

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan untuk dibandingkan dengan penelitian sekarang. Penelitian terdahulu juga dapat digunakan sebagai pedoman dan dapat mengetahui seberapa efektif metode yang telah diterapkan sebelumnya. Terdapat sepuluh penelitian terdahulu yang dijadikan referensi untuk tinjauan pustaka.

Kajian pustaka pertama mengambil data dari penelitian Mohamad Rizal, Arini dan Siti Ummi Masruroh yang berjudul Evaluasi Kinerja Jaringan Dmvpn Menggunakan *Routing protocol* Ripv2, Ospf, Eigrp Dengan Bgp. Penelitian ini dilakukan dengan merancang topologi *routing protocol* yang terlibat yaitu Ripv2, Ospf dan Eigrp di GNS3 menggunakan router cisco dan mencoba teknologi dari perusahaan cisco yaitu DMVPN (*Dynamic Multipoint Virtual Private Network*) adalah teknologi yang memungkinkan lokasi cabang perusahaan untuk berkomunikasi melalui jaringan internet. DMVPN juga tidak memerlukan koneksi VPN permanen antar site, sehingga dapat mengoptimalkan pemanfaatan *bandwidth* yang tersedia. DMVPN juga menawarkan skalabilitas, yaitu tidak melibatkan konfigurasi tambahan pada peralatan yang sudah dikonfigurasi. Parameter yang diuji yaitu *packet loss*, *delay* dan *throughput*[6].

Kajian pustaka kedua mengambil data dari penelitian Andry Maulana, Hani Harafani dan Ade Setiawan yang berjudul Konsep Dan Perancangan *Routing* Eigrp, Ripv2 Dan Ospf Pada Ipv6 Menggunakan Metode Redistribution. Penelitian dilakukan dengan merancang topologi jaringan menggunakan *Packet Tracer*. Topologi yang didesain dianggap mempunyai beberapa wilayah yang terhubung dengan *routing* OSPF, *routing* EIGRP, dan *routing* RIP. Konfigurasi dilakukan dengan mengkonfigurasi *routing* dan *switching* serta memberikan pengalamatan pada perangkat jaringan seperti PC dan router. Pengujian dilakukan

dengan cara menghitung nilai per detik dari semua paket data yang dikirim menggunakan layanan Internet Control Message Protocol (ICMP)[7].

Kajian pustaka ketiga mengambil data dari penelitian Sindy Alvionita dan Heru Nurwasito yang berjudul Analisis Kinerja *Routing protocol* OSPF, RIP dan EIGRP Pada Topologi Jaringan Mesh. Penelitian ini dilakukan dengan menguji *routing protocol* OSPF, RIP dan EIGRP pada topologi mesh dengan menggunakan cisco packet tracer lalu menguji nilai *delay*, *packet loss*, *throughput* dan *jitternya*[8].

Kajian pustaka keempat mengambil data dari penelitian Chairul Mukmin dan Edi Surya Negara yang berjudul Analisis Kinerja Redistribusi *Routing protocol* Dinamik. Penelitian ini dilakukan dengan menguji *routing protocol* yang digunakan yaitu *routing protocol* interior *routing protocol* dengan skema kolaborasi *routing protocol* RIPv2 redistribusi EIGRP, RIP Redistribusi IS-IS dan EIGRP redistribusi IS-IS. Skenario dibuat dengan memanfaatkan Graphical *Network Simulator 3* (GNS3) setelah itu menganalisis nilai dari *packet loss*, *delay* dan *throughput* nya[9].

Kajian pustaka kelima mengambil data dari penelitian Awan Nahel Mahmood yang berjudul Performance Analysis of *Routing protocols* RIP, EIGRP, OSPF and IGRP using *Networks* connector. Penelitian dilakukan dengan menguji *routing protocol* RIP, EIGRP, OSPF, and IGRP yang disimulasikan dengan OPNET dan menggunakan router cisco serta parameter yang diuji adalah *packet loss*, *delay* dan *throughput*[10].

Kajian pustaka keenam mengambil data dari penelitian Pahlevi Muhammad, Primantara Hari Trisnawan dan Kasyful Amron yang berjudul Analisis Perbandingan Kinerja *Routing protocol* OSPF, RIP, EIGRP, dan IS-IS. Penelitian dilakukan dengan melakukan pengujian dengan dua parameter berbeda yaitu skenario untuk mendapat waktu konvergensi dan waktu round-trip. Pengujian tersebut dilakukan di topologi mesh dengan 4 router, 6 router, dan 8 router. *Protocol* yang diujikan adalah OSPF, RIP, EIGRP, dan IS-IS di IPv4 dan IPv6[11].

Kajian pustaka ketujuh mengambil data dari penelitian Nanda Iryani dan Dyas Dendi Andika yang berjudul Analisis Performansi *Dynamic Multipoint Virtual Private Network* pada *Routing Protocol BGP* dengan *FRRouting*. Penelitian ini akan mencoba mengkaji dengan hanya menfokuskan pada kinerja dari performa DMVPN dengan menggunakan pendekatan *routing* yang berbeda dengan penelitian yang kebanyakan menggunakan IGP[12].

