergensi menggunakan simulator *cisco packet tracer*.

3.2 Studi Literature

Studi literatur pada penelitian dapat dijadikan sebagai referensi penulisan untuk penelitian yang diperoleh dari jurnal-jurnal penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti yang sudah melakukan penelitian terdahulu. Jurnal penelitian tersebut memiliki relevansi dengan analisis kinerja atau perfomansi protokol *routing* OSPF, RIP dan EIGRP. Dan ada beberapa buku yang digunakan untuk referensi pada penelitian ini. Dengan mengetahui isi jurnal maupun buku-buku yang berkaitan dengan permasalahan yang terdapat pada penelitian, maka diperoleh teori-teori yang digunakan untuk melakukan pemecahan masalah.

3.3 Analisis Kebutuhan

Pada tahap analisis kebutuhan ini memuat tentang kebutuhan yang digunakan pada penelitian ini. Kebutuhan pada penelitian ini meliputi perangkat lunak dan perangkat keras yang digunakan serta perancangan sistem jaringan yang akan didesain untuk melakukan penelitian. Analisis kebutuhan memiliki tujuan untuk mengetahui kebutuhan apa saja yang diperlukan terkait dengan penelitian implementasi perancangan dan simulasi jaringan pada topologi *mesh* menggunakan *routing protokol* OSPF, RIP, dan EIGRP. Sistem jaringan *mesh* yang dirancang pada *Cisco Packet Tracer* untuk penelitian ini menggunakan 5 buah router yang saling terhubung membentuk jaringan *mesh*, *end host client* yaitu server, PC, switch, kabel serial, dan kabel *FastEthernet*. Dan konfigurasi protokol *routing* OSPF, RIP dan EIGRP yang digunakan pada penelitian ini.

3.3.1 Kebutuhan Fungsional

Dibawah ini adalah kebutuhan fungsional yang terdapat pada penelitian ini:

a.) Desain topologi jaringan *mesh* yang diimplementasikan dan elemen yang berkaitan yaitu router dan *end host client*
b.) *Routing Protokol* yang digunakan untuk melakukan pengujian dan analisis proses *routing* pada topologi *mesh* tersebut yaitu OSPF, RIP dan EIGRP.

3.3.2 Kebutuhan Non Fungsional

Dibawah ini adalah kebutuhan non fungsional yang terdapat penelitian ini:

a.) Kebutuhan Perangkat Keras (*Hardware*)

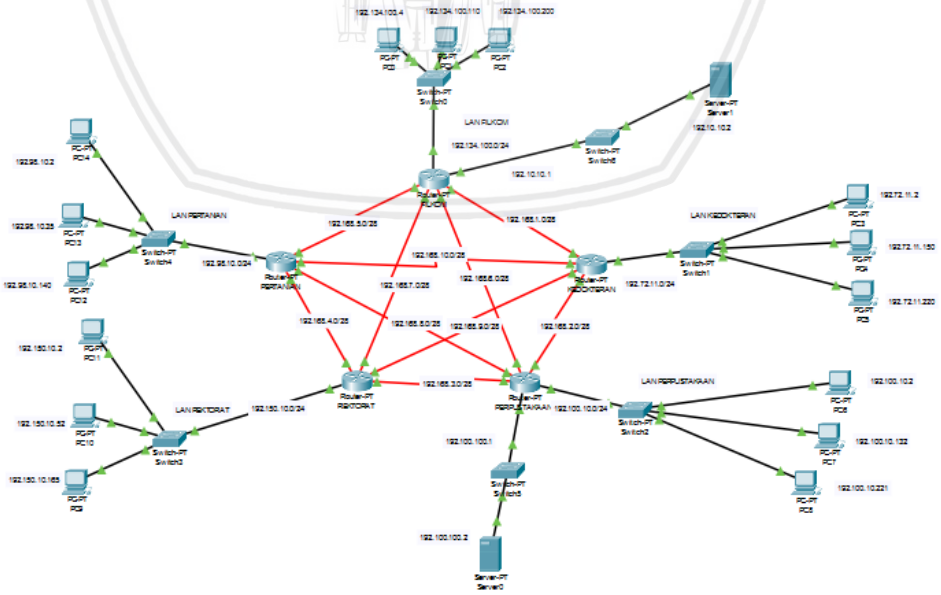
- Laptop dengan spesifikasi *processor* Intel i3 dengan RAM 4GB sebagai perangkat keras yang digunakan

b.) Kebutuhan Perangkat Lunak (*Software*)

- Windows 10 Pro sebagai sistem operasi komputer yang digunakan
- Cisco Packet Tracer sebagai simulator yang digunakan

3.4 Perancangan dan Implementasi

Perancangan sistem adalah tahap pembuatan rancangan sistem yang digunakan sebagai dasar pembuatan sistem jaringan komputer yang akan diteliti sehingga dapat digunakan untuk pengujian. Sistem yang dirancang menggunakan simulator Cisco *Packet Tracer*. Pada tahap ini akan mengimplementasikan masing-masing *routing protokol* yaitu OSPF, RIP, EIGRP pada topologi *mesh*. Simulator tersebut digunakan untuk mengimplementasikan topologi jaringan *mesh* dengan *routing protokol* OSPF, RIP, EIGRP. Topologi yang didesain memiliki 5 buah router yang membentuk *mesh topology* dan *end host client*. Setelah rancangan selesai selanjutnya akan dilakukan pengujian *Quality of Service* dengan 3 parameter yaitu *delay*, *update routing table*, *packet loss*, *throughput* dan waktu konvergensi. Kemudian dilakukan perbandingan dan analisis hasil yang didapatkan dari simulasi tersebut.



Gambar 3.2 Rancangan Sistem Topologi Mesh
(Sumber: Penulis)

3.5 Pengujian sistem dan analisis

Pada tahap pengujian sistem dan analisis pada penelitian ini diperoleh dari hasil simulasi dari *Cisco Packet tracer* mulai dari rancangan jaringan komputer hingga pengujian dari sistem yang sudah dirancang. Tahap pengujian sistem pada penelitian ini terdapat beberapa skenario untuk menguji sistem jaringan *mesh* tersebut sehingga mendapatkan hasil dari simulasi yang dilakukan. Simulasi dilakukan dengan cara menjalankan hasil rancangan jaringan dalam simulator. Setelah itu akan dilakukan analisis terhadap perfomansi *routing protokol* OSPF, RIP, EIGRP yang diimplementasikan pada topologi *mesh* berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Parameter yang dijadikan acuan dalam proses pengujian sistem tersebut yaitu *delay*, *update routing table packet loss*, *throughput* dan waktu konvergensi serta paket data yang dilakukan pengujian adalah paket data yang dikonfigurasikan oleh protokol *routing* OSPF, RIP dan EIGRP.

3.6 Pengambilan kesimpulan

Pada tahap akhir penelitian ini adalah tahap pengambilan kesimpulan. Tahap tersebut merupakan tahap terakhir yang dilakukan setelah seluruh proses tahapan sebelumnya selesai. Pada tahap ini dijelaskan mengenai kesimpulan yang diperoleh dari hasil perbandingan *routing protokol* OSPF, RIP, EIGRP yang digunakan pada topologi *mesh* tersebut berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan. Dan juga akan dijelaskan mengenai saran untuk penelitian yang lebih lanjut.

BAB 4 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Dalam bab ini akan dibahas mengenai perancangan dan implementasi sistem jaringan *mesh* yang digunakan dalam penelitian ini. Dalam tahap ini dilakukan proses perancangan dan implementasi sistem jaringan yang akan diteliti. Perancangan dan implementasi sistem jaringan terdiri dari desain arsitektur jaringan yang akan disimulasikan menggunakan alat simulator yaitu *Cisco Packet Tracer* dan mengkonfigurasikan protokol *routing* OSPF, RIP dan EIGRP pada topologi *mesh*. Hasil dari perancangan dan implementasi sistem jaringan *mesh* akan digunakan untuk melakukan pengujian menggunakan simulator tersebut.

4.1 Analisis Kebutuhan

Pada tahap ini akan membahas tentang analisis kebutuhan yang digunakan dalam penelitian ini. Kebutuhan pada penelitian ini meliputi kebutuhan *software* dan *hardware* yang digunakan serta perancangan sistem jaringan yang akan dibangun untuk melakukan penelitian. Analisis kebutuhan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui jenis kebutuhan apa saja yang dibutuhkan terkait dengan implementasi perancangan jaringan pada topologi *mesh* dengan protokol *routing* OSPF, RIP dan EIGRP.

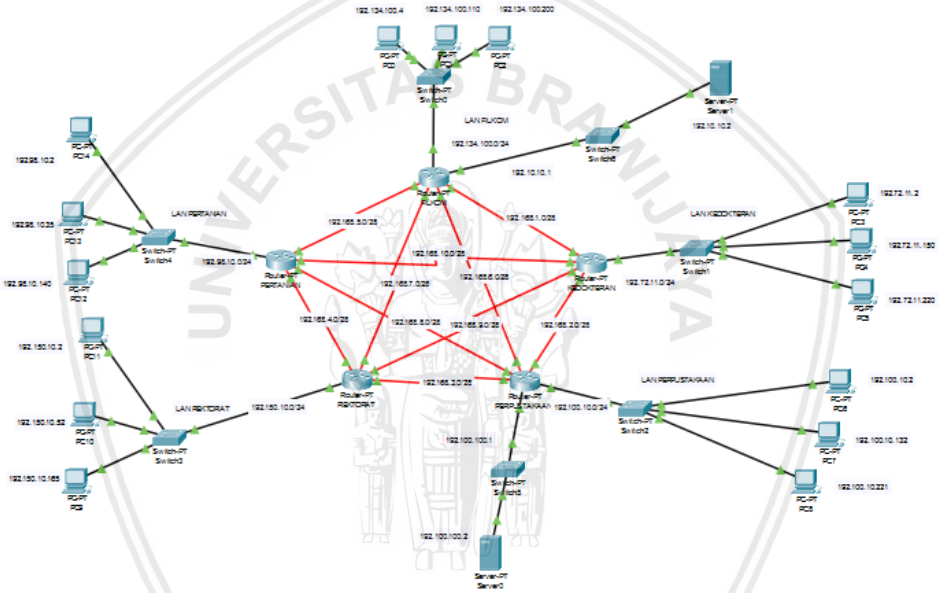
Objek pada penelitian ini adalah jaringan Kampus Universitas Brawijaya. Jaringan Kampus Universitas Brawijaya yang terdiri atas 5 *Local Area Network* (LAN) yaitu LAN FILKOM, LAN Pertanian, LAN Kedokteran, LAN Perpus dan LAN Rektorat yang dirancang untuk saling terhubung membentuk jaringan *mesh*. Masing-masing LAN yang dirancang tersebut memiliki router, switch, *end host client* dan server yang saling terhubung menggunakan *link*. Terdapat 5 router yang mewakili masing-masing LAN agar saling terhubung membentuk jaringan *mesh.*

Kebutuhan non fungsional terdiri dari *hardware* dan *software.* Kebutuhan *hardware* pada penelitian ini adalah laptop PC yang digunakan untuk melakukan simulasi. Kebutuhan *software* pada penelitian ini terdiri dari sistem operasi Windows 10 dan alat simulator yaitu simulator *Cisco Packet Tracer* yang digunakan untuk mensimulasikan sistem jaringan yang dirancang. Sedangkan kebutuhan fungsional yang berkaitan dengan penelitian ini yaitu sistem topologi jaringan *mesh* dan protokol *routing* yang digunakan untuk proses *routing* dalam jaringan *mesh* tersebut.

Protokol *routing* yang akan dianalisis perbandingan kinerjanya adalah protokol routing OSPF, RIP dan EIGRP. Masing-masing protokol *routing* yang akan dibandingkan tersebut diimplementasikan pada rancangan sistem jaringan yang sudah dibuat yaitu sistem jaringan *mesh*. Dengan tujuan untuk mengetahui kinerja masing-masing protokol *routing* menggunakan parameter *delay*, *update routing table*, *packet loss* dan *throughput*.

4.2 Perancangan Sistem Jaringan

Perancangan sistem jaringan adalah tahap pembuatan rancangan sistem yang digunakan sebagai dasar pembuatan sistem jaringan komputer yang akan diteliti sehingga dapat digunakan untuk pengujian. Sistem yang dirancang menggunakan simulator Cisco Packet Tracer. Simulator tersebut digunakan untuk mengimplementasikan topologi jaringan *mesh* dengan protokol *routing* OSPF, RIP dan EIGRP. Topologi tersebut memiliki router, switch, *end host client* dan server. Setelah rancangan selesai selanjutnya akan dilakukan pengujian *Quality of Service* dengan 3 parameter yaitu *delay*, *update routing table*, *packet loss*, throughput dan waktu konvergensi. Kemudian dilakukan perbandingan dan analisis hasil yang didapatkan dari simulasi tersebut.Hasil rancangan sistem jaringan yang digunakan pada penelitian ini adalah seperti pada **Gambar 4.1**



Gambar 4.1 Rancangan Sistem Jaringan Mesh
(Sumber: Penulis)

Gambar diatas adalah hasil rancangan sistem jaringan yang digunakan dalam penelitian ini. Rancangan sistem jaringan tersebut menggunakan tipe topologi jaringan mesh yang memiliki ciri-ciri yaitu setiap node terhubung secara langsung dengan node yang lain menggunakan satu kabel tunggal atau yang disebut dengan hubungan *point to point*. Dalam rancangan sistem jaringan pada **Gambar 4.1** terdiri dari router, *switch*, PC, kabel *FastEthernet* dan Kabel *serial*. Kabel *FastEthernet* digunakan untuk menghubungkan PC dengan *switch* dan menghubungkan *switch* dengan router. Kabel Serial digunakan untuk menghubungkan router dengan router.

Sistem jaringan *mesh* tersebut terdiri dari 5 LAN (*Local Area Network*) yang saling terhubung *point to point* atau terhubung secara langsung membentuk topologi *mesh*. 5 LAN tersebut merupakan *network* yang berbeda yang saling

terhubung. Berikut ini merupakan node-node yang membentuk sistem jaringan *Mesh* tersebut:

- Router adalah perangkat yang digunakan untuk melakukan proses *routing*

Gambar 4.2 Router

- Switch adalah perangkat yang digunakan untuk melakukan proses *switching*

Gambar 4.3 *Switch*

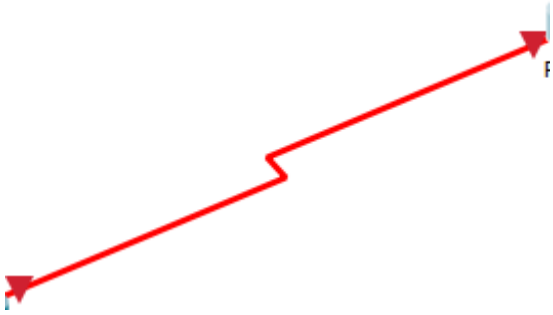
- PC Client adalah sebuah *end-host* pc yang digunakan oleh *client*

Gambar 4.4 *PC Client*

- Server adalah sebuah perangkat yang memberikan layanan kepada *client*

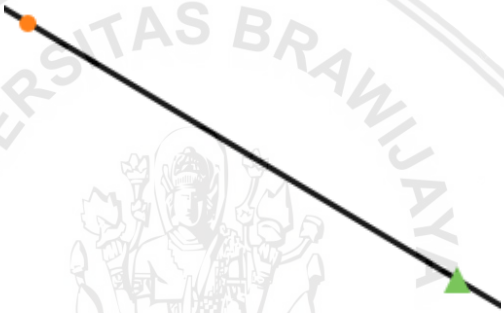
Gambar 4.5 *Server*

- Kabel Serial adalah link yang digunakan untuk menghubungkan router dengan router.



Gambar 4.6 Kabel Serial

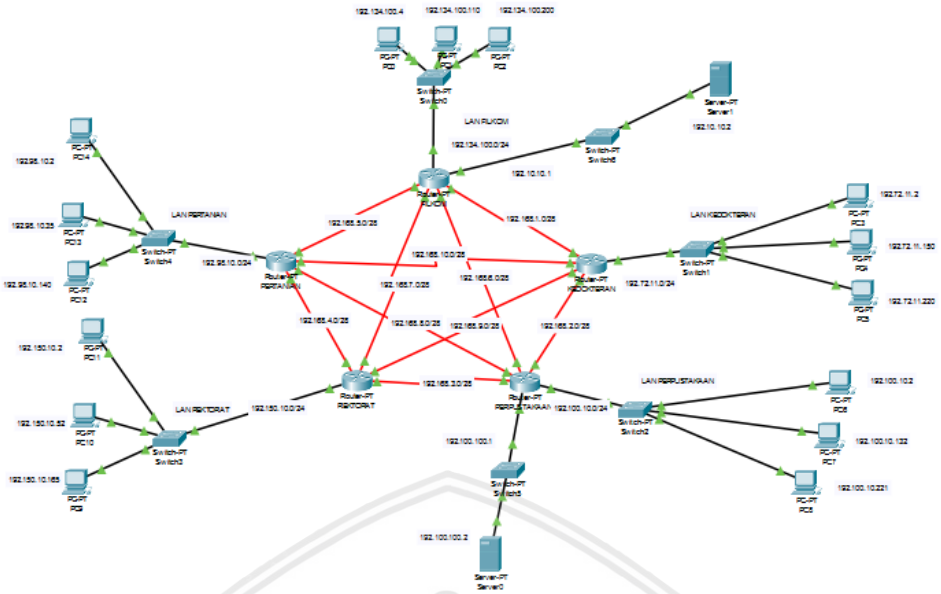
- Kabel *Copper Straight-Through* yang berfungsi untuk menghubungkan switch dengan router dan menghubungkan switch dengan *end host* seperti PC client ataupun server.



Gambar 4.7 Kabel Straight

4.3 Implementasi *Routing* pada Topologi *Mesh*

Pada gambar dibawah ini merupakan implementasi sistem jaringan *mesh* yang digunakan dalam penelitian ini. Pada tahap ini akan mengkonfigurasikan ip *address* yang akan digunakan dalam sistem jaringan *mesh* tersebut. Dan melakukan konfigurasi *routing* RIP, OSPF dan EIGRP yang akan digunakan pada penelitian ini.



Gambar 4.8 Rancangan dan Implementasi Sistem Jaringan Mesh

4.3.1 Konfigurasi ip *address* pada Topologi *Mesh*

Pada tahap ini akan mengkonfigurasikan ip *address* yang akan digunakan pada topologi mesh tersebut.

