

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Penelitian Sebelumnya /Kajian Pustaka**

Terdapat penelitian yang relevan mengenai perbandingan kinerja *routing protocol* yang digunakan sebagai tinjauan pustaka untuk memperdalam pemahaman dari peneliti dan untuk memperkuat teori-teori dalam penelitian ini. Berikut merupakan beberapa kutipan penelitian terdahulu antara lain :

Penelitian pertama oleh Atif Manzoor, Muzammil Hussain, dan Sobia Mehrban yang berjudul “*Performance Analysis And Route Optimization: Redistribution Between EIGRP, OSPF & BGP Routing Protocols*”[13]. Penelitian ini berfokus pada kinerja dan redistribusi protokol perutean yang berbeda dalam jaringan IP menengah atau perusahaan. Sebuah simulasi model jaringan dibuat di simulator GNS3. Lima router seri Cisco-7200 dan sebuah switch digunakan dalam topologi simulasi ini. Semua router ini terhubung langsung satu sama lain melalui *serial link*. Protokol perutean EIGRP, OSPF dan BGP digunakan dalam topologi ini dan kemudian dikonfigurasi redistribusi rute pada router ini.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan menghitung *parameter metric, Convergence, Throughput dan Packet Delay* dari protokol perutean EIGRP, OSPF dan BGP. Hasil yang didapat yaitu waktu untuk konvergensi perutean EIGRP kinerja protokol lebih cepat yaitu 9 detik dibandingkan dengan protokol OSPF dengan waktu 30 detik dan BGP 180 detik. Untuk *Throughput* protokol perutean EIGRP lebih cepat dibandingkan dengan protokol OSPF dan BGP. EIGRP memiliki waktu 0,015 milidetik, OSPF memiliki 0,093 milidetik dan BGP memiliki 0,047 milidetik. Untuk *Delay Paket* Kinerja protokol perutean OSPF lebih cepat dibandingkan dengan protokol EIGRP dan BGP. EIGRP memiliki *Delay Paket* 0,028 milidetik, OSPF memiliki *Delay Paket* 0,010 milidetik dan BGP memiliki *Delay Paket* 0,017 milidetik[13].

Penelitian kedua dari Yohanes Panangian Simanjuntak yang berjudul “Analisis Perbandingan *Routing Dinamis* Dengan Teknik EIGRP dan OSPF Pada *Topologi Mesh* Dalam Jaringan LAN”[14]. Pada penelitian ini menggunakan aplikasi cisco packet tracer sebagai *software* simulasi jaringan. Selanjutnya melakukan konfigurasi *routing* EIGRP dan OSPF dengan 16 jaringan membentuk *topologi mesh* dan dilakukan pengiriman paket data ke tujuan, untuk menghasilkan data yang diterima berupa nilai parameter pengujian *delay*, *throughput*, *packet loss*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan *routing dinamis* EIGRP dan OSPF. *Delay* dan *packet loss* digunakan untuk memantau kinerja *routing* dalam pengiriman paket ICMP, sementara *throughput* digunakan untuk memahami kinerja *routing* saat mengirimkan HTTP dan FTP. Hasil menunjukkan Konfigurasi EIGRP memiliki nilai *delay* terkecil, *packet loss* kedua protokol 0%, *throughput* dan *delay* protokol EIGRP lebih baik pada jaringan *not busy traffic* sedangkan *throughput* protokol OSPF lebih baik untuk jaringan *busy traffic* yaitu ketika jaringan ini menggunakan Bandwidth yang tinggi [14].

Penelitian ketiga dari I Gede Andika Loka, Silvester Dian Handy Permana, dan Ketut Bayu Yogha Bintoro yang berjudul “Analisa Dan Perbandingan Kinerja *Routing Protocol* OSPF Dan EIGRP Dalam Simulasi GNS3”[15]. Pada penelitian ini menggunakan aplikasi GNS3 sebagai *software* simulasi jaringan. Selanjutnya melakukan konfigurasi *routing* OSPF dan EIRP membentuk *topologi mesh*.

Tujuan penelitian ini untuk membandingkan kinerja kedua algoritma *routing*, kita akan membandingkan dua *protokol routing* yang menggunakan masing-masing algoritma. Perbandingan akan dilakukan antara *protokol routing* OSPF, yang termasuk dalam kategori *routing protocol link-state*, dan EIGRP, yang termasuk dalam kategori *routing protocol distance vector*. Diharapkan hasil analisis dan perbandingan antara kedua protokol *routing* ini dapat menjadi panduan dalam menentukan protokol yang paling tepat untuk membangun sebuah jaringan [15].