Kajian pustaka kedelapan mengambil data dari penelitian D. R. Prehanto, A. D. Indriyanti dan G. S. Permadi yang berjudul *Performance analysis routing protocol between RIPv2 and EIGRP with termination test on full mesh topology*. Konfigurasi *routing protocol* RIPv2 dan EIGRP menggunakan *topology* full mesh dengan aplikasi simulator cisco packet tracer sekaligus router cisco. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 8 personal computer yang saling mem-ping ke pc lainnya satu sama lain[13].

Kajian pustaka kesembilan mengambil data dari penelitian Muhammad Sahal Nurhidayah, Dadiiek Pranindito dan Reni Dyah Wahyuningrum yang berjudul Analisis Dan Simulasi *Routing Border Gateway Protocol (Bgp) Antar Autonomous System* Menggunakan *Free Range Routing (Frr)*. penelitian ini akan melakukan simulasi *routing protocol* BGP menggunakan FRR untuk mengetahui nilai QoSnya yang meliputi *packet loss, delay, throughput* dan *jitter*[14].

Kajian pustaka kesepuluh mengambil data dari penelitian Riki Setiawan yang berjudul Analisis Kinerja *Routing Rip Dan Eigrp Pada Topologi Ring Dan Mesh* Menggunakan Simulator GNS3. Penelitian dilakukan dengan implementasi simulasi kinerja *routing* dinamis menggunakan EIGRP dan RIP pada topologi Ring dan Mesh menggunakan ios image cisco di simulator GNS3 menggunakan 5 router. Dalam sebuah router memiliki 2 PC *client* atau VPCS (Virtual PC Simulator) dan 2 Virtualbox OS Win XP[15].

Kajian Pustaka dari penelitian terdahulu dapat dilihat dari pada Tabel 2.1 dibawah ini:

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Judul, tahun	Peneliti	Metode	Kesimpulan	Saran
1	Evaluasi Kinerja Jaringan Dmvpn Menggunakan <i>Routing protocol</i> Ripv2, Ospf, Eigrp Dengan Bgp, 2018.	Mohamad Rizal, Arini dan Siti Ummi Masruroh[6].	Metode pengumpulan data dalam penelitian ini berupa studi pustaka, studi literatur dan metode simulasi.	Kombinasi <i>routing protocol</i> EIGRP dan BGP adalah kombinasi yang paling baik, karena hampir setiap parameter mendapatkan nilai kualitas layanan (QoS) terbaik.	Apabila memungkinkan dapat dilakukan pengujian dengan <i>device</i> yang sesungguhnya.
2	Konsep Dan Perancangan <i>Routing</i> Eigrp, Ripv2 Dan Ospf Pada Ipv6 Menggunakan Metode Redistribution, 2018.	Andry Maulana, Hani Harafani dan Ade Setiawan[7].	Metode yang digunakan adalah redistribution.	Penelitian menyimpulkan bahwa <i>routing</i> EIGRP lebih cocok dipasangkan dengan <i>routing</i> OSPF dan RIPv2.	Apabila memungkinkan dapat dilakukan pengujian dengan <i>device</i> yang sesungguhnya.
3	Analisis Kinerja <i>Routing protocol</i> OSPF, RIP dan EIGRP Pada Topologi Jaringan Mesh, 2019.	Sindy Alvionita dan Heru Nurwasito[8].	Metode yang digunakan adalah redistribution.	Nilai rata-rata <i>delay</i> yaitu 0.020923 sekon dengan EIGRP dan rata-rata <i>delay</i> tertinggi yaitu 0.022077 sekon dengan RIP.	Apabila memungkinkan dapat dilakukan pengujian dengan pengkabelan langsung.
4	Analisis Kinerja Redistribusi <i>Routing</i>	Chairul Mukmin dan Edi Surya	Metode yang digunakan adalah	Untuk nilai <i>throughput</i> lebih baik RIP Redistribusi EIGRP	Apabila memungkinkan dapat dilakukan

No	Judul, tahun	Peneliti	Metode	Kesimpulan	Saran
	<i>protocol</i> Dinamik, 2019	Negara[9].	redistribution.	dan EIGRP Redistribusi IS-IS. Untuk nilai <i>delay</i> lebih baik RIP Redistribusi IS-IS dan EIGRP Redistribusi IS-IS. Untuk <i>packet loss</i> sama saja.	pengujian dengan <i>device</i> yang sesungguhnya.
5	Performance Analysis of <i>Routing protocols</i> RIP, EIGRP, OSPF and IGRP using <i>Networks connector</i> , 2020.	Awan Nahel Mahmood[10].	Metode pengumpulan data dalam penelitian ini berupa studi pustaka, studi literatur dan metode simulasi.	OSPF menjadi yang terbaik dari <i>routing protocol</i> lain.	Apabila memungkinkan dapat dilakukan pengujian dengan <i>device</i> yang sesungguhnya.
6	Analisis Perbandingan Kinerja <i>Routing protocol</i> OSPF, RIP, EIGRP, dan IS-IS, 2020.	Pahlevi Muhammad, Primantara Hari Trisnawan dan Kasyful Amron[11].	Metodologi yang dimulai dengan studi literatur berdasarkan penelitian yang telah ada maupun teori yang akan digunakan sebagai referensi.	Disimpulkan bahwa <i>protocol</i> EIGRP lebih baik dibanding <i>protocol</i> lain yang diujikan dalam melakukan proses konvergensi, baik di jaringan IPv4 dan IPv6.	Tambahkan gambaran dari topologinya.
7	Analisis Performansi Dynamic Multipoint	Nanda Iryani, Dyas Dendi Andika[12].	Metode pengumpulan data dalam penelitian	Hasil pengujian simulasi jaringan DMVPN	Apabila memungkinkan dapat dilakukan