4.3.1.1 Konfigurasi ip *address* pada Router FILKOM

Pada Router Filkom terdapat 6 subnetwork berbeda yang saling terhubung membentuk sistem jaringan *mesh*, yaitu:

- *subnetwork* 192.134.100.0/24 yang menghubungkan router Filkom dengan LAN Filkom, menggunakan subnet mask 255.255.255.0
- *subnetwork* 192.168.1.0/28 yang menghubungkan router Filkom dengan router Kedokteran, menggunakan subnet mask 255.255.255.240
- *subnetwork* 192.168.6.0/28 yang menghubungkan router Filkom dengan router Perpustakaan, menggunakan subnet mask 255.255.255.240
- *subnetwork* 192.168.7.0/28 yang menghubungkan router Filkom dengan router Rektorat, menggunakan subnet mask 255.255.255.240
- *subnetwork* 192.168.5.0/28 yang menghubungkan router Filkom dengan router Pertanian, menggunakan subnet mask 255.255.255.240
- *subnetwork* 192.10.10.0/24 yang menghubungkan router Filkom dengan router server, menggunakan subnet mask 255.255.255.0

Berikut langkah-langkah konfigurasi ip address pada router Filkom:

1. Klik router Filkom pada *cisco packet tracer*
2. Buka Tab CLI, ketikkan perintah seperti dibawah ini:

- Jika router dihubungkan dengan kabel Ethernet maka dikonfigurasikan menggunakan *interface fastEthernet*,seperti dibawah ini:

```
Router>enable
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router(config)#interface fastEthernet 0/0
Router(config-if)#ip address 192.134.100.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

- Jika router dihubungkan dengan kabel serial maka dikonfigurasikan menggunakan *interface serial*, seperti dibawah ini:
  - Subnetwork 192.168.1.0/28

```
Router(config-if)#interface serial 2/0
Router(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.240
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

  - Subnetwork 192.168.6.0/28

```
Router(config)#interface serial 7/0
Router(config-if)#ip address 192.168.6.1 255.255.255.240
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

  - Subnetwork 192.168.7.0/28

```
Router(config)#interface serial 6/0
Router(config-if)#ip address 192.168.7.1 255.255.255.240
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

  - Subnetwork 192.168.5.0/28

```
Router(config)#interface serial 3/0
Router(config-if)#ip address 192.168.5.2 255.255.255.240
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

  - Subnetwork 192.10.10.0/24

```
Router>en
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router(config)#interface fastEthernet 1/0
Router(config-if)#ip address 192.10.10.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shut
Router(config-if)#exit
```

4.3.1.2 Konfigurasi *IP address* pada Router Kedokteran

Pada Router Kedokteran terdapat 5 subnetwork berbeda yang saling terhubung membentuk sistem jaringan *mesh*, yaitu:

- subnetwork 192.72.11.0/24 yang menghubungkan router Kedokteran dengan LAN Kedokteran, menggunakan subnet mask 255.255.255.0
- subnetwork 192.168.1.0/28 yang menghubungkan router Kedokteran dengan router FILKOM, menggunakan subnet mask 255.255.255.240

- subnetwork 192.168.2.0/28 yang menghubungkan router Kedokteran dengan router Perpustakaan, menggunakan subnet mask 255.255.255.240
- subnetwork 192.168.9.0/28 yang menghubungkan router Kedokteran dengan router Rektorat, menggunakan subnet mask 255.255.255.240
- subnetwork 192.168.10.0/28 yang menghubungkan router Kedokteran dengan router Pertanian, menggunakan subnet mask 255.255.255.240

Berikut langkah-langkah konfigurasi ip address pada router Kedokteran:

1. Klik router Kedokteran pada *cisco packet tracer*
2. Buka Tab CLI, ketikkan perintah seperti dibawah ini:
    - Jika router dihubungkan dengan kabel Ethernet maka dikonfigurasikan menggunakan *interface fastEthernet*,seperti dibawah ini:

```
Router(config)#interface fastEthernet 0/0
Router(config-if)#ip address 192.72.11.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

    - Jika router dihubungkan dengan kabel serial maka dikonfigurasikan menggunakan *interface serial*, seperti dibawah ini:
        - Subnetwork 192.168.1.0/28

```
Router(config)#interface serial 2/0
Router(config-if)#ip address 192.168.1.2 255.255.255.240
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

        - Subnetwork 192.168.10.0/28

```
Router(config)#interface serial 3/0
Router(config-if)#ip address 192.168.10.1 255.255.255.240
Router(config-if)#no shut down
Router(config-if)#exit
```

        - Subnetwork 192.168.9.0/28

```
Router(config)#interface serial 6/0
Router(config-if)#ip address 192.168.9.1 255.255.255.240
Router(config-if)#no shut down
Router(config-if)#exit
```

        - Subnetwork 192.168.2.0/28

```
Router(config)#interface serial 7/0
Router(config-if)#ip address 192.168.2.1 255.255.255.240
Router(config-if)#no shut down
Router(config-if)#exit
```

4.3.1.3 Konfigurasi *IP address* pada Router Perpustakaan

Pada Router Perpustakaan terdapat 6 subnetwork berbeda yang saling terhubung membentuk sistem jaringan *mesh*, yaitu:

- subnetwork 192.100.10.0/24 yang menghubungkan router Perpustakaan dengan LAN Perpustakaan, menggunakan subnet mask 255.255.255.0

- subnetwork 192.168.2.0/28 yang menghubungkan router Perpustakaan dengan router Kedokteran, menggunakan subnet mask 255.255.255.240
- subnetwork 192.168.6.0/28 yang menghubungkan router Perpustakaan dengan router FILKOM, menggunakan subnet mask 255.255.255.240
- subnetwork 192.168.8.0/28 yang menghubungkan router Perpustakaan dengan router Pertanian, menggunakan subnet mask 255.255.255.240
- subnetwork 192.168.3.0/28 yang menghubungkan router Perpustakaan dengan router Rektorat, menggunakan subnet mask 255.255.255.240
- subnetwork 192.100.100.0/24 yang menghubungkan router Perpustakaan dengan server, menggunakan subnet mask 255.255.255.240

Berikut langkah-langkah konfigurasi ip address pada router Perpustakaan:

1. Klik router Perpustakaan pada *cisco packet tracer*
2. Buka Tab CLI, ketikkan perintah seperti dibawah ini:
    - Jika router dihubungkan dengan kabel Ethernet maka dikonfigurasikan menggunakan *interface fastEthernet*,seperti dibawah ini:

```
Router>enable
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router(config)#interface fastEthernet 0/0
Router(config-if)#ip address 192.100.10.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

    - Jika router dihubungkan dengan kabel serial maka dikonfigurasikan menggunakan *interface serial*, seperti dibawah ini:
        - Subnetwork 192.168.3.0/28

```
Router(config)#interface serial 6/0
Router(config-if)#ip address 192.168.3.1 255.255.255.240
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

        - Subnetwork 192.168.8.0/28

```
Router(config)#interface serial 3/0
Router(config-if)#ip address 192.168.8.2 255.255.255.240
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

        - Subnetwork 192.168.2.0/28

```
Router(config)#interface serial 7/0
Router(config-if)#ip address 192.168.2.2 255.255.255.240
Router(config-if)#no sh
Router(config-if)#exit
```

        - Subnetwork 192.168.6.0/28

```
Router(config)#interface serial 2/0
Router(config-if)#ip address 192.168.6.2 255.255.255.240
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

- Subnetwork 192.100.100.0/24

```
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router(config)#interface fastEthernet 1/0
Router(config-if)#ip address 192.100.100.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no sh
Router(config-if)#ex
```

4.3.1.4 Konfigurasi *IP address* pada Router Rektorat

Pada Router Rektorat terdapat 5 subnetwork berbeda yang saling terhubung membentuk sistem jaringan *mesh*, yaitu:

- subnetwork 192.150.10.0/24 yang menghubungkan router Rektorat dengan LAN Rektorat, menggunakan subnet mask 255.255.255.0
- subnetwork 192.168.7.0/28 yang menghubungkan router Rektorat dengan router Filkom, menggunakan subnet mask 255.255.255.240
- subnetwork 192.168.4.0/28 yang menghubungkan router Rektorat dengan router Pertanian, menggunakan subnet mask 255.255.255.240
- subnetwork 192.168.9.0/28 yang menghubungkan router Rektorat dengan router Kedokteran, menggunakan subnet mask 255.255.255.240
- subnetwork 192.168.3.0/28 yang menghubungkan router Rektorat dengan router Perpustakaan, menggunakan subnet mask 255.255.255.240

Berikut langkah-langkah konfigurasi ip address pada router Rektorat:

1. Klik router Rektorat pada *cisco packet tracer*
2. Buka Tab CLI, ketikkan perintah seperti dibawah ini:

    - Jika router dihubungkan dengan kabel Ethernet maka dikonfigurasikan menggunakan *interface fastEthernet*,seperti dibawah ini:

```
Router>enable
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router(config)#interface fastEthernet 0/0
Router(config-if)#ip address 192.150.10.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

    - Jika router dihubungkan dengan kabel serial maka dikonfigurasikan menggunakan *interface serial*, seperti dibawah ini:
        - Subnetwork 192.168.7.0/28

```
Router(config)#interface serial 2/0
Router(config-if)#ip address 192.168.7.2 255.255.255.240
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

- Subnetwork 192.168.4.0/28

```
Router(config)#interface serial 3/0
Router(config-if)#ip address 192.168.4.1 255.255.255.240
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

- Subnetwork 192.168.9.0/28

```
Router(config)#interface serial 6/0
Router(config-if)#ip address 192.168.9.2 255.255.255.240
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

- Subnetwork 192.168.3.0/28

```
Router(config)#interface serial 7/0
Router(config-if)#ip address 192.168.3.2 255.255.255.240
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

4.3.1.5 Konfigurasi *IP address* pada Router Pertanian

Pada Router Pertanian terdapat 5 subnetwork berbeda yang saling terhubung membentuk sistem jaringan *mesh*, yaitu:

- subnetwork 192.98.10.0/24 yang menghubungkan router Pertanian dengan LAN Pertanian, menggunakan subnet mask 255.255.255.0
- subnetwork 192.168.5.0/28 yang menghubungkan router Pertanian dengan router Filkom, menggunakan subnet mask 255.255.255.240
- subnetwork 192.168.4.0/28 yang menghubungkan router Pertanian dengan router Rektorat, menggunakan subnet mask 255.255.255.240
- subnetwork 192.168.8.0/28 yang menghubungkan router Pertanian dengan router Perpustakaan, menggunakan subnet mask 255.255.255.240
- subnetwork 192.168.10.0/28 yang menghubungkan router Pertanian dengan router Kedokteran, menggunakan subnet mask 255.255.255.240

Berikut langkah-langkah konfigurasi ip address pada router Pertanian:

1. Klik router Pertanian pada *cisco packet tracer*
2. Buka Tab CLI, ketikkan perintah seperti dibawah ini:
    - Jika router dihubungkan dengan kabel Ethernet maka dikonfigurasikan menggunakan *interface fastEthernet*,seperti dibawah ini:

```
Router>enable
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router(config)#interface fastEthernet 0/0
Router(config-if)#ip address 192.98.10.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

- Jika router dihubungkan dengan kabel serial maka dikonfigurasikan menggunakan *interface serial*, seperti dibawah ini:
  - Subnetwork 192.168.5.0/28

```
Router(config)#interface serial 2/0
Router(config-if)#ip address 192.168.5.1 255.255.255.240
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

  - Subnetwork 192.168.4.0/28

```
Router(config)#interface serial 3/0
Router(config-if)#ip address 192.168.4.1 255.255.255.240
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

  - Subnetwork 192.168.8.0/28

```
Router(config)#interface serial 6/0
Router(config-if)#ip address 192.168.8.2 255.255.255.240
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

  - Subnetwork 192.168.10.0/28

```
Router(config)#interface serial 7/0
Router(config-if)#ip address 192.168.10.2 255.255.255.240
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

4.4 Konfigurasi Protokol *Routing* OSPF Pada Topologi *Mesh*

Berikut ini langkah-langkah konfigurasi *routing protocol* OSPF:

- Konfigurasi *Routing* OSPF Pada Router Filkom
  1. Klik Router Filkom pada *cisco packet tracer*
  2. Buka Tab CLI, ketikkan perintah berikut ini:
     - Ketikkan pada console config: “router ospf 1”
     - Ketikkan pada console config-router:
       “ network alamat_subnetwork wildcard area nomor_area ”
       Keterangan:
       alamat_subnetwork merupakan alamat subnet yang terhubung langsung dengan router. *Wildcard* merupakan kebalikan dari *subnet mask*, misalkan suatu *ip address* memiliki *subnet mask* /24 atau 255.255.255.0, maka *wildcard*nya 0.0.0.255.

```
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#network 192.134.100.0 0.0.0.255 area 0
Router(config-router)#network 192.168.1.0 0.0.0.15 area 0
Router(config-router)#network 192.168.5.0 0.0.0.15 area 0
Router(config-router)#network 192.168.7.0 0.0.0.15 area 0
Router(config-router)#network 192.168.6.0 0.0.0.15 area 0
Router(config-router)#network 192.10.10.0 0.0.0.15 area 0
Router(config-router)#exit
```

     - Untuk melihat hasil konfigurasi OSPF, ketikkan perintah “*show ip route*” pada console

```
Router#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B -
BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS
inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

O    192.72.11.0/24 [110/65] via 192.168.1.2, 00:49:45, Serial2/0
O    192.98.10.0/24 [110/65] via 192.168.5.1, 00:49:45, Serial3/0
O    192.100.10.0/24 [110/65] via 192.168.6.2, 00:49:45, Serial7/0
C    192.134.100.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
O    192.150.10.0/24 [110/65] via 192.168.7.2, 00:49:45, Serial6/0
     192.168.1.0/28 is subnetted, 1 subnets
C       192.168.1.0 is directly connected, Serial2/0
     192.168.2.0/28 is subnetted, 1 subnets
O       192.168.2.0 [110/128] via 192.168.6.2, 00:49:45, Serial7/0
                    [110/128] via 192.168.1.2, 00:49:45, Serial2/0
     192.168.3.0/28 is subnetted, 1 subnets
```

- Konfigurasi *routing* OSPF pada router Kedokteran
  1. Klik Router Kedokteran pada *cisco packet tracer*
  2. Buka Tab CLI, ketikkan perintah berikut ini:
     - Ketikkan pada console config: “router ospf 1”
     - Ketikkan pada console config-router:
       “ network alamat_subnetwork wildcard area nomor_area ”
       Keterangan:
       alamat_subnetwork merupakan alamat subnet yang terhubung langsung dengan router. *Wildcard* merupakan kebalikan dari *subnet mask*, misalkan suatu *ip address* memiliki *subnet mask* /28 atau 255.255.255.240, maka *wildcard*nya 0.0.0.15

```
Router>en
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#network 192.72.11.0 0.0.0.255 area 0
Router(config-router)#network 192.168.1.0 0.0.0.15 area 0
Router(config-router)#network 192.168.10.0 0.0.0.15 area 0
Router(config-router)#network 192.168.9.0 0.0.0.15 area 0
Router(config-router)#network 192.168.2.0 0.0.0.15 area 0
Router(config-router)#exit
```

- Konfigurasi *routing* OSPF pada router Perpustakaan
  1. Klik Router Perpustakaan pada *cisco packet tracer*
  2. Buka Tab CLI, ketikkan perintah berikut ini:
     - Ketikkan pada console config: “router ospf 1”
     - Ketikkan pada console config-router:
       “ network alamat_subnetwork wildcard area nomor_area ”

```
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#network 192.100.10.1 0.0.0.255 area 0
Router(config-router)#network 192.168.6.0 0.0.0.15 area 0
Router(config-router)#network 192.168.8.0 0.0.0.15 area 0
Router(config-router)#network 192.168.3.0 0.0.0.15 area 0
Router(config-router)#network 192.168.2.0 0.0.0.15 area 0
Router(config-router)#exit
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#network 192.100.100.0 0.0.0.15 area 0
```

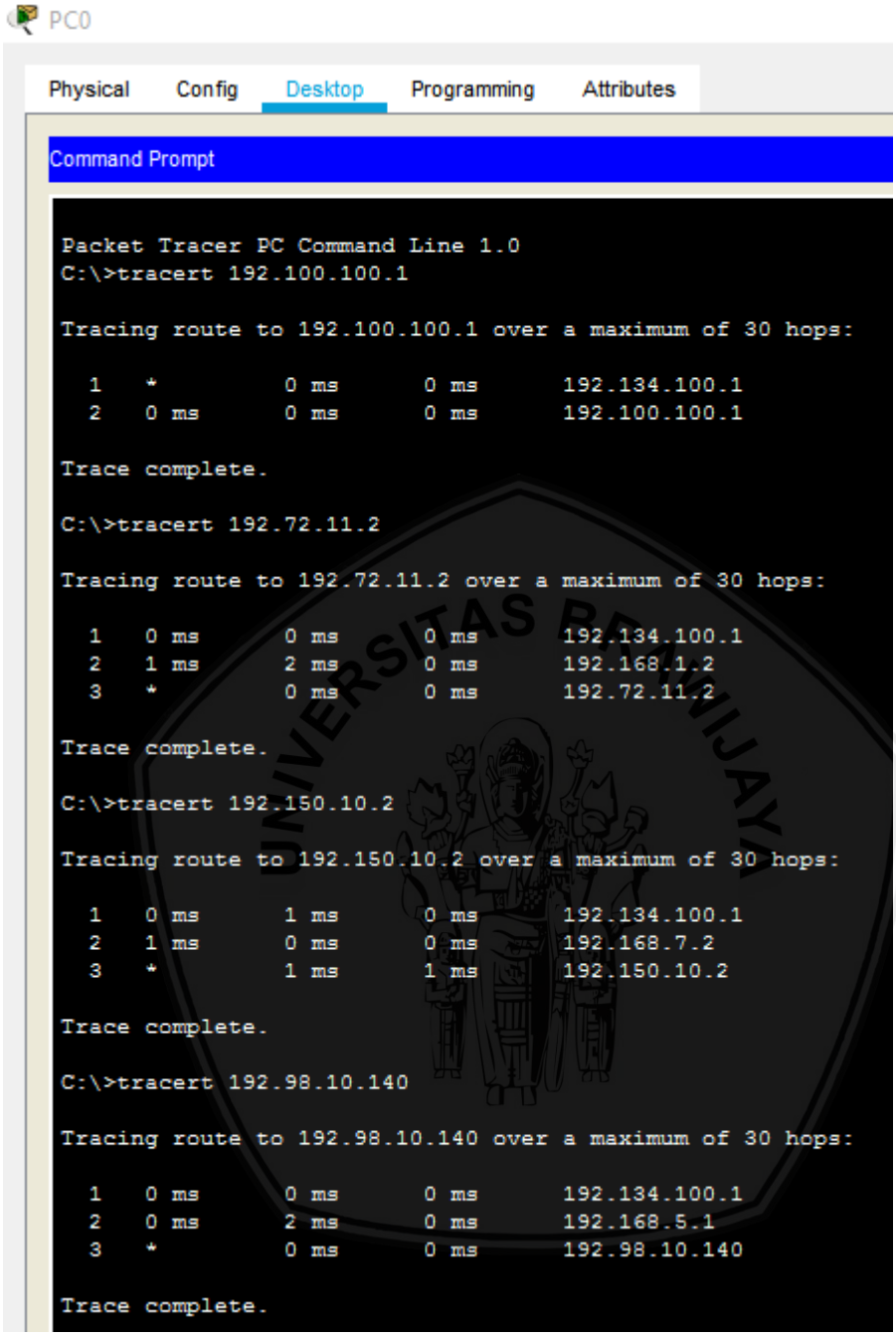
- Konfigurasi *routing* OSPF pada router Rektorat
  1. Klik Router Rektorat pada *cisco packet tracer*
  2. Buka Tab CLI, ketikkan perintah berikut ini:
     - Ketikkan pada console config: “router ospf 1”
     - Ketikkan pada console config-router:
       “ network alamat_subnetwork wildcard area nomor_area ”