Penelitian keempat yaitu penelitian oleh Suci Febri Yanti, Dedy Syamsuar yang berjudul “Perbandingan Kinerja *Routing Interior Gateway Protocol (IGP)* Pada Jaringan Redistributing”[16]. Permasalahan dalam penelitian ini adalah

variasi algoritma dan *metrics* yang dimiliki oleh setiap protokol *routing* dalam menentukan jalur terbaik, variasi ini dapat berdampak pada kualitas layanan jaringan dan bahkan dapat berpotensi gangguan atau kegagalan layanan internet. Selain itu, tantangan lain terkait dengan cara konfigurasi protokol *routing*. Jika konfigurasi ini tidak dikelola dengan baik dan tepat, maka tabel *routing* pada router berpotensi tidak sesuai dengan kebutuhan yang seharusnya.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji skenario redistribusi *routing* yang telah direncanakan sebelumnya dengan mempertimbangkan parameter pengukuran seperti *throughput*, *delay*, dan *packet loss*. Tujuan utamanya adalah untuk memahami sejauh mana perbedaan karakteristik protokol *routing* dapat mempengaruhi kualitas jaringan. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa nilai *throughput* mencapai performa yang sangat baik dalam versi TIPHON. Namun, untuk nilai *delay*, terlihat adanya perbedaan ketika ukuran paket ICMP diperbesar, sedangkan *packet loss* menunjukkan hasil sangat baik[16].

Penelitian kelima yaitu penelitian dari Indri Astuti, Syahril Rizal, dan Kiky Rizky Nova Wardani dengan judul "Perbandingan Protokol Redistribusi *Route* Pada Jaringan IPV6 (Studi Kasus : RIPNG, EIGRP *For* IPV6, OSPFV3)"[17]. Permasalahan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan RIPng, EIGRP *for* IPv6, OSPFv3 yang bekerja pada IPv6 pada *topologi star*.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan membandingkan tiga protokol *routing* yang beroperasi pada IPv6, yaitu RIPng, EIGRP *for* IPv6, dan OSPFv3. Pengukuran dilakukan terhadap parameter *delay*, *throughput*, dan *packet loss*. Hasil akhir dari penelitian ini menyatakan bahwa EIGRP *for* IPv6 merupakan protokol *routing* yang unggul dibandingkan dengan RIPng dan OSPF dalam hal kualitas kinerja.[17].

Tabel 2. 1 Penelitian Sebelumnya/Kajian Pustaka

No	Judul, Tahun	Penulis	Metode	Hasil	Kesimpulan
1.	Perbandingan <i>Route Redistribute</i> Protokol <i>Routing</i> Dinamik Pada IPv6 ( Studi Kasus : EIGRP Untuk IPv6 Dengan OSPFv3 Dan EIGRP Dengan IS-IS Pada IPv6, 2017 [18].	Sherly Permata Sari, Alex Wijaya, Suyanto	Metode yang digunakan dengan <i>Experiment</i> research dan cara mendapatkan data dengan metode Pengumpulan Data.	Hasil pengujian mengunggah file berukuran 8.483kb dan 58.469kb menunjukkan throughput 115 dan 146, packet loss 0.68 dan 0.31, serta delay 0.0068 dan 0.0047 dengan EIGRP dan OSPFv3. Pada unduhan file berukuran 8.483kb dan 58.469kb, menunjukkan throughput 151 dan 176, packet loss 0.48 dan 0.36, serta delay 0.0067 dan 0.0042. Dalam situasi ini, protokol routing EIGRP dan OSPFv3 lebih baik untuk unggahan, sementara EIGRP dan IS-IS lebih baik untuk unduhan.	Melalui pengujian <i>upload</i> dan <i>download</i> dengan menggunakan berbagai ukuran file, parameter QoS seperti <i>throughput</i> , <i>delay</i> , dan <i>packet loss</i> telah dievaluasi. Hasilnya menunjukkan bahwa kedua protokol <i>routing</i> , baik IS-IS maupun OSPFv3, memiliki kualitas yang baik dalam hal pengujian <i>download</i> dan <i>upload</i> .
2.	Analisa Dan Perbandingan Kinerja <i>Routing Protocol</i> OSPF dan EIGRP Dalam Simulasi GNS3, 2018 [15].	I Gede Andika Loka, Silvester Dian Handy Permana, Ketut Bayu Yogha Bintoro	Menganalisis dan membandingkan menggunakan metode <i>prototyping</i> .	Analisa menghasilkan rancangan topologi, rancangan <i>IP Address</i> , dan alat yang dibutuhkan guna membuat suatu jaringan.	Sistem yang dikembangkan dapat menjadi referensi untuk menentukan protokol perutean dalam membuat suatu jaringan.
3.	Konsep Dan Perancangan <i>Routing</i> EIGRP, RIPv2 Dan OSPF Pada IPv6 Menggunakan Metode <i>Redistribution</i> , 2018 [19].	Andry Maulana, Hani Harafani, Ade Setiawan	Metode <i>redistribution</i> untuk menghubungkan beberapa metode <i>routing</i> dengan mengkombinasikan metode <i>routing</i>	Dari hasil pengujian, routing EIGRP menunjukkan performa lebih unggul dalam mendistribusikan paket data ke routing OSPF dan RIP. Di sisi lain, routing OSPF memiliki waktu delay yang relatif lama dengan routing EIGRP, namun menunjukkan kualitas yang baik ketika berkomunikasi dengan routing RIP. Sementara itu, routing RIP memiliki	Berdasarkan penelitian ini, penulis menyimpulkan bahwa setiap router memiliki kelebihan dan kekurangan yang unik, terutama dalam hal logika pengiriman paket data.