No	Judul, tahun	Peneliti	Metode	Kesimpulan	Saran
	Virtual Private Network pada Routing Protocol BGP dengan FRRouting, 2021.		ini berupa studi pustaka, studi literatur dan metode simulasi.	menunjukkan bahwa performa QoS (Quality of Service) sangat baik. Hal ini dibuktikan dengan nilai throughput, jitter, dan packet loss yang tergolong ke dalam kualitas jaringan yang sangat baik.	pengujian dengan <i>device</i> yang sesungguhnya.
8	Performance analysis routing protocol between RIPv2 and EIGRP with termination test on full mesh topology, 2021.	D. R. Prehanto, A. D. Indriyanti dan G. S. Permadi[13].	Metode pengumpulan data dalam penelitian ini berupa studi pustaka, studi literatur dan metode simulasi.	EIGRP mengungguli RIPv2 dari segi konvergensi waktu.	Apabila memungkinkan dapat dilakukan pengujian dengan <i>device</i> yang sesungguhnya.
9	Analisis Dan Simulasi Routing Border Gateway Protocol (Bgp) Antar Autonomous System Menggunakan Free Range Routing (Frr), 2022.	Muhammad Sahal Nurhidayah, Dadiék Pranindito, Reni Dyah Wahyuningrum[14].	Metode pengumpulan data dalam penelitian ini berupa studi pustaka, studi literatur dan metode simulasi.	Hasil pengujian QoS menunjukkan bahwa kinerja QoS meningkat bersamaan dengan peningkatan besar data yang dikirimkan dan situasi pengujian.	Apabila memungkinkan dapat dilakukan pengujian dengan <i>device</i> yang sesungguhnya.
10	Analisis Kinerja Routing	Riki Setiawan[15].	Metode yang	Hasil simulasi topologi ring	Gunakanlah <i>routing</i>

No	Judul, tahun	Peneliti	Metode	Kesimpulan	Saran
	Rip Dan Eigrp Pada Topologi Ring Dan Mesh Menggunakan Simulator GNS3, 2022.		digunakan adalah <i>Network Development Life Cycle (NDLC)</i> .	dan star dengan <i>routing</i> EIGRP dan RIP menunjukkan bahwa performa QoS memenuhi syarat sesuai dengan standar TIPHON.	<i>protocol</i> yang lebih unggul yaitu EIGRP dilihat dari nilai <i>traffienya</i> .

Berdasarkan Tabel 2.1, dapat disimpulkan bahwa metode simulasi adalah metode yang paling banyak digunakan. Metode simulasi berarti kegiatan perutean atau perancangan jaringan tidak perlu dilakukan dengan alat yang sebenarnya secara langsung, namun diuji coba terlebih dahulu pada aplikasi tertentu, misalnya GNS3. Metode simulasi dipilih karena kefleksibelannya dan FR*routing* menjadi router yang jarang digunakan, sehingga peneliti memutuskan untuk menggunakan FR*routing* sebagai routernya.

2.2. Landasan Teori

Dasar teori yang berkaitan dengan penelitian *routing protocol* ini yaitu:

2.2.1. Routing

Routing adalah proses yang dilakukan untuk meneruskan paket antar jaringan sehingga menjadi rute tertentu. Router adalah perangkat yang digunakan untuk melakukan *routing*. Router berfungsi untuk melanjutkan paket-paket data dari suatu jaringan ke jaringan yang lainnya, sehingga *host* antar jaringan dapat saling berkomunikasi. Router dapat menganalisis setiap paket-paket data yang melewati jaringan dan kemudian paket data tersebut akan diarahkan melalui jalur terbaik, sehingga paket data akan sampai ke tujuan[2].