```
Router>enable
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#network 192.150.10.0 0.0.0.255 area 0
Router(config-router)#network 192.168.7.0 0.0.0.15 area 0
Router(config-router)#network 192.168.4.0 0.0.0.15 area 0
Router(config-router)#network 192.168.9.0 0.0.0.15 area 0
Router(config-router)#network 192.168.3.0 0.0.0.15 area 0
Router(config-router)#exit
```

- Konfigurasi *routing* OSPF pada router Pertanian
  1. Klik Router Pertanian pada *cisco packet tracer*
  2. Buka Tab CLI, ketikkan perintah berikut ini:
     - Ketikkan pada console config: “router ospf 1”
     - Ketikkan pada console config-router:
       “ network alamat_subnetwork wildcard area nomor_area ”

```
Router>enable
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#network 192.98.10.0 0.0.0.255 area 0
Router(config-router)#network 192.168.5.0 0.0.0.15 area 0
Router(config-router)#network 192.168.4.0 0.0.0.15 area 0
Router(config-router)#
00:09:30: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.9.2 on Serial3/0
from LOADING to FULL, Loading Done

Router(config-router)#network 192.168.8.0 0.0.0.15 area 0
Router(config-router)#network 192.168.10.0 0.0.0.15 area 0
```

Berikut ini bukti implementasi protokol *routing* OSPF pada topologi *Mesh* dengan menggunakan *tools traceroute* dari node sumber PC0 dengan alamat 192.134.100.4*:*



Gambar 4.9 Contoh *Traceroute* pada protokol *routing* OSPF

4.5 Konfigurasi Protokol *Routing* RIP Pada Topologi Mesh

Berikut ini langkah-langkah konfigurasi *routing protocol* RIP:

- Konfigurasi *routing* RIP Pada Router Filkom
    1. Klik Router Filkom pada *cisco packet tracer*
    2. Buka Tab CLI, ketikkan perintah berikut ini:
        - Ketikkan pada console config: “router rip”
        - Ketikkan pada console config-router: “network alamat_subnetwork”

Keterangan: alamat_subnetwork merupakan alamat subnet yang terhubung langsung dengan router.

```
Router(config)#router rip
Router(config-router)#network 192.134.100.0
Router(config-router)#network 192.10.10.0
Router(config-router)#network 192.168.6.0
Router(config-router)#network 192.168.7.0
Router(config-router)#network 192.168.5.0
Router(config-router)#network 192.168.1.0
```

- Konfigurasi *routing* RIP Pada Router Kedokteran:
  1. Klik Router Kedokteran pada *cisco packet tracer*
  2. Buka Tab CLI, ketikkan perintah berikut ini:
     - Ketikkan pada console config: "router rip"
     - Ketikkan pada console config-router: "network alamat_subnetwork"

Keterangan: alamat_subnetwork merupakan alamat subnet yang terhubung langsung dengan router.

```
Router(config)#router rip
Router(config-router)#network 192.72.11.0
Router(config-router)#network 192.168.1.0
Router(config-router)#network 192.168.2.0
Router(config-router)#network 192.168.10.0
Router(config-router)#network 192.168.9.0
```

- Konfigurasi *routing* RIP Pada Router Perpustakaan
  1. Klik Router Perpustakaan pada *cisco packet tracer*
  2. Buka Tab CLI, ketikkan perintah berikut ini:
     - Ketikkan pada console config: "router rip"
     - Ketikkan pada console config-router: "network alamat_subnetwork"

Keterangan: alamat_subnetwork merupakan alamat subnet yang terhubung langsung dengan router

```
Router(config)#router rip
Router(config-router)#network 192.168.2.0
Router(config-router)#network 192.168.6.0
Router(config-router)#network 192.168.3.0
Router(config-router)#network 192.168.8.0
Router(config-router)#network 192.100.10.0
Router(config-router)#network 192.100.100.0
```

- Konfigurasi *routing* RIP Pada Router Rektorat:
  1. Klik Router Rektorat pada *cisco packet tracer*
  2. Buka Tab CLI, ketikkan perintah berikut ini:
     - Ketikkan pada console config: "router rip"

- Ketikkan pada console config-router: "network alamat_subnetwork"

Keterangan: alamat_subnetwork merupakan alamat subnet yang terhubung langsung dengan router

```
Router(config)#router rip
Router(config-router)#network 192.150.10.0
Router(config-router)#network 192.168.3.0
Router(config-router)#network 192.168.4.0
Router(config-router)#network 192.168.7.0
Router(config-router)#network 192.168.9.0
```

➢ Konfigurasi *routing* RIP Pada Router Pertanian:

1. Klik Router Pertanian pada *cisco packet tracer*
2. Buka Tab CLI, ketikkan perintah berikut ini:
   - Ketikkan pada console config: "router rip"
   - Ketikkan pada console config-router: "version 2 "
   - Ketikkan pada console config-router: "network alamat_subnetwork"

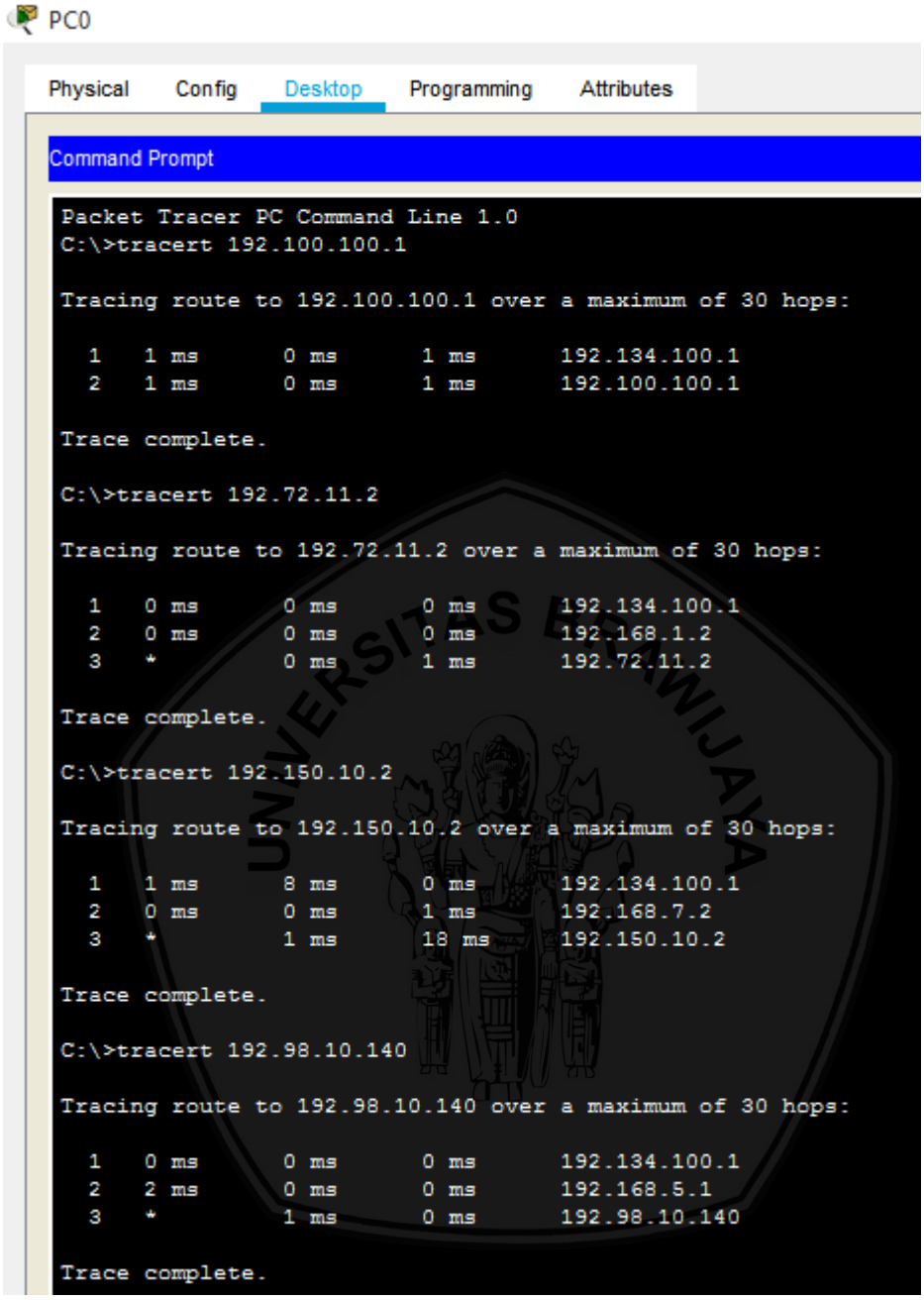
Keterangan: alamat_subnetwork merupakan alamat subnet yang terhubung langsung dengan router

```
Router(config)#router rip
Router(config-router)#network 192.168.10.0
Router(config-router)#network 192.168.8.0
Router(config-router)#network 192.168.5.0
Router(config-router)#network 192.168.4.0
Router(config-router)#network 192.98.10.0
```

- Untuk melihat hasil konfigurasi RIP, ketikkan perintah "*show ip route*" pada console

```
Router>en
Router#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B -
BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS
inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

R    192.10.10.0/24 [120/2] via 192.168.10.1, 00:00:07, Serial7/0
R    192.72.11.0/24 [120/1] via 192.168.10.1, 00:00:07, Serial7/0
C    192.98.10.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
R    192.100.10.0/24 [120/2] via 192.168.10.1, 00:00:07, Serial7/0
R    192.100.100.0/24 [120/2] via 192.168.10.1, 00:00:07, Serial7/0
R    192.134.100.0/24 [120/2] via 192.168.10.1, 00:00:07, Serial7/0
R    192.150.10.0/24 [120/2] via 192.168.10.1, 00:00:07, Serial7/0
R    192.168.1.0/24 [120/1] via 192.168.10.1, 00:00:07, Serial7/0
R    192.168.2.0/24 [120/1] via 192.168.10.1, 00:00:07, Serial7/0
R    192.168.3.0/24 [120/2] via 192.168.10.1, 00:00:07, Serial7/0
     192.168.4.0/28 is subnetted, 1 subnets
```

Berikut ini bukti implementasi protokol *routing* RIP pada topologi *Mesh* dengan menggunakan *tools traceroute* dari node sumber PC0 dengan alamat 192.134.100.4*:*



Gambar 4.10 Contoh *traceroute* pada protokol *routing* RIP

4.6 Konfigurasi Protokol Routing EIGRP Pada Topologi Mesh

Berikut ini langkah-langkah konfigurasi *routing protocol* EIGRP:

- Konfigurasi *routing* EIGRP Pada Router FILKOM:
  1. Klik Router Filkom pada *cisco packet tracer*
  2. Buka Tab CLI, ketikkan perintah berikut ini:
     - Ketikkan pada console config: “router eigrp 2”
     - Ketikkan pada console config-router: “network alamat_subnetwork”

Keterangan: alamat_subnetwork merupakan alamat subnet yang terhubung langsung dengan router

```
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router(config)#router eigrp 2
Router(config-router)#network 192.134.100.0
Router(config-router)#network 192.168.5.0
Router(config-router)#network 192.168.1.0
Router(config-router)#network 192.168.6.0
Router(config-router)#network 192.168.7.0
Router(config-router)#network 192.10.10.0
Router(config-router)#exit
```

- Konfigurasi *routing* EIGRP Pada Router Kedokteran:
    1. Klik Router Kedokteran pada *cisco packet tracer*
    2. Buka Tab CLI, ketikkan perintah berikut ini:
    - Ketikkan pada console config: “router eigrp 2”
    - Ketikkan pada console config-router: “network alamat_subnetwork”

Keterangan: alamat_subnetwork merupakan alamat subnet yang terhubung langsung dengan router

```
Router#conf
Router#configure t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router(config)#router eigrp 2
Router(config-router)#network 192.72.11.0
Router(config-router)#network 192.168.1.0
Router(config-router)#
%DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP 2: Neighbor 192.168.1.1 (Serial2/0) is
up: new adjacency

Router(config-router)#network 192.168.2.0
Router(config-router)#network 192.168.9.0
Router(config-router)#network 192.168.10.0
Router(config-router)#ex
```

- Konfigurasi *routing* EIGRP Pada Router Perpustakaan :
    1. Klik Router Perpustakaan pada *cisco packet tracer*
    2. Buka Tab CLI, ketikkan perintah berikut ini:
    - Ketikkan pada console config: “router eigrp 2”
    - Ketikkan pada console config-router: “network alamat_subnetwork”

Keterangan: alamat_subnetwork merupakan alamat subnet yang terhubung langsung dengan router

```
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router(config)#router eigrp 2
Router(config-router)#network 192.100.10.0
Router(config-router)#network 192.168.6.0
Router(config-router)#network 192.168.8.0
Router(config-router)#network 192.168.3.0
Router(config-router)#network 192.168.2.0
Router(config-router)#network 192.100.100.0
```

- Konfigurasi *routing* EIGRP Pada Router Rektorat:
    1. Klik Router Rektorat pada *cisco packet tracer*
    2. Buka Tab CLI, ketikkan perintah berikut ini:
    - Ketikkan pada console config: “router eigrp 2”
    - Ketikkan pada console config-router: “network alamat_subnetwork”

    Keterangan: alamat_subnetwork merupakan alamat subnet yang terhubung langsung dengan router

```
Router>en
Router#config t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router(config)#router eigrp 2
Router(config-router)#network 192.150.10.0
Router(config-router)#network 192.168.7.0
Router(config-router)#
%DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP 2: Neighbor 192.168.7.1 (Serial2/0) is
up: new adjacency

Router(config-router)#network 192.168.4.0
Router(config-router)#network 192.168.9.0
Router(config-router)#
%DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP 2: Neighbor 192.168.9.1 (Serial6/0) is
up: new adjacency

Router(config-router)#network 192.168.3.0
Router(config-router)#
%DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP 2: Neighbor 192.168.3.1 (Serial7/0) is
up: new adjacency
```

- Konfigurasi *routing* EIGRP Pada Router Pertanian:
    1. Klik Router Pertanian pada *cisco packet tracer*
    2. Buka Tab CLI, ketikkan perintah berikut ini:
    - Ketikkan pada console config: “router eigrp 2”
    - Ketikkan pada console config-router: “network alamat_subnetwork”

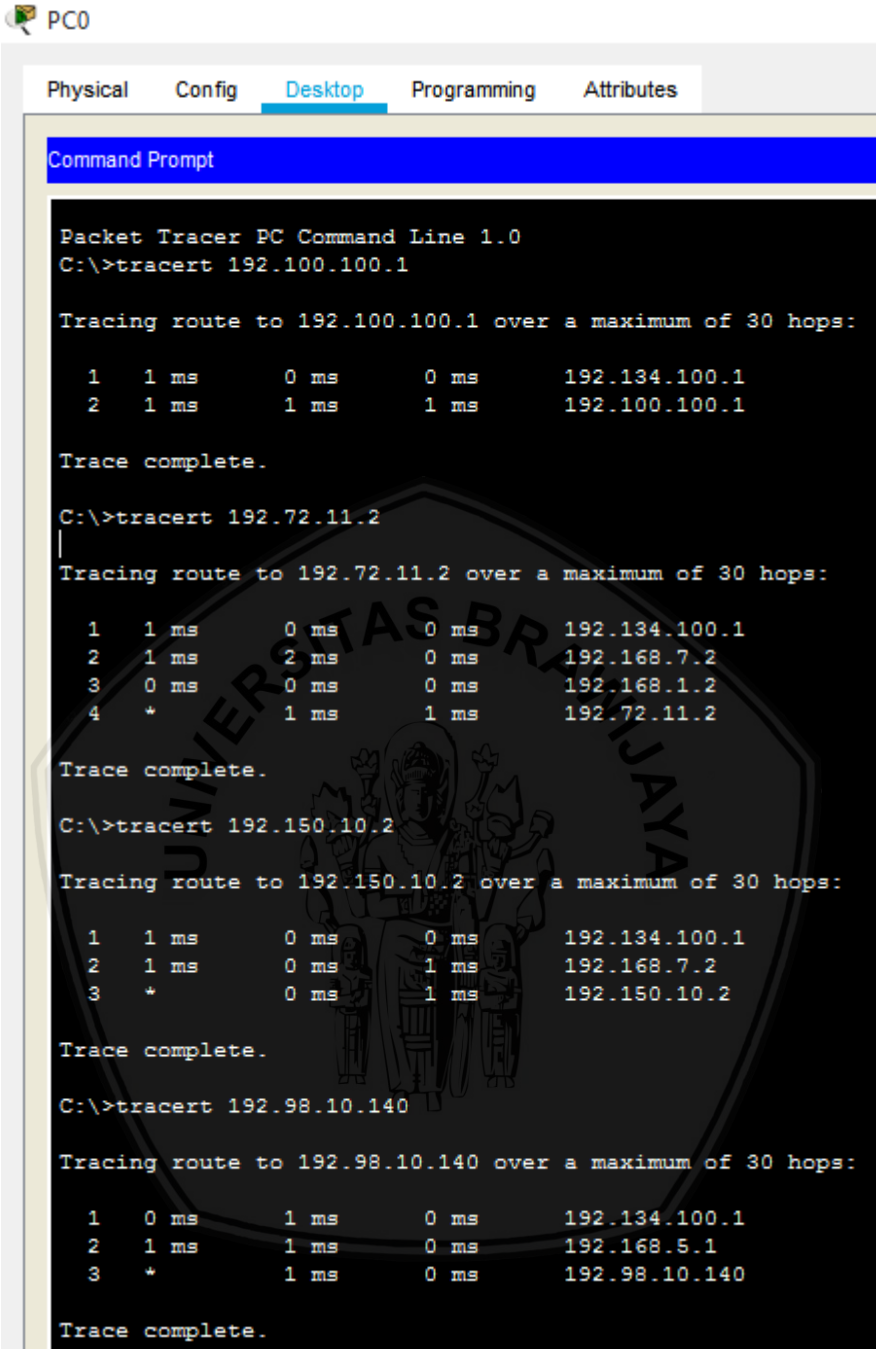
    Keterangan: alamat_subnetwork merupakan alamat subnet yang terhubung langsung dengan router