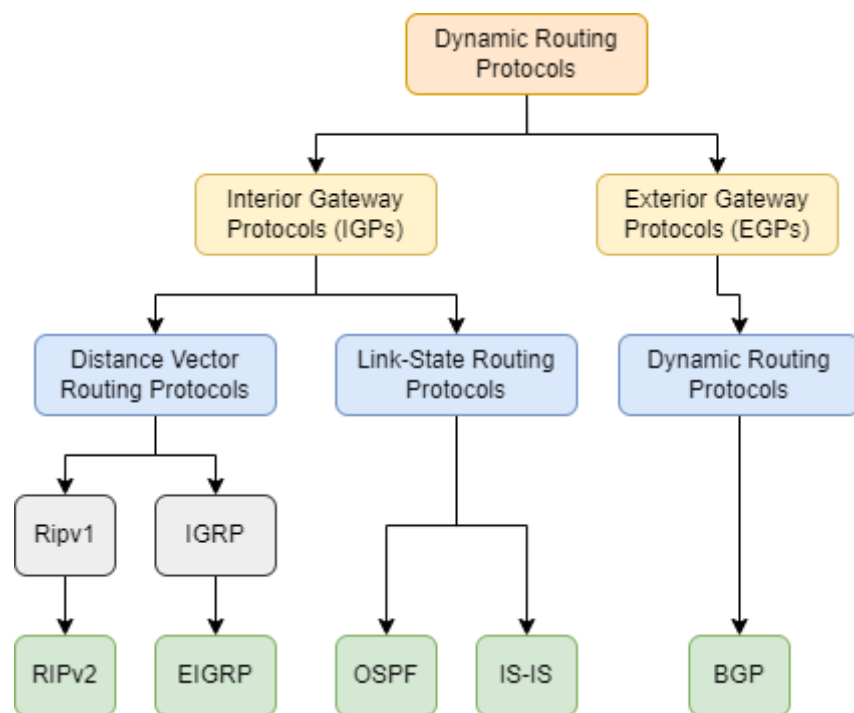
No	Judul, Tahun	Penulis	Metode	Hasil	Kesimpulan
			tersebut dengan menggunakan IPv6.	delay yang cukup lama saat mendistribusikan paket data ke routing OSPF dan EIGRP.	
4.	Analisis Perbandingan Kinerja Routing OSPF Dan EIGRP, 2018 [20].	Yoldi Novendra, Yudhi Arta, Apri Siswanto	Dalam penelitian digunakan metode penelitian tindakan atau <i>action research</i> .	Pengujian <i>routing</i> dilakukan sebanyak lima kali, dengan menggunakan lima format video dan lima format audio. dari pengujian ini diketahui perbedaan kualitas layanan (Quality of Service/QoS) dari berbagai protokol routing, dan protokol routing mana yang kinerjanya terbaik.	Hasil menunjukkan bahwa <i>routing protocol</i> OSPF memiliki nilai <i>throughput</i> , <i>delay</i> dan <i>packet loss</i> lebih kecil dibandingkan <i>routing</i> EIGRP.
5.	<i>Performance Analysis And Route Optimization: Redistribution Between EIGRP, OSPF &amp; BGP Routing Protocols</i> , 2019 [13].	Atif Manzoor, Muzammil Hussain, Sobia Mehrban	Metode yang dilakukan dengan konfigurasi redistribusi pada topologi lalu diamati dengan Wireshark.	Waktu konvergensi EIGRP, OSPF, BGP : 9, 30, 180 detik, waktu <i>Throughput</i> EIGRP, OSPF, BGP : 0.015, 0.093, 0.047 milidetik, waktu <i>delay</i> EIGRP, OSPF, BGP : 0.028, 0.010, 0.017 milidetik.	Pada konvergensi, penyatuan topologi, dan <i>throughput</i> EIGRP tercepat dan interval waktu paling sedikit dari <i>delay</i> yaitu OSPF paling sedikit dibanding BGP dan EIGRP.
6.	Perbandingan Protokol Redistribusi Route Pada Jaringan IPv6 (Studi Kasus : RIPNG, EIGRP for IPv6, OSPFv3), 2019 [17].	Indri Astuti, Syahril Rizal, Kiky Rizky Nova Wardani	Metode <i>experiment</i> adalah dengan mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali (sebab akibat).	Dari hasil pengujian pada tiga topologi, yaitu RIPNG-EIGRP for IPv6 pada pengujian 1, EIGRP for IPv6-OSPFv3 pada pengujian 2, dan RIPNG-OSPFv3 pada pengujian 3, didapatkan bahwa semua pengujian tersebut menunjukkan kualitas jaringan yang baik.	Kesimpulan dari hasil pengujian adalah bahwa protokol routing EIGRP for IPv6 memiliki performa yang lebih baik dibandingkan dengan protokol routing RIPng dan OSPFv3.
7.	Kinerja Antara Protokol EIGRP, IS-IS, Dan OSPF Dengan Metode <i>Route Redistribution</i> Menggunakan GNS3, 2020 [21].	Bagus Prasetya, Primantara Hari Trisnawan,	Pada penelitian ini dilakukan pengamatan terkait metode <i>route redistribute</i> .	Berdasarkan hasil penelitian, routing protokol dapat dijalankan dengan metode <i>route redistribute</i> . Pada router <i>protocol</i> IS-IS, waktu <i>round trip</i> yang tercatat adalah 531,4 ms dan waktu <i>convergence</i> sebesar 158,2 s. Waktu-waktu ini merupakan yang terendah	Dari hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa metode <i>route redistribute</i> mempengaruhi perbedaan waktu dalam pengiriman paket pada protokol yang