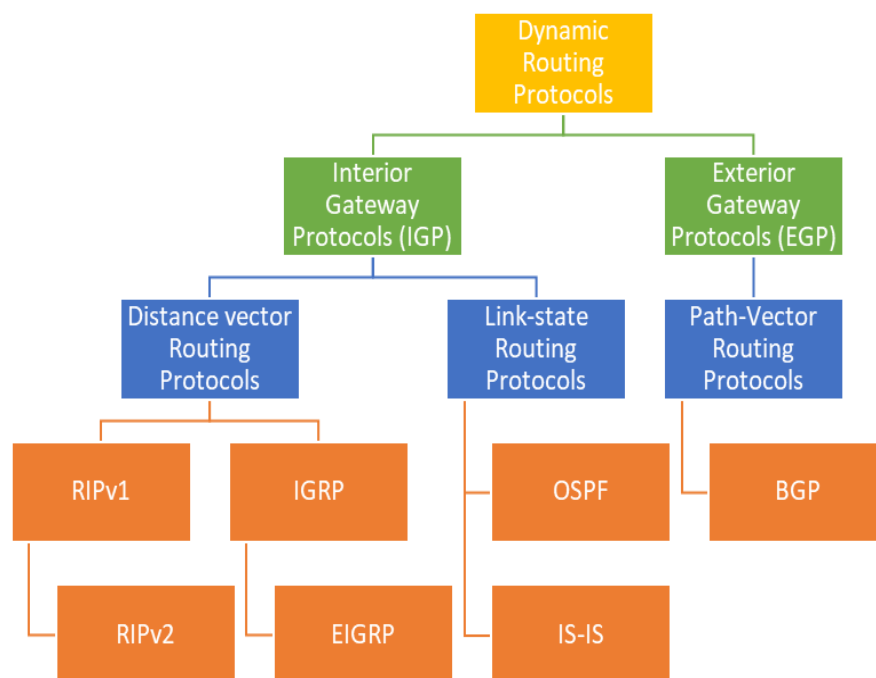
2.2.2. Routing protocol

Routing protocol adalah aturan atau standar yang menentukan bagaimana router pada jaringan berkomunikasi dan bertukar informasi satu dengan yang lainnya. Informasi yang ditukarkan meliputi rute terbaik ke jaringan tujuan. Dengan menggunakan protokol *routing*, router dapat memilih rute terbaik untuk mengirimkan data ke jaringan tujuan[1].

Routing protocol dibagi menjadi dua jenis, yaitu *static routing protocol* dan *dynamic routing protocol*. *Static routing protocol* adalah metode *routing* yang paling sederhana. Jalur pengiriman paket di *routing static* diinputkan secara manual, sehingga apabila terjadi perubahan di dalam jaringan tidak dapat bekerja. Protokol *routing* statis tidak efisien ketika diterapkan dalam jaringan besar karena tidak dapat mengatasi kegagalan koneksi dengan baik. Nilai *administrative distance* 1 pada protokol *routing* statis menandakan bahwa protokol *routing* statis

menjadi pilihan yang tepat untuk mengarahkan lalu lintas data setelah *interface* yang terhubung langsung.

Dynamic routing protocol adalah metode *routing* yang lebih kompleks. Jalur pengiriman pakatnya ditentukan secara otomatis berdasarkan informasi dari router lain. *Dynamic routing protocol* lebih baik daripada *static routing protocol* karena dapat menangani perubahan di dalam jaringan dan kegagalan koneksi dengan lebih baik. Namun, *dynamic routing protocol* juga lebih kompleks dan membutuhkan lebih banyak sumber daya. Jenis *routing protocol* yang digunakan akan bergantung pada kebutuhan jaringan. Untuk jaringan yang kecil dan sederhana, *static routing protocol* mungkin sudah cukup. Namun, untuk jaringan yang besar dan kompleks, *dynamic routing protocol* akan lebih baik. Protokol *routing* dinamis seperti RIPv1, RIPv2, IGRP, OSPF, dan EIGRP merupakan beberapa contoh yang umum digunakan dalam jaringan internal perusahaan[3]. Berikut gambar yang menjelaskan klasifikasi dari *dynamic routing*[2].



Gambar 2.1 Klasifikasi *dynamic routing protocol*

Dynamic routing protocols dibagi menjadi *Interior Gateway Protocols* (IGP) dan *Exterior Gateway Protocols*. *Interior gateway Protocols* dibagi menjadi *Distance Vector Routing Protocols* dan *Link-state Routing Protocols*. *Exterior*

gateway Protocols terdiri dari *Path-Vector Routing Protocols* yang mana BGP adalah bagian darinya. *Distance Vector Routing* diklasifikasi menjadi RIPv1 yang mengalami peningkatan menjadi RIPv2 dan ada juga IGRP yang mengalami peningkatan menjadi EIGRP. *Link-state Routing Protocols* terbagi menjadi OSPF dan IS-IS.

2.2.3. *RIP Routing protocol*

Routing Information Protocol (RIP) adalah protokol *routing* jarak vektor yang menggunakan jumlah router yang dilewati sebagai *metric* untuk memilih jalur terbaik ke tujuan. RIP meng-*advertise* informasi *routing* dengan cara mengirim *routing update* keluar melalui *interface* pada router. Informasi *update* ini berisi sederetan informasi yang mewakili subnet dan sebuah *metric*. *Metric* mewakili seberapa bagus rute / jalur menurut perspektif router tersebut, dengan semakin kecil harga *metric* semakin bagus jalur tersebut. *Hop count* adalah banyaknya router yang dilewati oleh data dalam proses pengiriman dari asal pengiriman ke tujuan pengiriman atau penerima. Jumlah maksimal *hop* adalah 15, dan jika jumlah *hop count* lebih dari 15, maka dianggap sebagai *infinite distance*, yang berarti rute tersebut tidak dapat dijangkau.[16].