```
Router>en
Router#conf
Router#configure t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router(config)#router eigrp 2
Router(config-router)#network 192.98.10.0
Router(config-router)#network 192.168.5.0
Router(config-router)#
%DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP 2: Neighbor 192.168.5.2 (Serial2/0) is
up: new adjacency

Router(config-router)#network 192.168.4.0
Router(config-router)#network 192.168.8.0
Router(config-router)#network 192.168.10.0
Router(config-router)#
%DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP 2: Neighbor 192.168.10.1 (Serial7/0) is
up: new adjacency
```

- Untuk melihat hasil konfigurasi EIGRP, ketikkan perintah "*show ip route*" pada console

```
Router#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B -
BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS
inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

D    192.72.11.0/24 [90/2172416] via 192.168.10.1, 00:38:49,
Serial7/0
C    192.98.10.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
D    192.100.10.0/24 [90/2684416] via 192.168.10.1, 00:38:49,
Serial7/0
D    192.134.100.0/24 [90/20514560] via 192.168.5.2, 00:38:49,
Serial2/0
D    192.150.10.0/24 [90/2684416] via 192.168.10.1, 00:38:49,
Serial7/0
D    192.168.1.0/24 [90/21024000] via 192.168.5.2, 00:38:49,
Serial2/0
                    [90/21024000] via 192.168.10.1, 00:38:49
```

Berikut ini bukti implementasi protokol *routing* EIGRP pada topologi *Mesh* dengan menggunakan *tools traceroute* dari node sumber PC0 dengan alamat 192.134.100.4*:*



Gambar 4.11 Contoh *traceroute* pada protokol *routing* EIGRP

BAB 5 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Dalam bab ini akan dibahas mengenai pengujian dan analisis sistem jaringan *mesh* yang digunakan pada penelitian ini. Pada tahap pengujian sistem dan analisis pada penelitian ini diperoleh dari hasil simulasi dari *Cisco Packet tracer* mulai dari rancangan jaringan komputer hingga pengujian dari sistem yang sudah dirancang. Tahap pengujian sistem pada penelitian ini terdapat beberapa skenario untuk menguji sistem jaringan *mesh* tersebut sehingga mendapatkan hasil dari simulasi yang dilakukan. Simulasi dilakukan dengan cara menjalankan hasil rancangan jaringan dalam simulator. Setelah itu akan dilakukan analisis terhadap perfomansi *routing protokol* OSPF, RIP, EIGRP yang diimplementasikan pada topologi *mesh* berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Parameter yang dijadikan acuan dalam proses pengujian sistem tersebut yaitu *delay*, *update routing table* dan *packet loss*, *throughput* dan waktu konvergensi serta paket data yang dilakukan pengujian adalah paket data yang dikonfigurasikan oleh protokol *routing* OSPF, RIP dan EIGRP

5.1 Pengujian Delay

Pada penelitian ini, pengujian pertama adalah pengujian *delay* pada masing-masing protokol *routing* yang dikonfigurasikan pada sistem jaringan *mesh* tersebut. Dengan tujuan untuk mengetahui protokol *routing* mana yang memiliki rata-rata *delay* paling kecil. Dalam jaringan, nilai dari *delay* dapat digunakan sebagai tolak ukur kualitas suatu jaringan yang digunakan. Jika nilai *delay* semakin kecil, maka kualitas dari jaringan tersebut semakin baik.

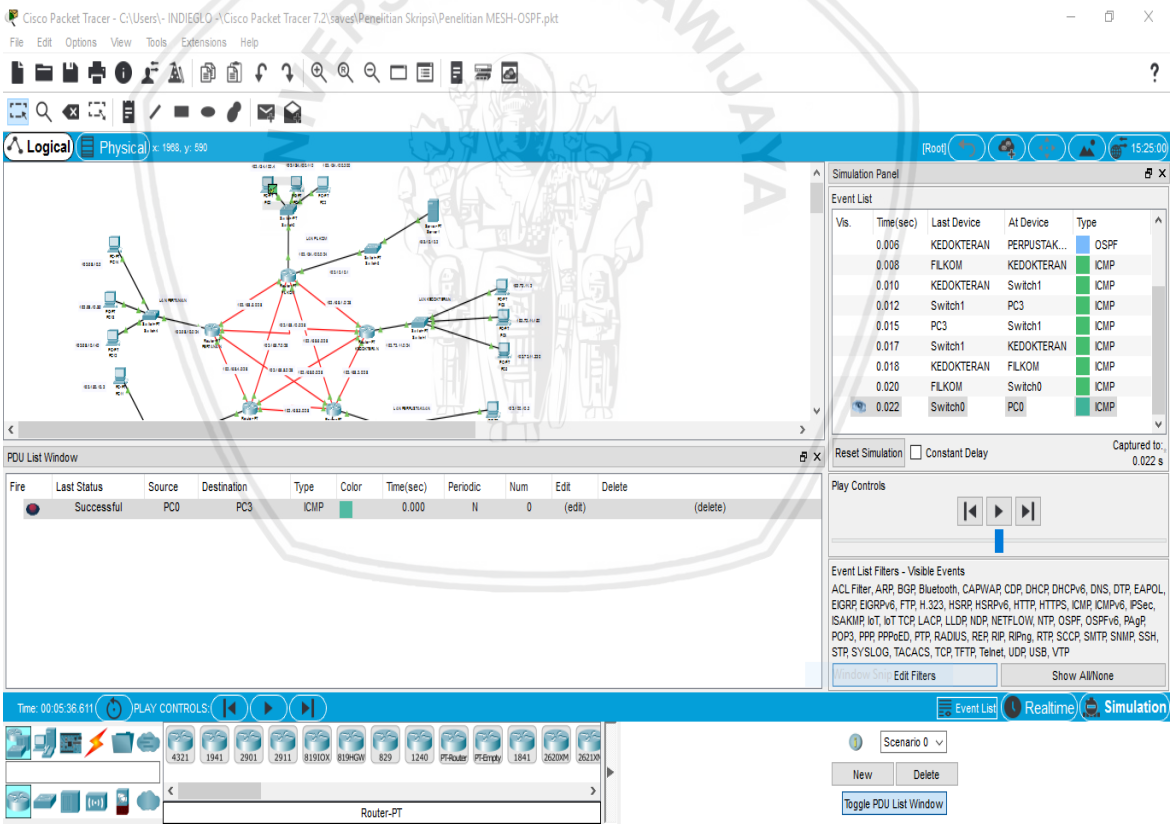
5.1.1 Pengujian *Delay* Pada Protokol *Routing* OSPF

Skenario pengujian *delay* pada protokol *routing* OSPF ini didapatkan dengan cara mengirimkan paket ICMP atau paket *ping* antara PC dengan PC dan antara PC dengan server. Nilai *delay* dapat diketahui dari selisih waktu antara waktu pengiriman paket dari *source node* dengan waktu paket sampai pada *destination node*. Terdapat pengujian *delay* pada protokol *routing* OSPF seperti pada tabel dibawah ini yang terdiri atas pengujian waktu *delay* pada topologi *mesh*.

Tabel 5.1 Tabel Pengujian Delay Pada Protokol *Routing* OSPF

Source Node	*Destination Node*	*Time Mesh*(second)	*Time Existing*(second)
192.134.100.4	192.72.11.2	0.021	0.026
192.134.100.4	192.72.11.150	0.022	0.025
192.134.100.4	192.72.11.220	0.021	0.021

192.134.100.4	192.100.10.2	0.021	0.024
192.134.100.4	192.100.10.132	0.020	0.024
192.134.100.4	192.100.10.221	0.021	0.025
192.134.100.4	192.100.100.2	0.020	0.024
192.134.100.4	192.150.10.2	0.021	0.025
192.134.100.4	192.150.10.52	0.022	0.025
192.134.100.4	192.150.10.165	0.023	0.026
192.134.100.4	192.98.10.140	0.022	0.026
192.134.100.4	192.98.10.35	0.021	0.024
192.134.100.4	192.98.10.2	0.023	0.026
Rata-rata *Delay* OSPF		0.021385	0.024692



Gambar 5.1 Pengujian *Delay* Pada Topologi *Mesh* yang menggunakan OSPF

Pada tabel 5.1 menunjukkan hasil simulasi *delay* pada topologi *mesh* yang didapatkan. Pengujian *delay* pada topologi *mesh* yang dikonfigurasikan menggunakan protokol routing OSPF dengan cara mengirimkan packet ICMP atau paket *ping* dari komputer dengan alamat ip 192.134.100.4 yang berada pada *subnetwork* area FILKOM ke semua *end-host client* yang terhubung pada topologi

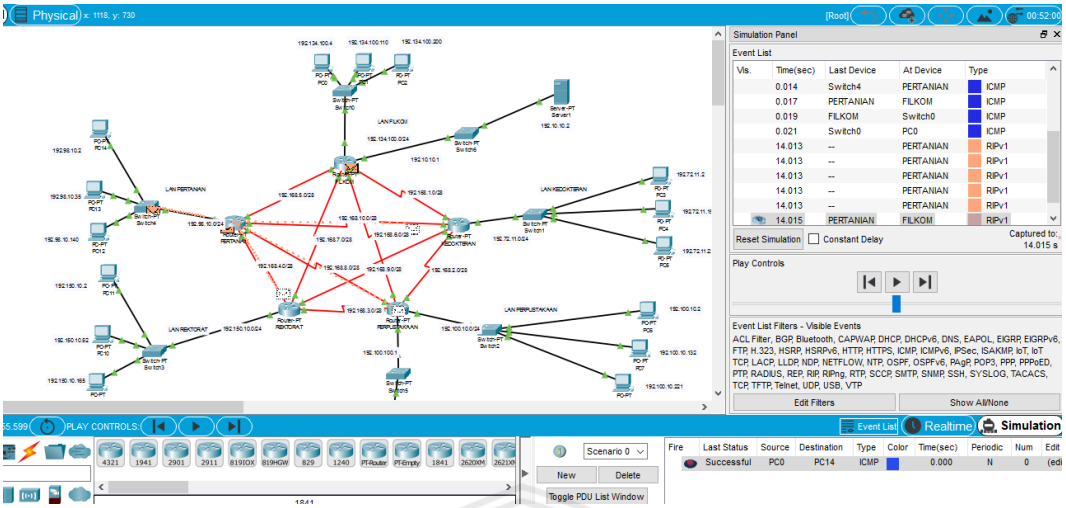
mesh. Selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata *delay* pada topologi *mesh* yang ada dan mendapatkan hasil *delay* rata-rata yaitu 0.021385 *second*.

5.1.2 Pengujian *Delay* Pada Protokol *Routing* RIP

Skenario pengujian *delay* pada protokol *routing* RIP ini didapatkan dengan cara mengirimkan paket ICMP atau paket *ping* antara PC dengan PC dan antara PC dengan server. Nilai *delay* dapat diketahui dari selisih waktu antara waktu pengiriman paket dari *source node* dengan waktu paket sampai pada *destination node*. Terdapat pengujian *delay* pada protokol *routing* RIP seperti pada tabel dibawah ini yang terdiri atas pengujian waktu *delay* pada topologi *mesh*

Tabel 5.2 Tabel Pengujian *Delay* pada RIP

Source Node	*Destination Node*	*Time Mesh* (*second*)	*Time Existing* (*second*)
192.134.100.4	192.72.11.2	0.025	0.026
192.134.100.4	192.72.11.150	0.020	0.020
192.134.100.4	192.72.11.220	0.022	0.027
192.134.100.4	192.100.10.2	0.021	0.025
192.134.100.4	192.100.10.132	0.024	0.024
192.134.100.4	192.100.10.221	0.021	0.022
192.134.100.4	192.100.100.2	0.020	0.028
192.134.100.4	192.150.10.2	0.026	0.031
192.134.100.4	192.150.10.52	0.020	0.027
192.134.100.4	192.150.10.165	0.021	0.024
192.134.100.4	192.98.10.140	0.021	0.027
192.134.100.4	192.98.10.35	0.023	0.023
192.134.100.4	192.98.10.2	0.023	0.029
Rata-Rata Delay RIP		0.022077	0.025615



Gambar 5.2 Pengujian *Delay* Pada Topologi *Mesh* yang menggunakan RIP

Pada tabel 5.2 menunjukkan hasil simulasi *delay* yang didapatkan pada topologi *mesh*. Pengujian *delay* pada topologi *mesh* yang dikonfigurasikan menggunakan protokol *routing* RIP dengan cara mengirimkan packet ICMP dari komputer dengan alamat ip 192.134.100.4 yang berada pada *subnetwork* area FILKOM ke semua *end-host client* yang terhubung pada topologi *mesh*. Selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata *delay* pada topologi *mesh* yang ada dan mendapatkan hasil *delay* rata-rata yaitu 0.022077 *second*.

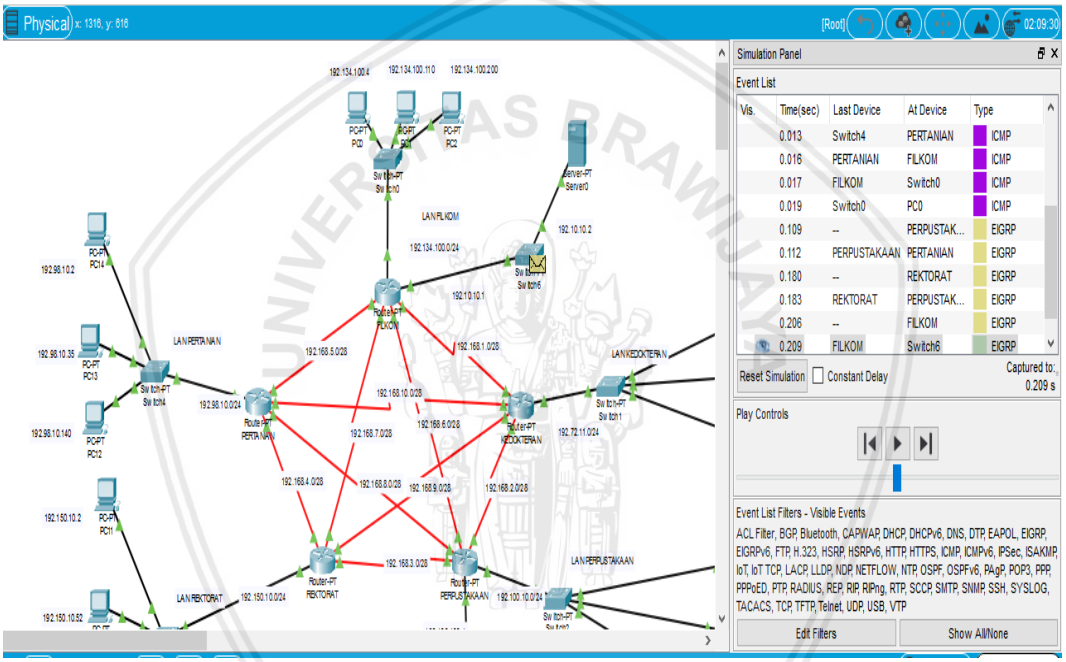
5.1.3 Pengujian *Delay* Pada Protokol *Routing* EIGRP

Skenario pengujian *delay* pada protokol routing EIGRP ini didapatkan dengan cara mengirimkan paket ICMP atau paket *ping* antara PC dengan PC dan antara PC dengan server. Nilai delay dapat diketahui dari selisih waktu antara waktu pengiriman paket dari *source node* dengan waktu paket sampai pada *destination node*. Terdapat pengujian *delay* pada protokol routing EIGRP seperti pada tabel dibawah ini yang terdiri atas pengujian waktu *delay* pada topologi *mesh*.

Tabel 5.3 Tabel Pengujian *Delay* Pada EIGRP

Source Node	*Destination Node*	*Time Mesh* (*second*)	*Time Existing* (*second*)
192.134.100.4	192.72.11.2	0.021	0.023
192.134.100.4	192.72.11.150	0.022	0.025
192.134.100.4	192.72.11.220	0.022	0.023
192.134.100.4	192.100.10.2	0.021	0.023
192.134.100.4	192.100.10.132	0.022	0.024
192.134.100.4	192.100.10.221	0.021	0.023

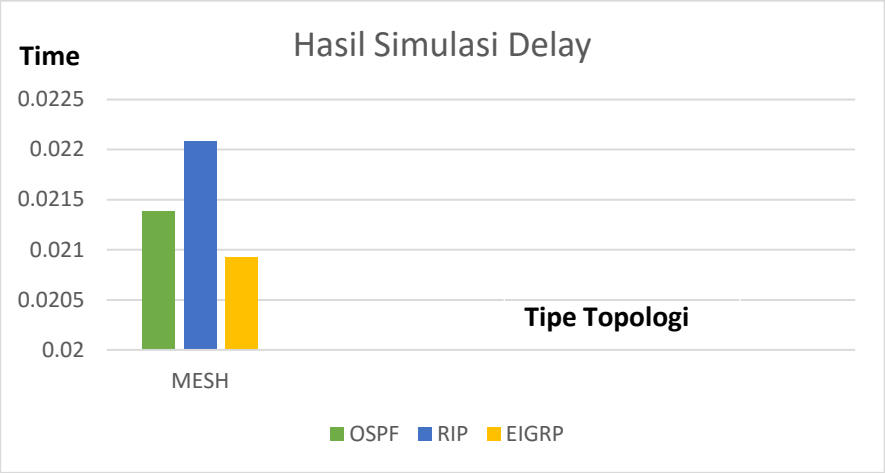
192.134.100.4	192.100.100.2	0.020	0.023
192.134.100.4	192.150.10.2	0.021	0.024
192.134.100.4	192.150.10.52	0.020	0.024
192.134.100.4	192.150.10.165	0.021	0.023
192.134.100.4	192.98.10.140	0.020	0.021
192.134.100.4	192.98.10.35	0.020	0.020
192.134.100.4	192.98.10.2	0.021	0.025
Rata-rata *Delay* EIGRP		0.020923	0.023154



Gambar 5.3 Pengujian *Delay* Pada Topologi *Mesh* yang menggunakan EIGRP

Pada tabel 5.3 menunjukkan hasil simulasi *delay* yang didapatkan oleh pada topologi *mesh*. Pengujian *delay* pada topologi *mesh* yang dikonfigurasikan menggunakan protokol *routing* EIGRP dengan cara mengirimkan packet ICMP dari komputer dengan alamat ip 192.134.100.4 yang berada pada *subnetwork* area FILKOM ke semua *end-host client* yang terhubung pada topologi *mesh*. Selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata *delay* pada topologi *mesh* yang ada dan mendapatkan hasil *delay* rata-rata yaitu 0.020923 *second*.

Berikut ini adalah grafik yang menunjukkan simulasi *delay* pada topologi *Mesh* yang masing-masing dikonfigurasikan menggunakan protokol *routing* OSPF, RIP dan EIGRP :



Gambar 5.4 Grafik Hasil Simulasi *Delay*

Dapat dilihat pada grafik, topologi *Mesh* memiliki rata-rata *delay* terendah pada protokol *routing* EIGRP yaitu 0.020923 sekon, selanjutnya rata-rata *delay* pada protokol *routing* OSPF yaitu 0.021385 sekon, dan rata-rata *delay* tertinggi pada protokol *routing* RIP yaitu 0.022077 sekon.

Delay adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses pengiriman data dalam jaringan dari suatu *source node* ke *destination node* (Kurose,2013). Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai *delay* terendah dari protokol *routing* OSPF, RIP dan EIGRP. Jika nilai *delay* semakin kecil, maka kualitas dari jaringan tersebut semakin baik. Pengujian *delay* pada Topologi *mesh* yang dikonfigurasikan menggunakan protokol routing OSPF, RIP dan EIGRP pada penelitian ini termasuk dalam kategori sangat bagus versi TYPHON karena nilai delay kurang dari 150 ms.

Jadi, dapat disimpulkan secara keseluruhan dengan cara melihat grafik diatas bahwa rata-rata *delay* paling rendah terdapat pada topologi *mesh* yang menggunakan protokol *routing* EIGRP sedangkan *delay* paling tinggi terdapat pada topologi *mesh* yang menggunakan protokol *routing* RIP.

5.2 Pengujian *Update Routing Table*

Pada penelitian ini, pengujian kedua adalah pengujian *update routing table* pada masing-masing protokol *routing* yang dikonfigurasikan pada sistem jaringan *mesh* tersebut. Dengan tujuan untuk mengetahui protokol *routing* mana yang memiliki nilai *update routing table* paling kecil. Dalam jaringan, nilai dari *update routing table* dapat digunakan sebagai tolak ukur kualitas suatu jaringan yang digunakan. Jika nilai *update routing table* semakin kecil, maka kualitas dari jaringan tersebut semakin baik