No	Judul, Tahun	Penulis	Metode	Hasil	Kesimpulan
		Kasyful Amron		dan menunjukkan bahwa protokol IS-IS mampu beroperasi dengan baik menggunakan metode <i>route redistribute</i> .	menggunakan algoritma perhitungan yang berbeda.
8.	Perbandingan Kinerja <i>Routing Interior Gateway Protocol</i> (IGP) Pada Jaringan Redistribusi, 2021 [16].	Suci Febri Yanti, Dedy Syamsuar	Metodologi PPDIIO <i>Method</i> digunakan dengan tahapan <i>Prepare</i> , <i>Plan</i> , <i>Design</i> , <i>Implement</i> , <i>Operate</i> , <i>Optimize</i> .	Pengukuran <i>throughput</i> masing-masing protokol <i>routing</i> sangat bagus versi TIPHON yaitu 100%, <i>delay</i> masing-masing protokol <i>routing</i> sangat bagus versi TIPHON karena kurang dari 150 milidetik, <i>packet loss</i> pada pengujian memiliki kualitas yang sangat bagus versi TIPHON yaitu 0%.	Nilai <i>throughput</i> menunjukkan hasil yang sangat baik, sementara untuk nilai <i>delay</i> terdapat perbedaan yang terlihat ketika ukuran paket ICMP diperbesar. Namun, untuk parameter <i>packet loss</i> , hasilnya juga sangat baik.
9.	Analisis Performansi <i>Dynamic Multipoint Virtual Private Network</i> Pada <i>Routing Protocol BGP</i> dengan FRRouting, 2021 [22].	Nanda Iryani, Dyas Dendi Andika	Dalam penelitian ini, digunakan simulasi jaringan untuk menganalisis performa DMVPN pada FRR dengan <i>routing BGP</i> .	Hasil pengukuran menunjukkan bahwa hampir semua parameter mencapai kategori kualitas yang sangat baik. Nilai <i>throughput</i> tertinggi mencapai 3551 Kbps, <i>delay</i> terkecil adalah 0,43 detik, <i>jitter</i> terkecil adalah 0,324 ms, dan tidak ada <i>packet loss</i> yang terjadi 0%.	Berdasarkan pengujian dan pengukuran menggunakan <i>routing FRR</i> , performa QoS yang meliputi <i>throughput</i> , <i>jitter</i> , dan <i>packet loss</i> menunjukkan kualitas jaringan yang sangat baik. Namun, ditemukan bahwa pada parameter <i>delay</i> , hasilnya kurang memuaskan.
10.	Analisis Perbandingan <i>Routing Dinamis</i> Dengan Teknik EIGRP dan OSPF Pada <i>Topologi Mesh</i> Dalam Jaringan LAN, 2022 [14].	Yohanes Panangian Simanjuntak	Merancang jaringan pada cisco packet tracer dengan <i>routing Protocol EIGRP</i> dan OSPF berdasarkan <i>topologi mesh</i> .	Menghasilkan perbandingan <i>routing EIGRP</i> dan <i>routing OSPF</i> pada <i>busy traffic</i> dan <i>not busy traffic</i> , dan setiap <i>traffic</i> mempunyai tiga besaran data.	Konfigurasi EIGRP memiliki nilai <i>delay</i> terkecil, <i>packet loss</i> kedua protokol 0%, protokol EIGRP lebih baik dalam <i>throughput</i> ketika jaringan <i>not busy traffic</i> sedangkan protokol OSPF lebih baik untuk <i>throughput</i> dengan jaringan <i>busy traffic</i> yaitu ketika jaringan ini menggunakan <i>Bandwidth</i> yang tinggi.