Routing Information Protocol (RIP) versi 1 (RIPv1) dikembangkan pada tahun 1993 dan diganti oleh RIP versi 2 (RIPv2) pada tahun 1998. RIPv2 mendukung *classless inter-domain routing* (CIDR), yang berarti bahwa ia dapat membawa informasi subnet. Ini merupakan peningkatan dari RIPv1, yang hanya dapat membawa informasi jaringan.

Untuk kompatibilitas, RIPv2 mempertahankan batas hop 15 dari RIPv1. Namun, RIPv2 juga dapat menggunakan batas *hop* yang lebih besar jika diperlukan.

Salah satu keistimewaan dari RIPv2 adalah bahwa ia dapat beroperasi penuh dengan spesifikasi awal RIPv1 jika semua *protocol* harus berupa kolom nol dalam pesan RIPv1 ditentukan dengan benar. Ini berarti bahwa RIPv2 dapat digunakan untuk mengupgrade jaringan yang sudah menggunakan RIPv1 tanpa perlu mengubah konfigurasi jaringan[13].

2.2.4. EIGRP Routing protocol

Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP) adalah sebuah mekanisme yang memanfaatkan dua jenis algoritma, yaitu *distance vector* dan *link-state*. Menurut strukturnya, EIGRP menggunakan algoritma Diffusing Update Algorithm (DUAL) yang berperan dalam memilih jalur terbaik menuju tujuan. Keunggulan EIGRP dibandingkan dengan protokol *routing* lainnya terletak pada kecepatan konvergensi yang lebih cepat, hal ini berkat adopsi algoritma DUAL yang membantu EIGRP dalam mengenali rute-rute yang ada dalam lingkungan sekitarnya.

Pada algoritma DUAL, terdapat dua jenis rute, yaitu *successor* dan *feasible successor*. *Successor* adalah rute dengan jarak terpendek dan paling efisien dalam sebuah jaringan yang akan dikirimkan ke tujuan. Sedangkan *feasible successor* adalah rute cadangan yang akan diaktifkan jika rute *successor* mengalami gangguan atau *down*[17].

2.2.5. Free range Routing

Free range Routing (FRR) adalah sebuah perangkat lunak *open-source* yang memungkinkan penggunaannya melakukan *routing Border Gateway Protocol* (BGP). FRR mendukung berbagai sistem operasi seperti Linux, OpenBSD, FreeBSD, NetBSD, dan Solaris, serta didistribusikan dengan Lisensi Publik Umum GNU, versi 2 (GPL2). FRR juga merupakan solusi berkinerja tinggi yang mampu mengatasi secara efisien tabel *routing* internet secara keseluruhan. Organisasi ini merupakan bagian dari Linux Foundation, sehingga menjadi pilihan yang tepat bagi berbagai perusahaan besar, berpengaruh, universitas, dan laboratorium penelitian di seluruh dunia[18].

2.2.6. IPv4

Alamat IPv4 merupakan sebuah alamat jaringan dengan panjang 32 bit. 32 bit ini dipecah menjadi empat bagian yang disebut oktet, masing-masing terdiri dari 8 bit. Panjang 32 bit ini membuat alamat IP yang dapat dihasilkan menyentuh 4 miliar alamat IP, atau lebih tepatnya 2^{32} alamat. Alamat IPv4 biasanya dituliskan dalam bentuk desimal dan dipisahkan oleh titik, sehingga dikenal juga sebagai notasi *dotted decimal*[16].

2.2.7. GNS3

GNS3 merupakan simulator jaringan grafis yang memiliki kemampuan untuk mensimulasikan topologi jaringan yang lebih kompleks dibandingkan simulator lainnya. *Software* ini dapat berjalan pada berbagai sistem operasi, termasuk Windows XP Professional, Windows 7, Windows 8, Windows 10, dan Linux Ubuntu[19]. Dikembangkan oleh Cisco pada tahun 2008, GNS3 berfungsi sebagai simulator jaringan yang memungkinkan pengguna untuk mensimulasikan, menguji, mengkonfigurasi, dan menyelesaikan masalah pada jaringan virtual dan fisik.

Penggunaan GNS3 sangat populer dalam persiapan ujian sertifikasi CCNP dan CCNA karena kemampuannya untuk mengkonfigurasi dan menguji jaringan secara virtual maupun langsung. GNS3 memiliki lima komponen perangkat, yaitu router, switch, *end devices*, *security devices*, dan *link*. Router yang ada di GNS3 beragam dan dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan pengguna, seperti C7200, C3725, dan C3660. Sementara itu, switch terdiri dari ATM Switch, Ethernet Hub, Ethernet Switch, dan Frame Relay Switch. Pada bagian End Devices, terdapat tiga jenis perangkat, yaitu Cloud, Host, dan VPCS[16].

2.2.8. Wireshark

Wireshark adalah perangkat lunak *open source* yang berguna untuk melakukan analisis protocol jaringan. Aplikasi ini juga dikenal sebagai *Network Packet Analyzer*, yang berperan dalam melakukan perekaman paket-paket jaringan dan menampilkan seluruh informasi yang terkandung di dalamnya dengan se jelas mungkin[20].