5.2.1 Pengujian *Update Routing Table* Pada Protokol *Routing* OSPF

Skenario pengujian *update routing table* pada protokol *routing* OSPF ini didapatkan dengan cara mengirimkan paket ICMP atau paket *ping* antara PC

dengan PC dan antara PC dengan server. Nilai *update routing table* didapatkan dari selisih waktu antara waktu pengiriman paket dari *source node* dengan waktu paket sampai pada *destination node* pada keadaan jaringan normal dengan keadaan jaringan *trouble*. Keadaan jaringan *trouble* ini berupa *link* utama mengalami putus atau *down.* Terdapat pengujian *update routing table* pada protokol r*outing* OSPF seperti pada tabel dibawah ini yang terdiri atas pengujian waktu *update routing table* pada topologi *mesh*

5.2.1.1 Pengujian *Update Routing Table* yang menggunakan Protokol *Routing* OSPF Pada Topologi *Mesh*

Tabel 5.4 Tabel Pengujian *Update Routing Table* OSPF Pada Topologi *Mesh*

Source Node	*Destination Node*	*Time* Normal (*second*)	*Time Trouble* (*second*)	*Update Routing Table* (*second*)
192.134.100.200	192.150.10.165	0.017	0.028	0.011
192.134.100.110	192.150.10.2	0.025	0.029	0.004
192.100.100.2	192.150.10.2	0.023	0.025	0.002
192.100.10.2	192.150.10.52	0.020	0.026	0.006
192.10.10.2	192.150.10.2	0.022	0.030	0.008
192.72.11.220	192.150.10.52	0.021	0.025	0.004
192.72.11.150	192.150.10.2	0.020	0.025	0.005
192.98.10.35	192.150.10.165	0.021	0.024	0.003
192.98.10.140	192.150.10.2	0.021	0.024	0.003
Rata-rata *Update Routing Table* OSPF Pada Topologi *Mesh*				0.005111

5.2.2 Pengujian *Update Routing Table* Pada Protokol *Routing* RIP

Skenario pengujian *update routing table* pada protokol *routing* RIP ini didapatkan dengan cara mengirimkan paket ICMP atau paket *ping* antara PC dengan PC dan antara PC dengan server. Nilai *update routing table* dapat diketahui dari selisih waktu antara waktu pengiriman paket dari *source node* dengan waktu paket sampai pada *destination node* pada keadaan jaringan normal dengan keadaan jaringan *trouble*. Keadaan jaringan *trouble* ini berupa *link* utama mengalami putus atau *down.* Terdapat pengujian *update routing table* pada protokol r*outing* RIP seperti pada tabel dibawah ini yang terdiri atas pengujian waktu *update routing table* pada topologi *mesh*.

5.2.2.1 Pengujian *Update Routing Table* yang menggunakan Protokol *Routing* RIP Pada Topologi *Mesh*

Tabel 5.5 Tabel Pengujian *Update Routing Table* RIP Pada Topologi *Mesh*

Source Node	*Destination Node*	*Time* Normal (*second*)	*Time Trouble* (*second*)	*Update Routing Table* (*second*)
192.134.100.200	192.150.10.165	0.020	0.026	0.006
192.134.100.110	192.150.10.2	0.021	0.026	0.005
192.100.100.2	192.150.10.2	0.021	0.025	0.004
192.100.10.2	192.150.10.52	0.022	0.026	0.004
192.10.10.2	192.150.10.2	0.026	0.032	0.006
192.72.11.220	192.150.10.52	0.020	0.029	0.009
192.72.11.150	192.150.10.2	0.019	0.029	0.010
192.98.10.35	192.150.10.165	0.020	0.027	0.007
192.98.10.140	192.150.10.2	0.024	0.029	0.005
Rata-rata *Update Routing Table* RIP Pada Topologi *Mesh*				0.006222

5.2.3 Pengujian *Update Routing Table* Pada Protokol *Routing* EIGRP

Skenario pengujian *update routing table* pada protokol *routing* EIGRP ini didapatkan dengan cara mengirimkan paket ICMP atau paket *ping* antara PC dengan PC dan antara PC dengan server. Nilai *update routing table* dapat diketahui dari selisih waktu antara waktu pengiriman paket dari *source node* dengan waktu paket sampai pada *destination node* pada keadaan jaringan normal dengan keadaan jaringan *trouble*. Keadaan jaringan *trouble* ini berupa *link* utama mengalami putus atau *down.* Terdapat pengujian *update routing table* pada protokol r*outing EIGRP* seperti pada tabel dibawah ini yang terdiri atas pengujian waktu *update routing table* pada topologi *mesh*.

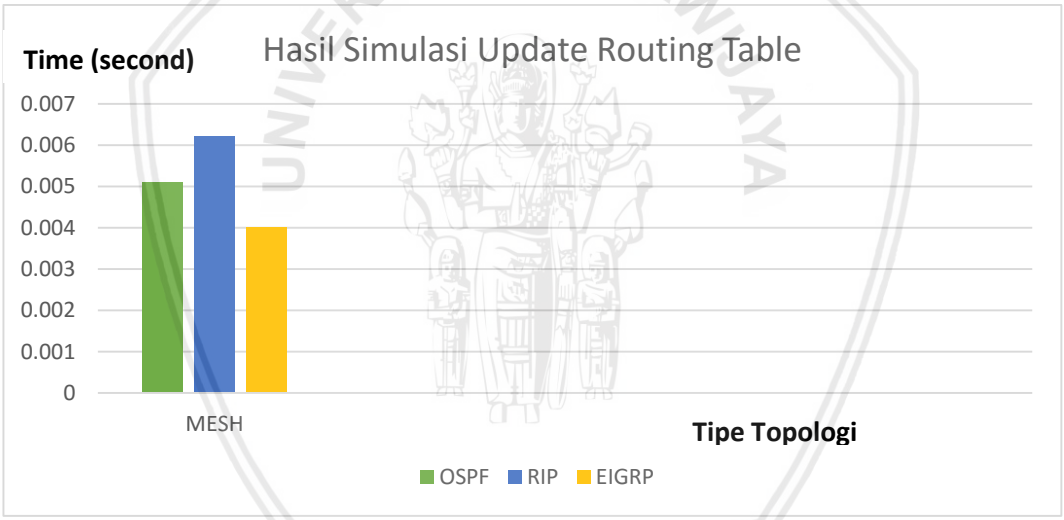
5.2.2.1 Pengujian *Update Routing Table* yang menggunakan Protokol *Routing* EIGRP Pada Topologi *Mesh*

Tabel 5.6 Tabel Pengujian *Update Routing Table* EIGRP Pada Topologi *Mesh*

Source Node	*Destination Node*	*Time* Normal (*second*)	*Time Trouble* (*second*)	*Update Routing Table* (*second*)

192.134.100.200	192.150.10.165	0.022	0.023	0.001
192.134.100.110	192.150.10.2	0.020	0.027	0.007
192.100.100.2	192.150.10.2	0.020	0.025	0.005
192.100.10.2	192.150.10.52	0.021	0.025	0.004
192.10.10.2	192.150.10.2	0.022	0.023	0.001
192.72.11.220	192.150.10.52	0.022	0.026	0.004
192.72.11.150	192.150.10.2	0.021	0.023	0.002
192.98.10.35	192.150.10.165	0.020	0.026	0.006
192.98.10.140	192.150.10.2	0.022	0.028	0.006
Rata-rata *Update Routing Table* EIGRP Pada Topologi *Mesh*				0.004

Berikut ini grafik yang menunjukkan hasil simulasi pengujian *update routing table* pada topologi mesh yang dikonfigurasikan menggunakan protokol routing OSPF, RIP dan EIGRP:



Gambar 5.5 Grafik Hasil Simulasi *Update Routing Table*

Dapat dilihat pada grafik, topologi *Mesh* memiliki rata-rata *update routing table* terendah pada protokol *routing* EIGRP yaitu 0.006778 sekon, selanjutnya rata-rata *update routing table* pada protokol *routing* OSPF yaitu 0.005111 sekon, dan rata-rata *update routing table* tertinggi pada protokol *routing* RIP yaitu 0.006222 sekon.

EIGRP memiliki kelebihan yaitu memiliki waktu konvergensi tercepat dengan menggunakan algoritma DUAL(Dirgantara, 2017). Dengan algoritma DUAL, EIGRP akan mengetahui jalur tanpa harus menunggu *update* dari router lain . Dengan DUAL, EIGRP akan memilih router mana yang menjadi *successor* dan *feasible succesor.* Sehingga EIGRP terbukti memiliki waktu *update routing table* tercepat dibandingkan OSPF dan RIP ketika terjadi perubahan informasi jaringan pada penelitian ini. Dan RIP memiliki waktu *update routing table* paling

tinggi karena pada RIP harus menukarkan informasi routing antar router tetangga atau menunggu *update* informasi *routing* dari router lain.

Jadi, dapat disimpulkan secara keseluruhan dengan cara melihat grafik diatas bahwa rata-rata *update routing table* paling rendah terdapat pada topologi *mesh* yang menggunakan protokol *routing* EIGRP sedangkan *update routing table* paling tinggi terdapat pada topologi *mesh* yang menggunakan protokol *routing* RIP.

5.3 Pengujian Packet Loss

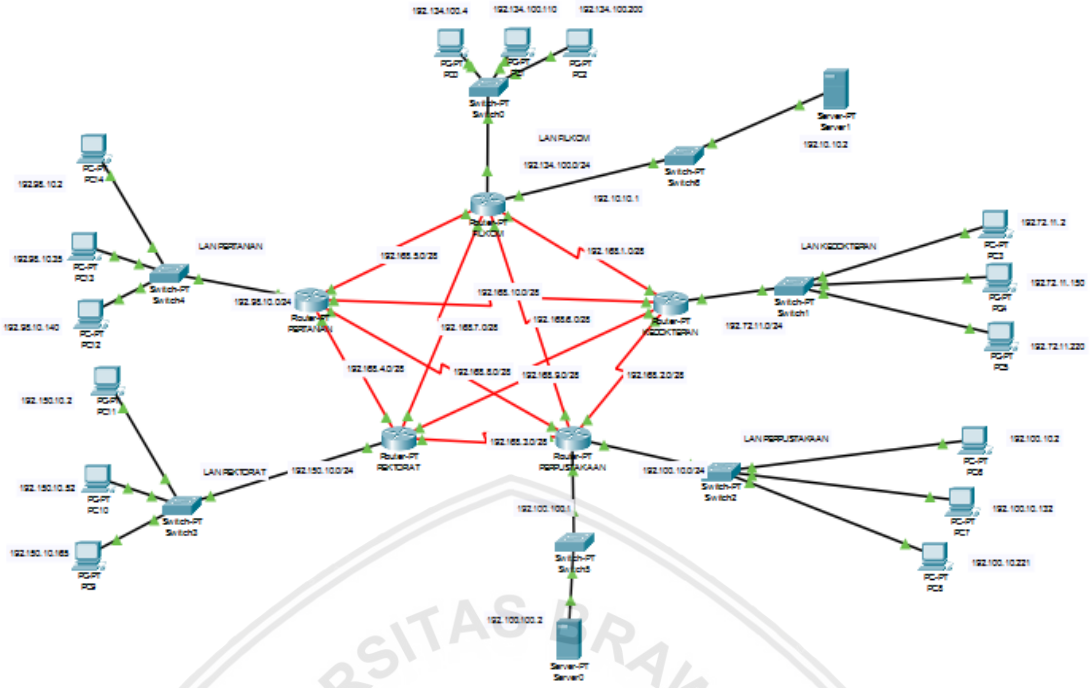
Pada penelitian ini, pengujian ketiga adalah pengujian *packet loss* pada masing-masing protokol *routing* yang dikonfigurasikan pada sistem jaringan *mesh* tersebut. *Packet loss* adalah suatu hal yang dapat diukur dalam sebuah jaringan komputer sehingga *packet loss* dapat menunjukkan perfomansi dari jaringan yang digunakan. *Packet loss* merupakan suatu parameter yang menunjukkan jumlah data yang hilang ketika dilakukan proses pengiriman data.

5.3.1 Pengujian *Packet Loss* Pada Protokol *Routing* OSPF

Skenario pengujian *packet loss* pada protokol routing OSPF ini didapatkan dengan cara mengirimkan paket ICMP atau paket *ping* antara PC dengan PC dan antara PC dengan server. Nilai *packet loss* dapat diketahui dari jumlah paket yang berhasil dikirim dari *source node* ke *destination node*. Terdapat 3 pengujian *packet loss* pada protokol *routing* OSPF yaitu ketika *link* normal, 1 *link down* den 2 *link down* pada Topologi *Mesh*.

5.3.1.1 Pengujian *Packet Loss* Pada Topologi *Mesh* dengan Protokol *Routing* OSPF

Pada pengujian dibawah ini menunjukkan jumlah *packet loss* yang terjadi pada Topologi Mesh yang dikonfigurasikan menggunakan protokol *routing* OSPF. Skenario untuk melakukan pengujian *packet loss* pada topologi *Mesh* tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar 5.6 Topologi Jaringan Mesh

Proses pengiriman data PC0 dengan alamat ip 192.134.100.4 yang terhubung dengan router FILKOM menggunakan gateway 192.134.100.1. Pada router FILKOM terdapat empat link yang terhubung yaitu alamat ip 192.168.5.0/28 yang menghubungkan router FILKOM dengan Router Pertanian, alamat ip 192.168.7.0/28 yang menghubungkan router FILKOM dengan Router Rektorat, alamat ip 192.168.6.0/28 yang menghubungkan router FILKOM dengan Router Perpustakaan, alamat ip 192.168.1.0/28 yang menghubungkan router FILKOM dengan Router Kedokteran.

1. Skenario pertama, pengiriman paket dari alamat ip 192.134.100.4 ke destination node dengan cara mengirimkan paket ICMP atau paket *ping* ketika *link* normal yaitu link 192.168.1.0 dan *link* 192.168.6.0 dalam kondisi *up* atau kedua *link* hidup.

```
Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 192.100.100.1

Pinging 192.100.100.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=45ms TTL=254
Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=1ms TTL=254
Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=3ms TTL=254
Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=1ms TTL=254

Ping statistics for 192.100.100.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 1ms, Maximum = 45ms, Average = 12ms
```

Gambar 5.7 Test *ping* untuk mengetahui *packet loss*

2. Skenario kedua, pengiriman paket dari alamat ip 192.134.100.4 ke destination node dengan cara mengirimkan paket ICMP atau paket *ping* ketika satu *link* down yaitu link 192.168.1.0 dalam kondisi *down* atau mati dan *link* 192.168.6.0 dalam kondisi *up* atau hidup. Hasilnya menunjukkan *packet loss* 0% karena masih ada 3 *link* yang terhubung dengan router Filkom.

```
Router(config)#int se 7/0
Router(config-if)#shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Serial7/0, changed state to
administratively down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial7/0, changed
state to down

00:11:50: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.8.2 on Serial7/0
from FULL to DOWN, Neighbor Down: Interface down or detached
```

```
C:\>ping 192.100.100.1

Pinging 192.100.100.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=3ms TTL=253
Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=2ms TTL=253
Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=3ms TTL=253
Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=2ms TTL=253

Ping statistics for 192.100.100.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 2ms, Maximum = 3ms, Average = 2ms
```

Gambar 5.8 Test *ping* untuk mengetahui *packet loss*

3. Skenario ketiga, pengiriman paket dari alamat ip 192.134.100.4 ke destination node dengan cara mengirimkan paket ICMP atau paket *ping* ketika dua *link* down yaitu link 192.168.1.0 dalam kondisi *down* atau mati dan *link* 192.168.6.0 dalam kondisi *down* atau mati. Hasilnya menunjukkan *packet loss* 0% karena masih ada 2 *link* yang terhubung dengan router Filkom.