2.2.9. Quality of Service

Quality of service (QoS) adalah kemampuan sebuah jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik lagi bagi layanan lalu lintas yang melewatinya. QoS bukan merupakan sebuah fitur yang dimiliki oleh jaringan, melainkan sebuah arsitektur sistem *end to end*. QoS mengacu pada tingkat kecepatan dan kehandalan dalam mengirimkan berbagai jenis beban data dalam suatu komunikasi. Aplikasi yang berbeda memerlukan persyaratan QoS khusus agar proses transmisi tidak mengalami banyak paket yang hilang, memiliki

layanan real-time yang optimal, *delay* yang rendah, dan alokasi bandwidth yang memadai[21]. Parameter *Quality of Service* yang diujikan meliputi *delay*, *packet loss*, *throughput* dan *jitter*[1].

2.2.9.1. *Packet loss*

Packet loss merupakan sebuah karakteristik yang mengindikasikan kondisi dimana sejumlah paket data hilang dalam suatu jaringan. Untuk mengukur nilai dari *packet loss*, dapat digunakan sebuah persamaan perhitungan yaitu[1]:

$$Packet\ loss = \frac{(\text{Paket data yang dikirim} - \text{Paket data yang diterima})}{\text{Paket data yang dikirim}} \times 100\% \rightarrow 2.1$$

Untuk mengetahui nilai *packet loss* bagus atau tidak dapat dilihat dari standarisasi oleh TIPHON. Berikut tabel standarisasi *packet loss*[22]:

Tabel 2.2 Standarisasi *packet loss*

Kategori	<i>Packet loss</i>	Indeks
Sangat bagus	0 % – 2 %	4
Bagus	3 % – 14 %	3
Sedang	15 % – 24 %	2
Jelek	> 25 %	1

2.2.9.2. *Delay*

Delay merujuk pada interval waktu yang diperlukan bagi data untuk melakukan perjalanan dari sumber ke tujuan. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi *delay* termasuk jarak, jenis media fisik yang digunakan, serta waktu yang diperlukan untuk proses transmisi. Kategori jaringan dapat diklasifikasikan berdasarkan nilai *delay* yang ada. Perhitungan nilai *delay* dapat dilakukan menggunakan persamaan yaitu[22]:

$$Delay\ Rata-rata = \frac{\text{Total delay}}{\text{Total paket yang diterima}} \rightarrow 2.2$$

Untuk mengetahui nilai *delay* bagus atau tidak dapat dilihat dari standarisasi oleh TIPHON. Berikut tabel standarisasi *delay*[23]:

Tabel 2.3 Standarisasi *delay*

Kategori	Delay	Indeks
Sangat bagus	< 150 ms	4
Bagus	151 ms – 250 ms	3
Sedang	251 ms – 350 ms	2
Jelek	351 ms – 450 ms	1

2.2.9.3. *Throughput*

Throughput adalah ukuran untuk menggambarkan jumlah paket data yang dapat dikirimkan dalam satu satuan waktu, biasanya diukur dalam bit per detik (bps). *Throughput* merupakan sebuah parameter yang mengindikasikan kinerja jaringan dalam hal pengiriman paket data. Semakin besar *throughput*, itu menunjukkan performa jaringan yang lebih baik. Sebaliknya, ketika *throughput* semakin kecil, itu menandakan adanya masalah dalam kinerja jaringan yang dapat berdampak negatif pada proses pengiriman data[17]. Berikut persamaan dari *throughput* yaitu:

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah data dikirim}}{\text{Waktu pengiriman}} \longrightarrow 2.3$$

Untuk mengetahui nilai *throughput* bagus atau tidak dapat dilihat dari standarisasi oleh TIPHON. Berikut tabel standarisasi *throughput*[22]:

Tabel 2.4 Standarisasi *throughput*

Kategori	Throughput	Indeks
Sangat baik	> 2100 Kbps	4
Baik	1200 – 2100 Kbps	3
Cukup	700 – 1200 Kbps	2
Kurang baik	338 – 700 Kbps	1
Buruk	0 – 338 Kbps	0

2.2.9.4. *Jitter*

Jitter adalah fluktuasi yang terjadi dalam panjang antrian, waktu pemrosesan data, serta pengumpulan kembali paket data pada akhir perjalanannya. *Jitter* sering kali disebut sebagai variasi *delay* yang terkait dengan *latency* karena mengindikasikan perubahan *delay* yang signifikan selama transmisi data dalam jaringan[2]. Berikut persamaan dari *jitter* yaitu:

$$Jitter = \frac{\text{Total variasi delay}}{\text{Total paket yang diterima}} \longrightarrow 2.4$$

Untuk mengetahui nilai *jitter* bagus atau tidak dapat dilihat dari standarisasi oleh TIPHON. Berikut tabel standarisasi *jitter*[23]:

Tabel 2.5 Standarisasi *jitter*

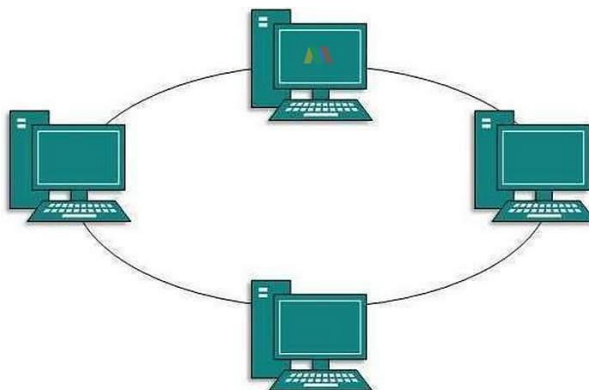
Kategori	<i>Jitter</i>	Indeks
Sangat bagus	0 ms	4
Bagus	< 75 ms	3
Sedang	< 125 ms – 224 ms	2
Jelek	>= 225 ms	1

2.2.10. Topologi

Topologi merupakan suatu susunan untuk menghubungkan beberapa komputer atau perangkat-perangkat jaringan yang digunakan menjadi suatu jaringan yang saling terhubung. Ada berbagai jenis topologi yang digunakan dalam jaringan internet saat ini, seperti topologi ring, tree, star, mesh dan bus[8].

2.2.10.1. Topologi Ring

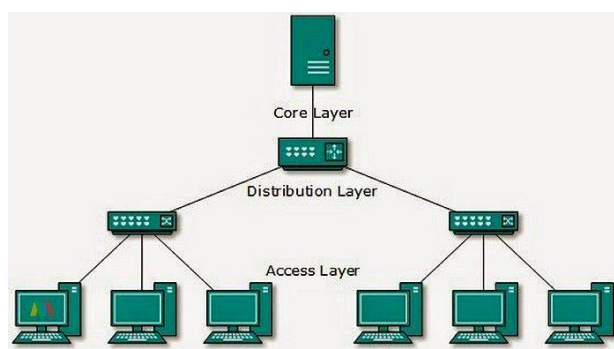
Topologi Ring adalah topologi jaringan yang berbentuk cincin tertutup yang memuat simpul-simpul. Arus sinyal mengalir ganda sehingga mencegah tumpang tindih dan memungkinkan transfer data yang sangat cepat. Setiap komputer terhubung langsung membentuk sirkuit. Data yang diiriskan diberi alamat tujuan untuk mencapai komputer sasaran[24].



Gambar 2.2 Topologi Ring (www.maxmonroe.com)

2.2.10.2. Topologi Tree

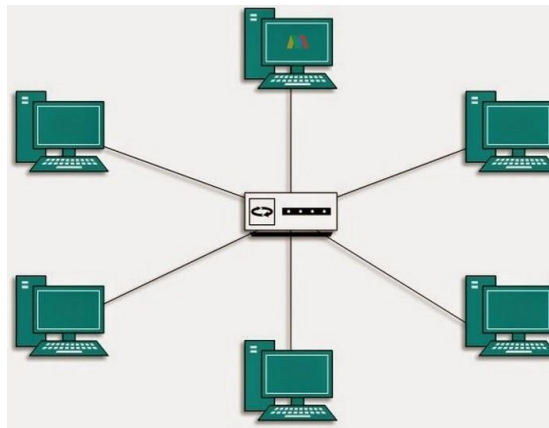
Topologi Tree memiliki sistem yaitu tidak semua stasiun mempunyai kedudukan yang sama. Stasiun yang kedudukannya lebih tinggi menguasai stasiun di bawahnya, sehingga jaringan sangat tergantung pada stasiun yang kedudukannya lebih tinggi (*hierachical topology*) dan kedudukan stasiun yang sama disebut *peer topology*[24].



Gambar 2.3 Topologi Tree (www.maxmonroe.com)

2.2.10.3. Topologi Star

Karakteristik dari topologi jaringan ini adalah *node* berkomunikasi langsung dengan station lain melalui *central node*, *traffic* data mengalir dari *node* ke *central node* dan diteruskan ke *node* tujuan. Jika salah satu segmen kabel putus, jaringan lain tidak akan terputus[24].



Gambar 2.4 Topologi Star (www.maxmonroe.com)

2.2.10.4. Topologi Mesh

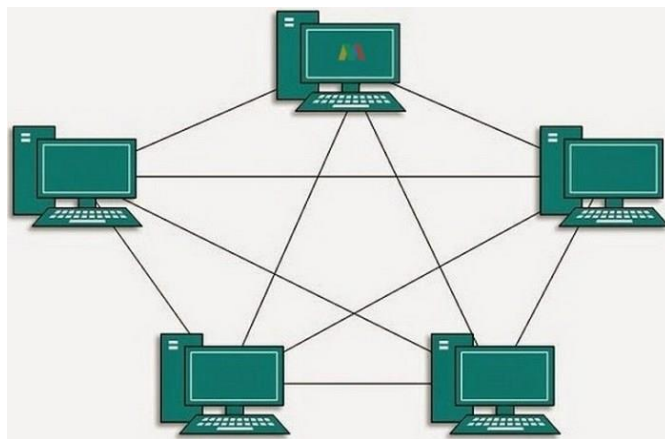
Topologi mesh adalah topologi jaringan di mana setiap *node* terhubung langsung ke *node* lainnya. Topologi mesh bersifat dinamis, artinya *node* dapat ditambahkan atau dihapus dari jaringan tanpa perlu mengubah konfigurasi jaringan lainnya. Topologi mesh juga tidak menggunakan hierarki, artinya tidak ada *node* yang lebih penting daripada *node* lainnya.

Topologi mesh memiliki karakteristik yang membuatnya tidak bergantung pada suatu *node* khusus untuk mendistribusikan informasi kepada *node* lainnya. Jika satu *node* mengalami masalah, *node* lainnya masih dapat berkomunikasi satu sama lain.

Perbedaan pokok antara topologi mesh dengan topologi star/tree terletak pada aturannya. Topologi star/tree menggunakan aturan hierarki, artinya ada *node* yang lebih penting daripada *node* lainnya. Misalnya, dalam topologi star, ada *node* pusat yang terhubung ke *node* lain. *Node* lain tidak dapat berkomunikasi satu sama lain kecuali melalui *node* pusat.

Topologi mesh bersifat non-hierarki, artinya tidak ada *node* yang lebih penting daripada *node* lainnya. Setiap *node* dapat berkomunikasi langsung dengan *node* lainnya. Topologi Mesh terdiri dari dua jenis, yaitu *Mesh Fully Connected* dan *Mesh Partially Connected*. Pada *Mesh Fully Connected*, setiap *node* dalam jaringan terhubung secara langsung satu sama lain. Sementara pada *Mesh Partially Connected*, beberapa *node* terhubung dengan satu atau lebih *node* lainnya. Keunggulan dari *Mesh Fully Connected* adalah tidak menggunakan

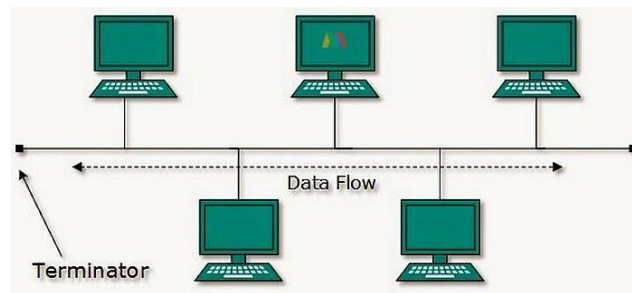
packet switching dan *broadcasting*, karena setiap *node* dalam jaringan terhubung langsung ke setiap *node* lainnya. Hal ini membuat mesh *fully connected* lebih efisien dalam penggunaan *bandwidth* dan sumber daya jaringan. Namun, mesh *fully connected* juga memiliki kekurangan yaitu membutuhkan banyak kabel dan perangkat jaringan, sehingga lebih mahal untuk dipasang dan dilakukan perawatan. Mesh *partially connected* memperbaiki kekurangan mesh *fully connected* dengan mengurangi jumlah kabel dan perangkat jaringan yang dibutuhkan. Hal ini membuat mesh *partially connected* lebih murah untuk dipasang dan dilakukan perawatan. Namun, mesh *partially connected* juga kurang efisien dalam penggunaan *bandwidth* dan sumber daya jaringan, karena tidak semua *node* dalam jaringan terhubung langsung ke setiap *node* lainnya.[25].



Gambar 2.5 Topologi Mesh (www.maxmonroe.com)

2.2.10.5. Topologi Bus

Topologi Bus merupakan bentangan satu kabel yang kedua ujungnya ditutup, di mana di sepanjang kabel terdapat *node-node*. Sinyal dalam kabel dengan topologi ini dilewati satu arah sehingga memungkinkan sebuah bentrokan terjadi. Biaya perancangan topologi ini murah karena tidak memerlukan banyak kabel, namun sering terjadi *crass talk* yaitu keadaan dimana lebih dari satu pasang *node* memakai jalur diwaktu yang sama[24].



Gambar 2.6 Topologi Bus (www.maxmonroe.com)

2.2.11. Alpine

Alpine Linux adalah distribusi linux yang sangat sederhana yang mudah digunakan. Alpine menggunakan pengelola pakatnya sendiri yang disebut apk, sistem init Open Resource, Alpine linux menyediakan kondisi Linux yang sederhana dan tanpa gangguan. Alpine linux dapat diinstal dengan minimal kapasitas perangkat perangkat adalah 130 MB[26].

2.2.12. *Transmission Control Protocol*

TCP adalah sebuah protokol yang terdapat dalam jaringan komputer, berfungsi untuk memfasilitasi komunikasi dan pertukaran data antar komputer. TCP merupakan protokol *connection-oriented*, yang artinya kedua perangkat harus terhubung sebelum pertukaran data dapat berlangsung. Selain itu, TCP juga bertanggung jawab untuk memastikan bahwa data mencapai tujuan dengan aman dan melakukan pemeriksaan kesalahan untuk menjamin integritas data[24].

2.2.13. *User Datagram Protocol*

UDP adalah sebuah protokol yang beroperasi pada lapisan *transport*, awalnya dikembangkan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat (US Department of Defense/DoD) untuk dipergunakan bersama dengan protokol IP pada lapisan jaringan. Protokol UDP memberikan opsi alternatif transport untuk proses yang tidak memerlukan pengiriman yang dapat diandalkan. UDP dianggap tidak dapat diandalkan karena tidak menjamin pengiriman data atau memberikan perlindungan terhadap duplikasi data[24].