```
Router(config)#int se 2/0
Router(config-if)#shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Serial2/0, changed state to
administratively down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial2/0, changed
state to down

00:14:32: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.10.1 on Serial2/0
from FULL to DOWN, Neighbor Down: Interface down or detached
```

```
Router(config)#int se 7/0
Router(config-if)#shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Serial7/0, changed state to
administratively down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial7/0, changed
state to down

00:11:50: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.8.2 on Serial7/0
from FULL to DOWN, Neighbor Down: Interface down or detached
```

```
C:\>ping 192.100.100.1

Pinging 192.100.100.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=3ms TTL=253
Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=3ms TTL=253
Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=2ms TTL=253
Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=13ms TTL=253

Ping statistics for 192.100.100.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 2ms, Maximum = 13ms, Average = 5ms
```

Gambar 5.9 Test *ping* untuk mengetahui *packet loss*

Tabel 5.7 Tabel Pengujian *Packet Loss* Pada Topologi *Mesh* yang menggunakan protokol *routing* OSPF

Source Node	*Destination Node*	*Packet loss Link normal(%)*	*Packet loss 1 Link Down(%)*	*Packet loss 2 Link Down(%)*
192.134.100.4	192.72.11.2	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.72.11.150	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.72.11.220	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.100.10.2	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.100.10.132	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.100.10.221	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.100.100.2	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.150.10.2	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.150.10.52	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.150.10.165	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.98.10.140	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.98.10.35	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.98.10.2	0%	0%	0%

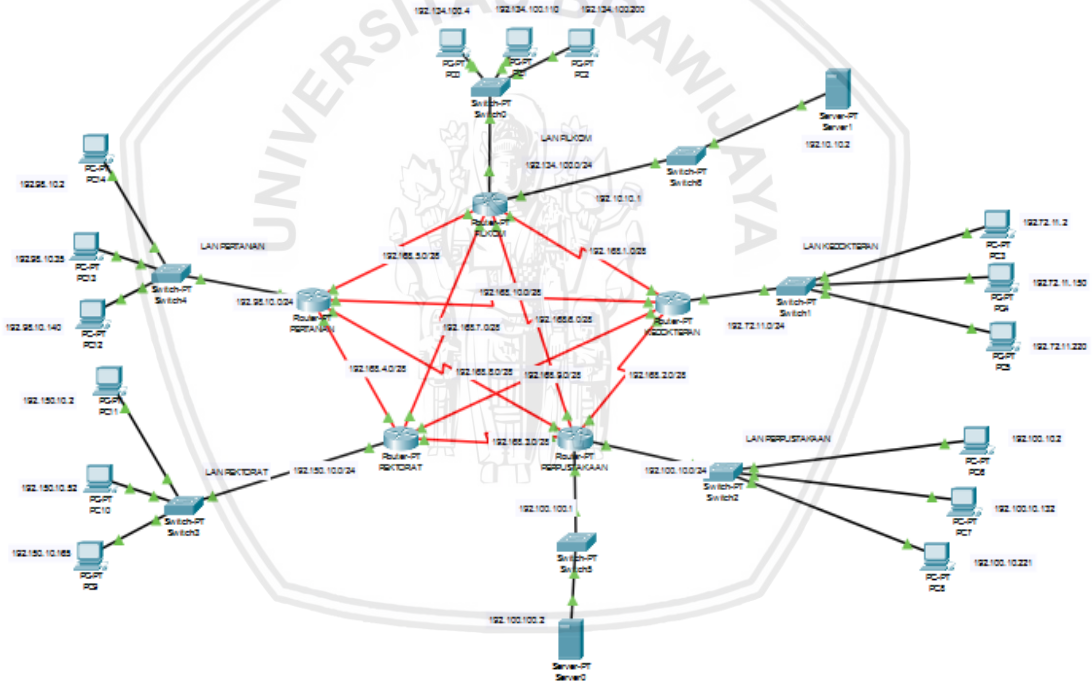
Rata-rata *Packet Loss OSPF*	0%	0%	0%

5.3.2 Pengujian *Packet Loss* Pada Protokol *Routing* RIP

Skenario pengujian *packet loss* pada protokol routing RIP ini didapatkan dengan cara mengirimkan paket ICMP atau paket *ping* antara PC dengan PC dan antara PC dengan server. Nilai *packet loss* dapat diketahui dari jumlah paket yang berhasil dikirim dari *source node* ke *destination node*. Terdapat 3 pengujian *packet loss* pada protokol *routing* RIP yaitu ketika *link* normal, 1 *link down* den 2 link *down* pada Topologi *Mesh* dan Topologi UB.

5.3.2.1 Pengujian Packet Loss Pada Topologi Mesh dengan Protokol Routing RIP

Pada pengujian dibawah ini menunjukkan jumlah *packet loss* yang terjadi pada Topologi Mesh yang dikonfigurasikan menggunakan protokol *routing* RIP. Skenario untuk melakukan pengujian *packet loss* pada topologi *Mesh* tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar 5.10 Topologi Jaringan *Mesh*

Proses pengiriman data PC0 dengan alamat ip 192.134.100.4 yang terhubung dengan router FILKOM menggunakan *gateway* 192.134.100.1. Pada router FILKOM terdapat empat link yang terhubung yaitu alamat ip 192.168.5.0/28 yang menghubungkan router FILKOM dengan Router Pertanian, alamat ip 192.168.7.0/28 yang menghubungkan router FILKOM dengan Router Rektorat, alamat ip 192.168.6.0/28 yang menghubungkan router FILKOM dengan Router Perpustakaan, alamat ip 192.168.1.0/28 yang menghubungkan router FILKOM dengan Router Kedokteran.

1. Skenario pertama, pengiriman paket dari alamat ip 192.134.100.4 ke destination node dengan cara mengirimkan paket ICMP atau paket *ping* ketika *link* normal yaitu link 192.168.1.0 dan *link* 192.168.6.0 dalam kondisi *up* atau kedua *link* hidup.

```
Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 192.100.100.1

Pinging 192.100.100.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=45ms TTL=254
Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=1ms TTL=254
Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=3ms TTL=254
Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=1ms TTL=254

Ping statistics for 192.100.100.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 1ms, Maximum = 45ms, Average = 12ms
```

Gambar 5.11 Test *ping* untuk mengetahui *packet loss*

2. Skenario kedua, pengiriman paket dari alamat ip 192.134.100.4 ke destination node dengan cara mengirimkan paket ICMP atau paket *ping* ketika satu *link* down yaitu link 192.168.1.0 dalam kondisi *down* atau mati dan *link* 192.168.6.0 dalam kondisi *up* atau hidup. Hasilnya menunjukkan *packet loss* 0% karena masih ada 3 *link* yang terhubung dengan router Filkom.

```
Router(config)#int se 7/0
Router(config-if)#shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Serial7/0, changed state to
administratively down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial7/0, changed
state to down
```

```
Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 192.100.100.1

Pinging 192.100.100.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=1ms TTL=254
Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=1ms TTL=254
Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=7ms TTL=254
Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=1ms TTL=254

Ping statistics for 192.100.100.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 1ms, Maximum = 7ms, Average = 2ms
```

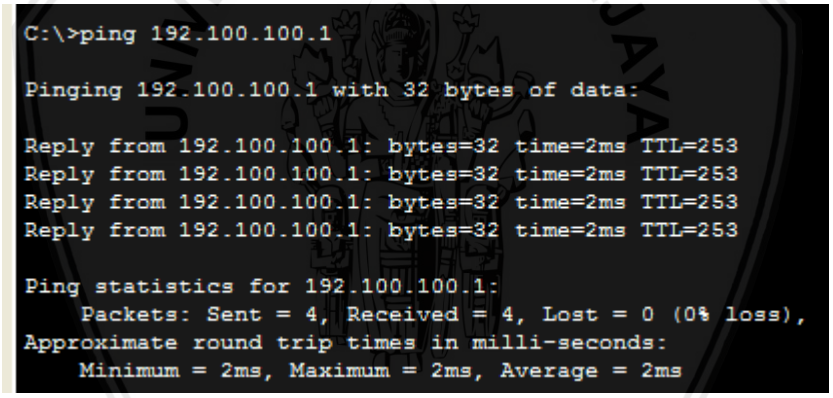
Gambar 5.12 Test *ping* untuk mengetahui *packet loss*

3. Skenario ketiga, pengiriman paket dari alamat ip 192.134.100.4 ke destination node dengan cara mengirimkan paket ICMP atau paket *ping*

ketika dua *link* down yaitu link 192.168.1.0 dalam kondisi *down* atau mati dan *link* 192.168.6.0 dalam kondisi *down* atau mati. Hasilnya menunjukkan *packet loss* 0% karena masih ada 2 *link* yang terhubung dengan router Filkom.

```
Router(config)#int se 7/0
Router(config-if)#shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Serial7/0, changed state to
administratively down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial7/0, changed
state to down
```

```
Router(config)#int se 2/0
Router(config-if)#shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Serial2/0, changed state to
administratively down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial2/0, changed
state to down
```



Gambar 5.13 Test *ping* untuk mengetahui *packet loss*

Tabel 5.8 Tabel Pengujian *Packet Loss* Pada Topologi *Mesh* yang menggunakan protokol *routing* RIP

Source Node	*Destination Node*	*Packet loss Link normal(%)*	*Packet loss 1 Link Down(%)*	*Packet loss 2 Link Down(%)*
192.134.100.4	192.72.11.2	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.72.11.150	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.72.11.220	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.100.10.2	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.100.10.132	0%	0%	0%

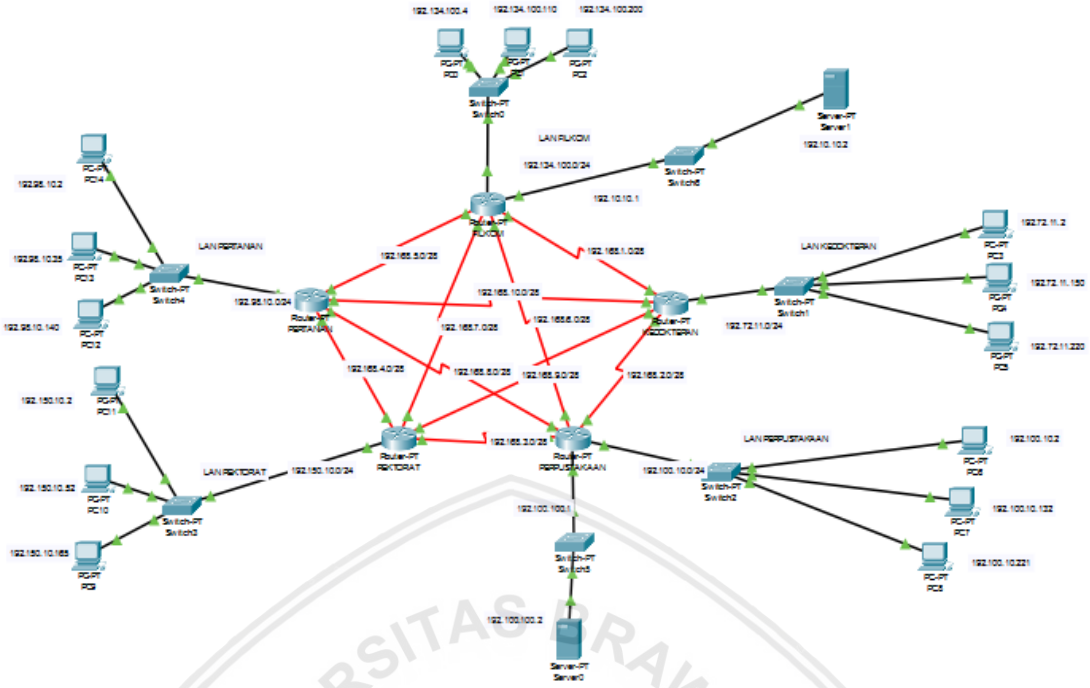
192.134.100.4	192.100.10.221	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.100.100.2	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.150.10.2	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.150.10.52	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.150.10.165	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.98.10.140	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.98.10.35	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.98.10.2	0%	0%	0%
Rata-rata *Packet Loss RIP*		0%	0%	0%

5.3.3 Pengujian *Packet Loss* Pada Protokol *Routing* EIGRP

Skenario pengujian *packet loss* pada protokol routing EIGRP ini didapatkan dengan cara mengirimkan paket ICMP atau paket *ping* antara PC dengan PC dan antara PC dengan server. Nilai *packet loss* dapat diketahui dari jumlah paket yang berhasil dikirim dari *source node* ke *destination node*. Terdapat 3 pengujian *packet loss* pada protokol *routing* EIGRP yaitu ketika *link* normal, 1 *link down* den 2 *link down* pada Topologi *Mesh* dan Topologi UB.

5.3.3.1 Pengujian *Packet Loss* Pada Topologi *Mesh* dengan Protokol *Routing* EIGRP

Pada pengujian dibawah ini menunjukkan jumlah *packet loss* yang terjadi pada Topologi *Mesh* yang dikonfigurasikan menggunakan protokol *routing* EIGRP. Skenario untuk melakukan pengujian *packet loss* pada topologi *Mesh* tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar 5.14 Topologi Jaringan *Mesh*

Proses pengiriman data PC0 dengan alamat ip 192.134.100.4 yang terhubung dengan router FILKOM menggunakan *gateway* 192.134.100.1. Pada router FILKOM terdapat empat *link* yang terhubung yaitu alamat ip 192.168.5.0/28 yang menghubungkan router FILKOM dengan Router Pertanian, alamat ip 192.168.7.0/28 yang menghubungkan router FILKOM dengan Router Rektorat, alamat ip 192.168.6.0/28 yang menghubungkan router FILKOM dengan Router Perpustakaan, alamat ip 192.168.1.0/28 yang menghubungkan router FILKOM dengan Router Kedokteran.

1. Skenario pertama, pengiriman paket dari alamat ip 192.134.100.4 ke destination node dengan cara mengirimkan paket ICMP atau paket *ping* ketika *link* normal yaitu link 192.168.1.0 dan *link* 192.168.6.0 dalam kondisi *up* atau kedua *link* hidup.

```
Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 192.100.100.1

Pinging 192.100.100.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=45ms TTL=254
Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=1ms TTL=254
Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=3ms TTL=254
Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=1ms TTL=254

Ping statistics for 192.100.100.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 1ms, Maximum = 45ms, Average = 12ms
```

Gambar 5. 15 Test *ping* untuk mengetahui *packet loss*

2. Skenario kedua, pengiriman paket dari alamat ip 192.134.100.4 ke destination node dengan cara mengirimkan paket ICMP atau paket *ping* ketika satu *link* down yaitu link 192.168.1.0 dalam kondisi down atau mati dan *link* 192.168.6.0 dalam kondisi *up* atau hidup. Hasilnya menunjukkan *packet loss* 0% karena masih ada 3 *link* yang terhubung dengan router Filkom.

```
Router(config)#int se 7/0
Router(config-if)#shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Serial7/0, changed state to
administratively down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial7/0, changed
state to down

%DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP 2: Neighbor 192.168.6.2 (Serial7/0) is
down: interface down
```

```
Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 192.100.100.1

Pinging 192.100.100.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=2ms TTL=253
Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=2ms TTL=253
Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=10ms TTL=253
Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=10ms TTL=253

Ping statistics for 192.100.100.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 2ms, Maximum = 10ms, Average = 6ms
```

Gambar 5.16 Gambar Test *ping* untuk mengetahui *packet loss*

3. Skenario ketiga, pengiriman paket dari alamat ip 192.134.100.4 ke destination node dengan cara mengirimkan paket ICMP atau paket *ping* ketika dua *link* down yaitu link 192.168.1.0 dalam kondisi down atau mati dan *link* 192.168.6.0 dalam kondisi *down* atau mati. Hasilnya menunjukkan *packet loss* 0% karena masih ada 2 *link* yang terhubung dengan router Filkom.

```
Router(config)#int se 7/0
Router(config-if)#shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Serial7/0, changed state to
administratively down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial7/0, changed
state to down

%DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP 2: Neighbor 192.168.6.2 (Serial7/0) is
down: interface down
```

```
Router(config)#int se 2/0
Router(config-if)#shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Serial2/0, changed state to
administratively down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial2/0, changed
state to down

%DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP 2: Neighbor 192.168.1.2 (Serial2/0) is
down: interface down
```

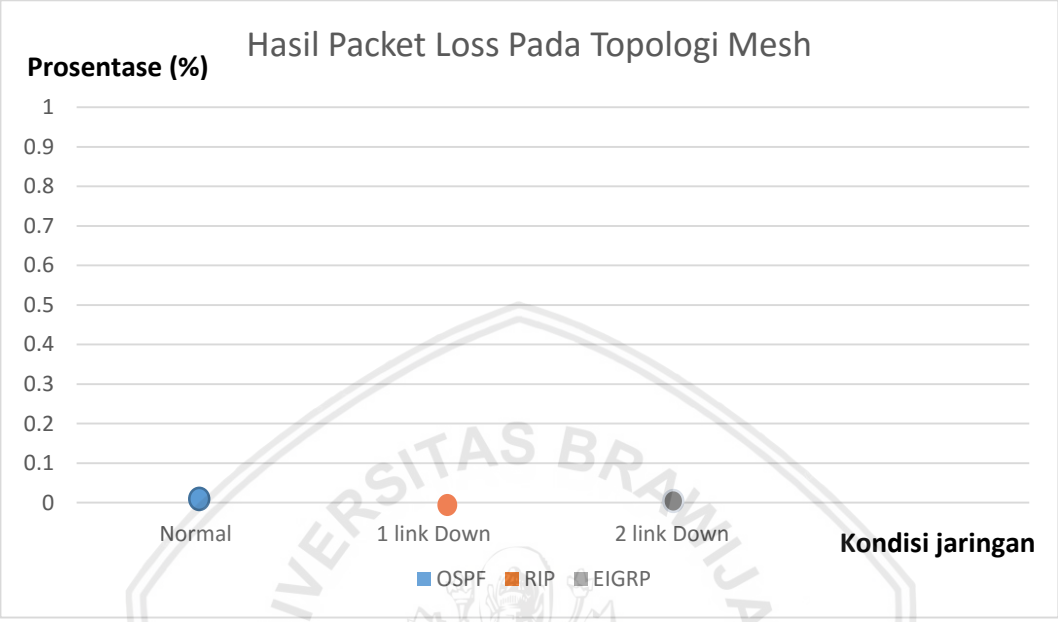
```
C:\>ping 192.100.100.1

Pinging 192.100.100.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=2ms TTL=253
Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=2ms TTL=253
Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=2ms TTL=253
Reply from 192.100.100.1: bytes=32 time=2ms TTL=253

Ping statistics for 192.100.100.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 2ms, Maximum = 2ms, Average = 2ms
```

Gambar 5.17 Gambar Test *ping* untuk mengetahui *packet loss*

Tabel 5.9 Tabel Pengujian *Packet Loss* Pada Topologi *Mesh* yang menggunakan protokol routing EIGRP

Source Node	*Destination Node*	*Packet loss Link normal(%)*	*Packet loss 1 Link Down(%)*	*Packet loss 2 Link Down(%)*
192.134.100.4	192.72.11.2	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.72.11.150	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.72.11.220	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.100.10.2	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.100.10.132	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.100.10.221	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.100.100.2	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.150.10.2	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.150.10.52	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.150.10.165	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.98.10.140	0%	0%	0%
192.134.100.4	192.98.10.35	0%	0%	0%

192.134.100.4	192.98.10.2	0%	0%	0%
Rata-rata *Packet Loss EIGRP*		0%	0%	0%



Gambar 5.18 Grafik Hasil Simulasi *Packet Loss* Pada Topologi *Mesh*

Tabel 5.10 Hasil Simulasi *Packet Loss* Pada Topologi *Mesh*

Keadaaan Jaringan	OSPF	RIP	EIGRP
Normal	0%	0%	0%
1 link Down	0%	0%	0%
2 link Down	0%	0%	0%

Packet loss merupakan suatu parameter yang menunjukkan jumlah data yang hilang ketika dilakukan proses pengiriman data(Hasanah, 2014). Semakin rendah nilai packet loss maka semakin baik kualitas jaringan tersebut. Sesuai kategori *packet loss* yang dijelaskan pada bab 2. Pengujian *packet loss* pada Topologi mesh yang dikonfigurasikan menggunakan protokol routing OSPF, RIP dan EIGRP pada penelitian ini bernilai 0% atau tidak terjadi packet loss sehingga bernilai *excellent*.

Jadi, dapat disimpulkan secara keseluruhan dengan cara melihat grafik dan tabel diatas bahwa rata-rata *packet loss* paling rendah terdapat pada topologi *mesh* yang dikonfigurasikan menggunakan protokol *routing* OSPF, RIP dan EIGRP yaitu 0% atau tidak terjadi *packet loss* karena pada topologi *mesh* memiliki 4 *link* yang bisa menjadi *backup* jika ada 2 *link* yang *down* sesuai skenario pengujian yang dilakukan.

5.4 Pengujian *Throughput*

Pada penelitian ini, pengujian keempat adalah pengujian *throughput* pada masing-masing protokol *routing* yang dikonfigurasikan pada sistem jaringan *mesh* tersebut. *Throughput* adalah suatu hal yang dapat diukur dalam sebuah jaringan komputer sehingga *throughput* dapat menunjukkan perfomansi dari jaringan yang digunakan. *Throughput* merupakan suatu parameter yang menunjukkan kemampuan sebenarnya suatu jaringan dalam melakukan pengiriman data.

5.4.1 Pengujian *Throughput* pada protokol *routing* RIP

Skenario pengujian *throughput* pada protokol *routing* RIP ini didapatkan dengan cara mengirimkan paket ICMP atau paket *ping* antara PC dengan PC dan antara PC dengan server. Nilai *throughput* dapat diketahui dari hasil pembagian antara jumlah data atau ukuran data yang dikirim dalam satuan bit dibagi dengan waktu pengiriman paket dari *source node* dengan waktu paket sampai pada *destination node* pada keadaan jaringan normal dengan satuan sekon. Jadi, nilai *throughput* dapat dinyatakan menjadi bit per sekon (bps)

5.4.1.1 Pengujian *throughput* protokol *routing* RIP pada Topologi *Mesh*

Tabel 5.11 Tabel Pengujian *Throughput* RIP Pada Topologi *Mesh*

Source Node	*Destination Node*	Ukuran Data(bit)	*Time* (sekon)	*Throughput* (bit per sekon/bps)
192.134.100.4	192.72.11.2	1000	0.033	30303.03
192.10.10.2	192.72.11.150	1000	0.035	28571.43
192.72.11.2	192.100.100.2	1000	0.030	33333.33
192.72.11.220	192.150.10.165	1000	0.035	28571.43
192.100.10.132	192.150.10.52	1000	0.032	31250
192.100.100.2	192.150.10.2	1000	0.034	29411.76
192.150.10.165	192.10.10.2	1000	0.034	29411.76
192.150.10.52	192.72.11.150	1000	0.032	31250
192.98.10.35	192.72.11.220	1000	0.034	29411.76
192.98.10.140	192.72.11.150	1000	0.034	29411.76
Rata-rata *Throughput RIP*				30092.63

5.4.2 Pengujian *throughput* protokol *routing* OSPF

Skenario pengujian *throughput* pada protokol *routing* OSPF ini didapatkan dengan cara mengirimkan paket ICMP atau paket *ping* antara PC dengan PC dan antara PC dengan server. Nilai *throughput* dapat diketahui dari hasil pembagian antara jumlah data atau ukuran data yang dikirim dalam satuan bit dibagi dengan

waktu pengiriman paket dari *source node* dengan waktu paket sampai pada *destination node* pada keadaan jaringan normal dengan satuan sekon. Jadi, nilai *throughput* dapat dinyatakan menjadi bit per sekon (bps)

5.4.2.1 Pengujian *throughput* protokol *routing* OSPF pada Topologi *Mesh*

Tabel 5.12 Tabel Pengujian *Throughput* OSPF Pada Topologi *Mesh*

Source Node	*Destination Node*	Ukuran Data(bit)	*Time* (sekon)	*Throughput* (bit per sekon/bps)
192.134.100.4	192.72.11.2	1000	0.033	30303.03
192.10.10.2	192.72.11.150	1000	0.032	31250
192.72.11.2	192.100.100.2	1000	0.033	30303.03
192.72.11.220	192.150.10.165	1000	0.034	29411.76
192.100.10.132	192.150.10.52	1000	0.034	29411.76
192.100.100.2	192.150.10.2	1000	0.031	32258.06
192.150.10.165	192.10.10.2	1000	0.033	30303.03
192.150.10.52	192.72.11.150	1000	0.033	30303.03
192.98.10.35	192.72.11.220	1000	0.031	32258.06
192.98.10.140	192.72.11.150	1000	0.029	34482.76
Rata-rata *Throughput* OSPF				31028.45

5.4.3 Pengujian *throughput* protokol *routing* EIGRP

Skenario pengujian *throughput* pada protokol *routing* EIGRP ini didapatkan dengan cara mengirimkan paket ICMP atau paket *ping* antara PC dengan PC dan antara PC dengan server. Nilai *throughput* dapat diketahui dari hasil pembagian antara jumlah data atau ukuran data yang dikirim dalam satuan bit dibagi dengan waktu pengiriman paket dari *source node* dengan waktu paket sampai pada *destination node* pada keadaan jaringan normal dengan satuan sekon. Jadi, nilai *throughput* dapat dinyatakan menjadi bit per sekon (bps)

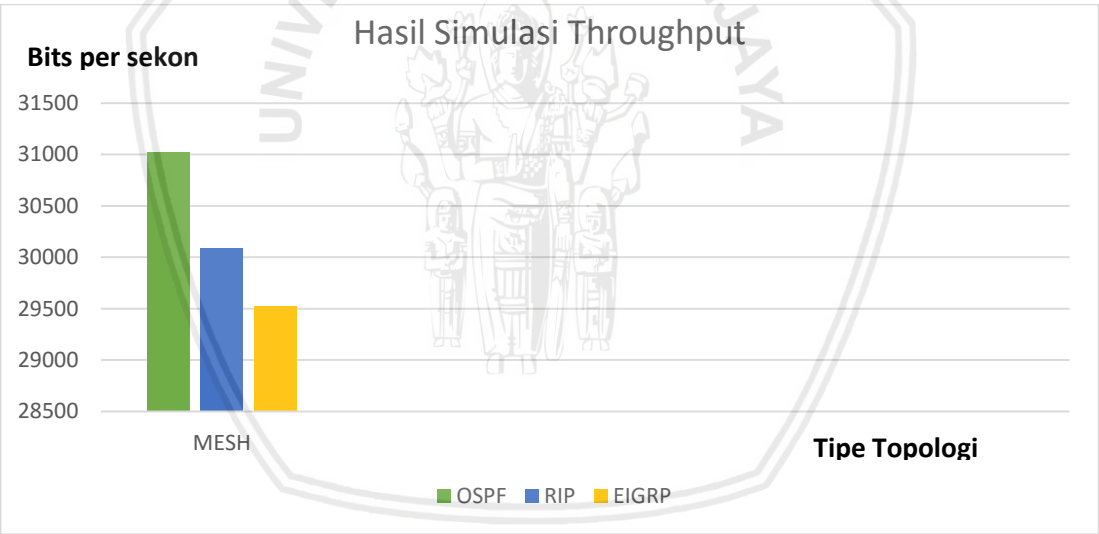
5.4.3.1 Pengujian *throughput* protokol *routing* EIGRP pada Topologi *Mesh*

Tabel 5.13 Tabel Pengujian *Throughput* EIGRP Pada Topologi *Mesh*

Source Node	*Destination Node*	Ukuran Data(bit)	*Time* (sekon)	*Throughput* (bit per sekon/bps)
192.134.100.4	192.72.11.2	1000	0.034	29411.76
192.10.10.2	192.72.11.150	1000	0.041	24390.24

192.72.11.2	192.100.100.2	1000	0.034	29411.76
192.72.11.220	192.150.10.165	1000	0.032	31250
192.100.10.132	192.150.10.52	1000	0.034	29411.76
192.100.100.2	192.150.10.2	1000	0.034	29411.76
192.150.10.165	192.10.10.2	1000	0.037	27027.03
192.150.10.52	192.72.11.150	1000	0.030	33333.33
192.98.10.35	192.72.11.220	1000	0.031	32258.06
192.98.10.140	192.72.11.150	1000	0.034	29411.76
Rata-rata *Throughput* EIGRP				29531.75

Berikut ini adalah grafik yang menunjukkan simulasi *throughput* pada topologi *Mesh* yang masing-masing dikonfigurasikan menggunakan protokol *routing* OSPF, RIP dan EIGRP :



Gambar 5.19 Grafik Hasil Simulasi *Throughput*

Dapat dilihat pada grafik, topologi *Mesh* memiliki rata-rata *throughput* tertinggi pada protokol *routing* OSPF yaitu 31028.45 bps, selanjutnya rata-rata *throughput* pada protokol *routing* RIP yaitu 30092.63 bps, dan rata-rata *throughput* terendah pada protokol *routing* EIGRP yaitu 29531.75 bps.

Throughput adalah besaran yang menunjukkan kemampuan seberapa banyak data yang dapat dilewatkan atau ditransfer dalam suatu koneksi melalui sebuah *network* pada suatu waktu tertentu (Sharma, 2012). *Throughput* merupakan kapasitas atau daya tampung kabel Ethernet agar dapat dilewati trafik paket data dalam jumlah tertentu. semakin besar *throughput* yang dihasilkan,

maka kinerja jaringan tersebut akan semakin baik. Pada penelitian ini membuktikan protokol *routing* OSPF memiliki nilai *throughput* tertinggi karena OSPF menggunakan bandwidth sebagai *cost*nya.

Jadi, dapat disimpulkan secara keseluruhan dengan cara melihat grafik diatas bahwa rata-rata *throughput* paling tinggi terdapat pada topologi *mesh* yang menggunakan protokol *routing* OSPF sedangkan *throughput* paling rendah terdapat pada topologi *mesh* yang menggunakan protokol *routing* EIGRP.

5.5 Pengujian Waktu Konvergensi

Pada penelitian ini, pengujian kelima adalah pengujian waktu konvergensi pada masing-masing protokol *routing* yang dikonfigurasikan pada sistem jaringan *mesh* tersebut. Waktu konvergensi adalah suatu hal yang dapat diukur dalam sebuah jaringan komputer sehingga waktu konvergensi dapat menunjukkan perfomansi dari jaringan yang digunakan. Waktu konvergensi merupakan suatu parameter yang menunjukkan waktu untuk setiap router mendapatkan informasi dari router lain sehingga dapat diketahui kecepatan suatu protokol *routing* tersebut dalam membentuk tabel *routing* baru dan siap untuk mengirimkan paket data.

5.5.1 Pengujian waktu konvergensi protokol *routing* OSPF

Skenario pengujian waktu konvergensi pada protokol *routing* OSPF ini didapatkan dengan cara ketik perintah "*show ip OSPF neighbor*" pada CLI *Command* di setiap routernya yang hasilnya seperti berikut:

```
Router#sh ip OSPF neighbor

Neighbor ID     Pri   State           Dead Time   Address
Interface
192.168.8.2       0   FULL/  -        00:00:31    192.168.6.2
Serial7/0
192.168.10.1      0   FULL/  -        00:00:30    192.168.1.2
Serial2/0
192.168.10.2      0   FULL/  -        00:00:30    192.168.5.1
Serial3/0
192.168.9.2       0   FULL/  -        00:00:37    192.168.7.2
Serial6/0
```

Gambar 5.20 Waktu Konvergensi pada router FILKOM

```
Router#sh ip OSPF neighbor

Neighbor ID     Pri   State           Dead Time   Address
Interface
192.168.7.1       0   FULL/  -        00:00:37    192.168.5.2
Serial2/0
192.168.9.2       0   FULL/  -        00:00:31    192.168.4.1
Serial3/0
192.168.8.2       0   FULL/  -        00:00:32    192.168.8.2
Serial6/0
192.168.10.1      0   FULL/  -        00:00:31    192.168.10.1
Serial7/0
```

Gambar 5.21 Waktu Konvergensi pada router Pertanian

```
Router#sh ip OSPF neighbor

Neighbor ID     Pri   State           Dead Time   Address
Interface
192.168.7.1       0   FULL/  -        00:00:34    192.168.1.1
Serial2/0
192.168.9.2       0   FULL/  -        00:00:38    192.168.9.2
Serial6/0
192.168.10.2      0   FULL/  -        00:00:35    192.168.10.2
Serial3/0
192.168.8.2       0   FULL/  -        00:00:38    192.168.2.2
Serial7/0
```

Gambar 5.22 Waktu Konvergensi pada router Kedokteran

Pada **Gambar 5.36** diatas pada kolom *Dead Time* menunjukan *Dead Time* pada router untuk menunggu packet *Hello* dari router lain. Waktu tersebut yang mendasari waktu konvergensi di setiap routernya dimana *Hello interval* secara *default* yaitu 10 detik dan *Dead interval* secara *default* yaitu 40 detik. Sehingga waktu rata-rata konvergensi untuk setiap router adalah hasil rata-rata *Dead Time* pada masing-masing router.

5.5.1.1 Pengujian waktu konvergensi protokol *routing* OSPF pada Topologi *Mesh*

Router	Perhitungan Rata-rata *Dead Time* (sekon)	Rata-rata *Dead Time*(sekon)
Router Filkom	(31+30+30+37)/4	32
Router Kedokteran	(34+38+35+38)/4	36,25
Router Pertanian	(37+32+31+31)/4	32,75
Router Rektorat	(34+31+34+34)/4	33,25
Router Perpustakaan	(31+32+31+32)/4	31,5
Waktu konvergensi protokol *routing* OSPF		**33,15**

5.5.2 Pengujian Waktu Konvergensi protokol *routing* EIGRP

Skenario pengujian waktu konvergensi pada protokol *routing* OSPF ini didapatkan dengan cara ketik perintah "*show ip EIGRP neighbor*" pada CLI *Command* di setiap routernya yang hasilnya seperti berikut:

```
Router#show ip EIGRP neighbor
IP-EIGRP neighbors for process 2
H   Address         Interface      Hold Uptime    SRTT   RTO   Q   Seq
                                   (sec)          (ms)       Cnt Num
0   192.168.1.2     Se2/0          14   01:21:01  40     1000  0   30
1   192.168.7.2     Se6/0          14   01:21:01  40     1000  0   53
2   192.168.5.1     Se3/0          12   01:20:59  40     1000  0   45
3   192.168.6.2     Se7/0          10   01:20:59  40     1000  0   36
```

Gambar 5.23 Waktu konvergensi Pada Router FILKOM

```
Router#show ip EIGRP neighbor
IP-EIGRP neighbors for process 2
H   Address          Interface      Hold Uptime     SRTT   RTO   Q   Seq
                                    (sec)           (ms)       Cnt Num
0   192.168.10.1     Se7/0          10   01:27:45   40     1000  0   31
1   192.168.4.1      Se3/0          14   01:27:45   40     1000  0   53
2   192.168.5.2      Se2/0          13   01:27:43   40     1000  0   63
```

Gambar 5.24 Waktu Konvergensi Pada Router Pertanian

```
Router#show ip EIGRP neighbor
IP-EIGRP neighbors for process 2
H   Address          Interface      Hold Uptime     SRTT   RTO   Q   Seq
                                    (sec)           (ms)       Cnt Num
0   192.168.9.2      Se6/0          12   01:29:29   40     1000  0   53
1   192.168.2.2      Se7/0          13   01:29:29   40     1000  0   36
2   192.168.1.1      Se2/0          13   01:29:29   40     1000  0   63
3   192.168.10.2     Se3/0          13   01:29:28   40     1000  0   44
```

Gambar 5.25 Waktu Konvergensi Pada Router Kedokteran

Pada **Gambar 5.42** pada kolom *Hold* (sec) tersebut menunjukan *Hold time* pada router untuk menunggu packet *Hello* dari router yang lain waktu inilah yang mendasari waktu konvergensi di setiap routernya dimana *Hello interval* secara default yaitu 5 detik dan *Hold/Dead interval* secara default yaitu 15 detik. Sehingga waktu rata-rata konvergensi untuk setiap router adalah hasil rata-rata *Hold Time* pada masing-masing router.

5.5.2.1 Pengujian waktu konvergensi protokol *routing* EIGRP pada Topologi *Mesh*

Router	Perhitungan Rata-rata *Hold Time* (sekon)	Rata-rata *Hold Time*(sekon)
Router Filkom	(14+14+12+10)/4	12,5
Router Kedokteran	(12+13+13+13)/4	12,75
Router Pertanian	(10+14+13)/3	12,33
Router Rektorat	(11+14+13+14)/4	13
Router Perpustakaan	(13+11+12)/3	12
Waktu konvergensi protokol *routing* EIGRP		**12,51**

5.5.3 Pengujian Waktu Konvergensi protokol *routing* RIP

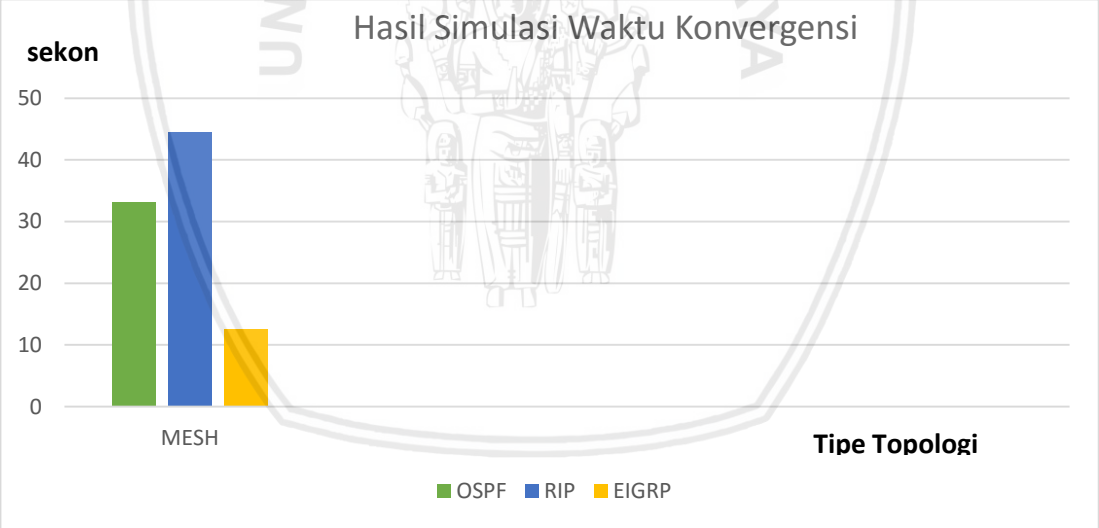
Skenario pengujian waktu konvergensi pada protokol *routing* RIP ini didapatkan dengan cara ketik perintah "*show ip protocol*" pada CLI *Command* di setiap routernya yang hasilnya seperti berikut:

Pada kolom *Last Update* menunjukan *update* terakhir pada router untuk menunggu packet *Hello* dari router lain. Waktu tersebut yang mendasari waktu konvergensi di setiap router. Sehingga waktu rata-rata konvergensi untuk setiap router adalah hasil rata-rata *Last Update* pada masing-masing router.

5.5.3.1 Pengujian waktu konvergensi protokol *routing* RIP pada Topologi *Mesh*

Router	Perhitungan Rata-rata *Last Update* (sekon)	Rata-rata *Last Update* (sekon)
Router Filkom	(55+42+49+37)/4	45,75
Router Kedokteran	(44+42+47+45)/4	44,50
Router Pertanian	(40+42+42)/3	41,33
Router Rektorat	(41+47+47+46)/4	45,25
Router Perpustakaan	(44+46+46)/3	45,33
Waktu konvergensi protokol *routing* RIP		**44,43**

Berikut ini adalah grafik yang menunjukkan simulasi waktu konvergensi pada topologi *Mesh* yang masing-masing dikonfigurasikan menggunakan protokol *routing* OSPF, RIP dan EIGRP :



Gambar 5.26 Grafik Hasil Simulasi Waktu Konvergensi

Dapat dilihat pada grafik, topologi *Mesh* memiliki rata-rata waktu konvergensi terendah pada protokol *routing* EIGRP yaitu 12.51 sekon, selanjutnya rata-rata pada protokol *routing* OSPF yaitu 33,15 sekon, dan rata-rata waktu konvergensi tertinggi pada protokol *routing* RIP yaitu 44.43 sekon.

EIGRP memiliki kelebihan yaitu memiliki waktu konvergensi tercepat dengan menggunakan algoritma DUAL(Dirgantara, 2017). Dengan algoritma DUAL, EIGRP akan mengetahui jalur tanpa harus menunggu *update* dari router lain . Dengan DUAL, EIGRP akan memilih router mana yang menjadi *successor*

dan *feasible succesor.* Sehingga EIGRP terbukti memiliki waktu konvergensi tercepat dibandingkan OSPF dan RIP ketika terjadi perubahan informasi jaringan pada penelitian ini. Dan RIP memiliki waktu konvergensi paling tinggi karena pada RIP harus menukarkan informasi routing antar router tetangga atau menunggu *update* informasi *routing* dari router lain.

Jadi, dapat disimpulkan secara keseluruhan dengan cara melihat grafik diatas bahwa rata-rata waktu konvergensi paling rendah terdapat pada topologi *mesh* yang menggunakan protokol *routing* EIGRP sedangkan waktu konvergensi paling tinggi terdapat pada topologi *mesh* yang menggunakan protokol *routing* RIP.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan simulasi serta pengujian dan analisis pada bab sebelumnya tentang analisis kinerja protokol *routing* OSPF, RIP dan EIGRP pada topologi *mesh,* dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Telah berhasil mengimplementasikan protokol *routing* OSPF, RIP dan EIGRP pada topologi *mesh* dan topologi *Existing* UB. Paket ICMP atau paket *ping* berhasil dikirimkan antara PC dengan PC dan PC dengan server. Sehingga dapat diketahui kinerja dari protokol *routing* OSPF, RIP dan EIGRP berdasarkan parameter uji yang ditentukan yaitu *delay, update routing table, packet loss* dan *throughput*.
2. Topologi *Mesh* memiliki nilai rata-rata *delay* terendah pada EIGRP yaitu 0.020923 sekon dan rata-rata *delay* tertinggi pada RIP yaitu 0.022077 sekon. Semakin rendah nilai *delay*, maka semakin baik kualitas dari jaringan tersebut. Dan memiliki rata-rata *update routing table* terendah pada protokol *routing* EIGRP 0.006778 sekon dan rata-rata *update routing table* tertinggi pada protokol *routing* RIP yaitu 0.006222 sekon. Semakin rendah nilai *update routing table*, maka semakin baik kualitas dari jaringan tersebut. Rata-rata *packet loss* pada topologi *mesh* yang dikonfigurasikan menggunakan protokol *routing* OSPF, RIP dan EIGRP yaitu 0% atau tidak terjadi *packet loss* karena pada topologi *mesh* memiliki 4 *link* yang bisa menjadi *backup* jika ada 2 *link* yang *down* sesuai skenario pengujian yang dilakukan. Semakin rendah nilai *packet loss*, maka semakin baik kualitas dari jaringan tersebut. Sedangkan rata-rata *throughput* tertinggi terdapat pada protokol *routing* OSPF yaitu 31028.45 bps dan *throughput* terendah pada protokol *routing* EIGRP yaitu 29531.75 bps. Semakin tinggi nilai *throughput*, maka semakin baik kualitas dari jaringan tersebut. Topologi

Mesh memiliki rata-rata waktu konvergensi terendah pada protokol *routing* EIGRP yaitu 12.51 sekon, selanjutnya rata-rata pada protokol *routing* OSPF yaitu 33,15 sekon, dan rata-rata waktu konvergensi tertinggi pada protokol *routing* RIP yaitu 44.43 sekon. Semakin rendah waktu konvergensi, maka semakin baik kualitas dari jaringan tersebut.

6.2 Saran

Saran yang dapat penulis sampaikan untuk penelitian selanjutnya tentang kinerja protokol *routing* OSPF, RIP dan EIGRP adalah sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat menambahkan parameter kinerja lain seperti *jitter*, waktu konvergensi dan next-hop *update.*
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat melakukan pengujian pada topologi jaringan yang berbeda seperti topologi *tree*, *hybrid* dan sebagainya.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan sistem jaringan *wireless* karena pada penelitian ini menggunakan sistem pengkabelan.

DAFTAR REFERENSI

Kurose, J. F., 2013. *A Top-Down Approach*. SIXTH EDITION penyunt. Boston: Pearson Education.

Sofana, I., 2012. *Cisco CCNA dan Jaringan Komputer*. Bandung: Informatika.

Sofana, I., 2012. *Cisco CCNP dan Jaringan Komputer*. Bandung: Informatika.

Medhi, D., 2007. *Network Routing Algorithms, Protocols, and Architectures*. Amsterdam: Elsevier.

Rakheja, P., 2012. *Perfomance Analysis of RIP, OSPF, IGRP dan EIGRP Routing Protocols in a Network*. Gurgaon (Haryana), India: International Journal of Computer Applications.

Kalamani, P., 2014. *Comparison of RIP, EIGRP, OSPF, IGRP Routing Protocols in Wireless Local Area Network (WLAN) by using OPNET Simulator tool – A Practical Approach.* Bangalore, India: IOSR Journal of Computer Engineering.

V. Vetriselvan, 2014. *Survey on the RIP, OSPF, EIGRP Routing Protocols.* Pune: Pune Institute of Computer Technology.

Yolanda, D., 2013. *Simulasi Kinerja Routing Protokol Open Shortest Path First (OSPF) dan Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP) Menggunakan Simulator Jaringan OPNET MODELER v. 14.5.* Malang: Universitas Brawijaya.

Dirgantara, 2017. Analisis dan Perbandingan Perfoma Protokol Routing OSPF, RIP dan EIGRP Pada Topologi *Mesh* dan *Tree*. Malang: Universitas Brawijaya

Sharma, V., 2012. *Perfomance Analysis of IEEE 802.3 using IGRP and EIGRP Routing Protocols.* Punjab, India: International Journal of Computer Applications.

Jati, W.S. 2018. Perbandingan Kinerja Protokol *Routing Open Shortest Path First* (OSPF) dan *Routing Information Protocol* (RIP) Menggunakan Simulator *Cisco Packet Tracer.* Malang : Universitas Brawijaya

Priyono, 2012 .Simulasi *Routing* Protokol OSPF dan EIGRP, Beserta Analisa Perbandingannya Dalam Menentukan Kinerja Yang Paling Baik. Surakarta : Universitas Muhammadiyah.

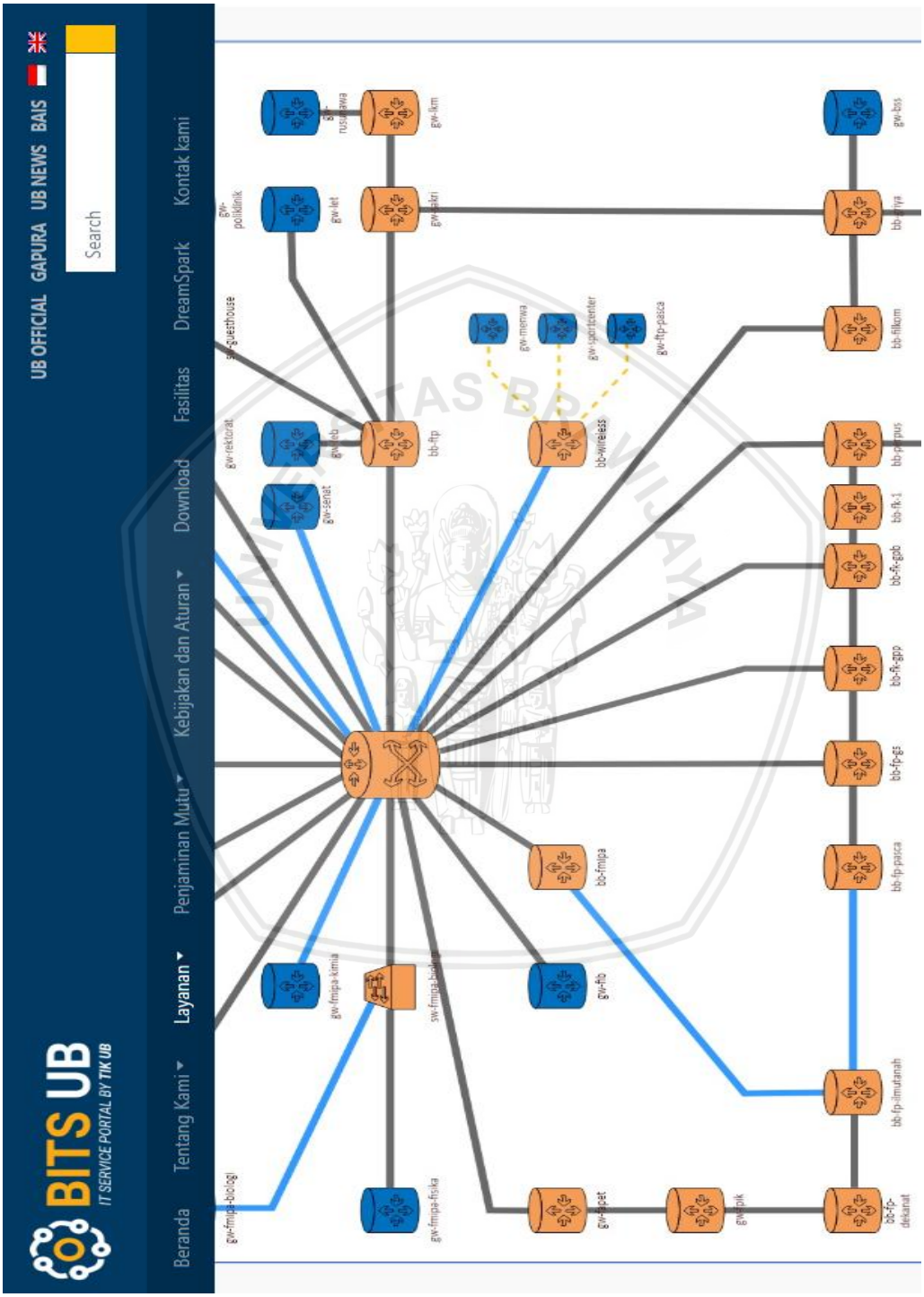
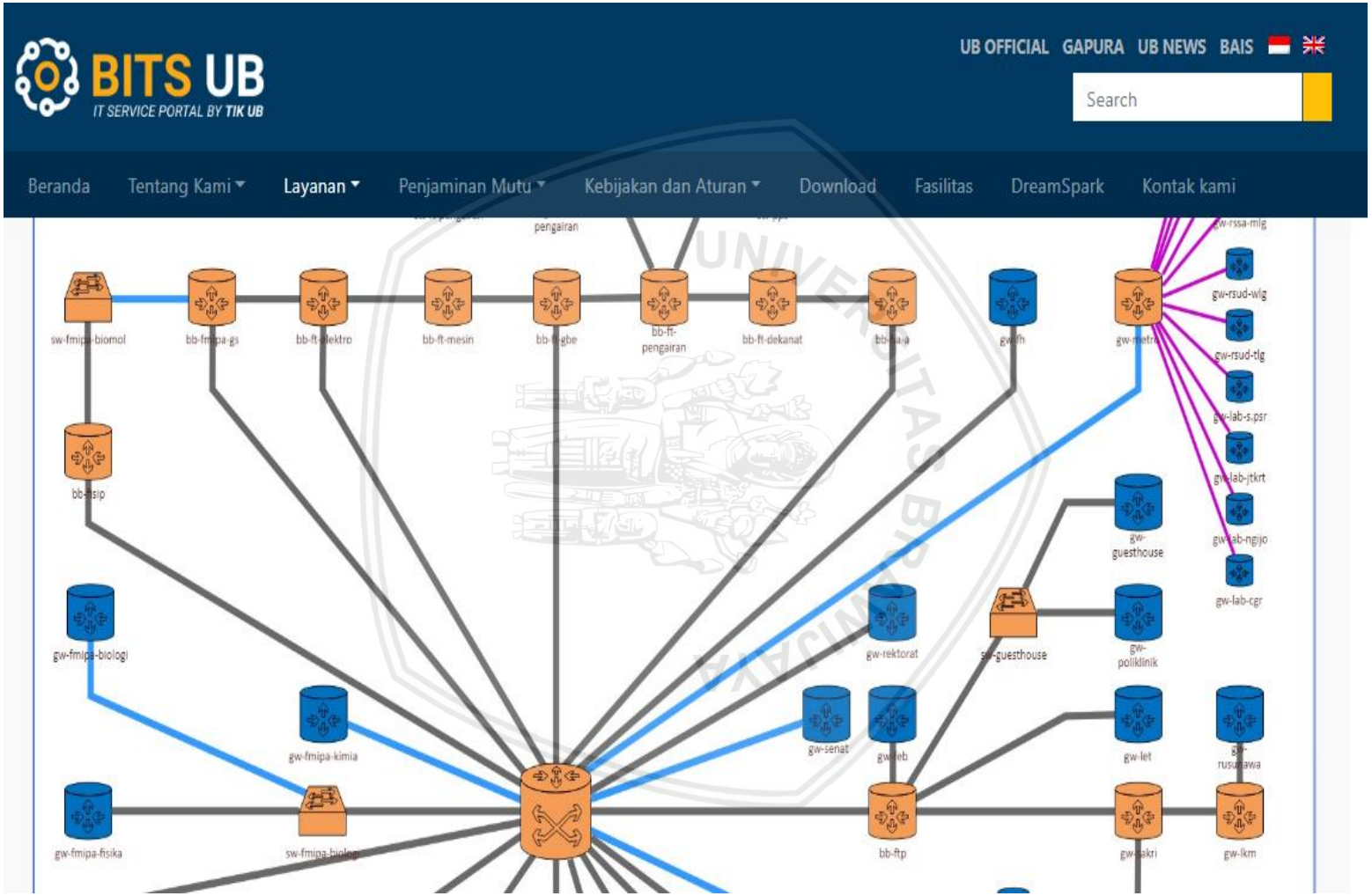
Riskiono, 2018. Analisas Kinerja Metode Routing OSPF dan RIP Pada Model Arsitektur Jaringan Di SMKN XYZ. Yogyakarta : Universitas AMIKOM.

Hasanah, 2014. Analisis Kinerja *Routing* Dinamis Dengan Teknik RIP (*Routing Information Protocol*) Pada Topologi *Ring* dalam Jaringan LAN (*Local Area*

Network) Menggunakan *Cisco Packet Tracer*. Medan: Univertas Sumatera Utara

Faruq, 2011. Praktikum 14 Analisa QoS Jaringan. *http://*lecturer.eepisits. edu/.../Prakt%20modul%2014%20analisa%20QoS.pdf. (diakses pada tanggal 12 Februari 2019)

LAMPIRAN


UB OFFICIAL GAPURA UB NEWS BAIS
Search
BITS UB
IT SERVICE PORTAL BY TIK UB
Beranda
Tentang Kami
Layanan
Penjaminan Mutu
Kebijakan dan Aturan
Download
Fasilitas
DreamSpark
Kontak kami

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
repository.ub.ac.id