## 2.2. Landasan Teori

### 2.2.1. Routing Protokol

Mekanisme yang mengatur jalur komunikasi data dalam jaringan komputer disebut *routing protocol*. Lapisan jaringan OSI layer mengimplementasikan *routing protocol*. *Interior Gateway Protocol* (IGP) dan *Exterior Gateway Protocol* (EGP) adalah dua jenis protokol perutean yang digunakan dalam komunikasi jaringan internal dan eksternal. *Interior Gateway Protocol* digunakan untuk merutekan dalam *autonomous system* dan *Exterior Gateway Protocol* digunakan untuk merutekan pada *autonomous system* yang berbeda [23].



Gambar 2. 1 Skema *routing* protokol

### 2.2.2. FRRouting

FRRouting (FRR) adalah model jaringan komputer *open source* dan gratis untuk platform Linux dan Unix. FFR mengimplementasikan BGP, OSPF, RIP, IS-IS, PIM, LDP, BFD, Babel, PBR, OpenFabric dan VRRP, dengan dukungan alfa untuk EIGRP dan NHRP[12].

### 2.2.3. IS-IS

Salah satu protokol perutean *link-state* merupakan *Intermediate System to Intermediate System* (IS-IS). Konsep atau metode pengiriman informasi yang digunakan oleh protokol *routing*, di mana setiap *node* atau router berbagi informasi dengan tetangganya, disebut juga sebagai "*link-state*". Dikembangkan oleh *Digital Equipment Corporation* (DEC) pada 1980-an dan kemudian distandarisasi oleh *International Standards Organization* (ISO) dalam ISO/IEC 10589, IS-IS adalah *intra-domain routing protocol*. Algoritma *shortest path first* (SPF) digunakan oleh protokol *routing* IS-IS untuk menentukan rute optimal.

*Multiaccess circuit* dan *point-to-point circuit* adalah dua jenis tipe *generic circuit* yang didukung IS-IS. Protokol perutean IS-IS menggunakan metode *dijkstra* untuk menentukan jalur optimal melalui jaringan. Protokol *routing* IS-IS menggunakan *Network Service Access Point* (NSAP) dan level untuk pengalamatan level-1 untuk area IS-IS yang sama, level-1-2 yaitu sebagai jembatan level-1 dan level-2, level-2 dipakai antar backbone seperti pada OSPF area backbone/area 0 [24].

### 2.2.4. OSPF

*Open Shortest Path First* (OSPF) merupakan suatu protokol *routing link state* yang diterapkan dalam satu *Autonomous System* (AS) internal. Protokol *routing* OSPF menggunakan algoritma *dijkstra* untuk perhitungan jalur terpendek ke semua tujuan *node*. Dalam OSPF, metode *link state* digunakan untuk menghitung jalur terpendek ke semua *node* tujuan. Protokol *routing link state* ini menyimpan informasi yang lengkap dan akurat tentang jaringan yang digunakan pada setiap router.

Dalam OSPF, setiap router melakukan *broadcast* informasi *routing* kepada semua router dalam satu *autonomous system*. Ketika terjadi perubahan informasi pada jaringan, seperti perubahan *cost* atau



status jaringan, sebuah router akan mengirimkan siaran *link-state broadcast* ke seluruh router di dalam *autonomous system*[25].

#### 2.2.5. GNS3

GNS3 merupakan *tool* pembelajaran bagi calon profesional jaringan yang sedang menempuh pendidikan untuk mendapatkan sertifikasi mereka. GNS3 membantu komunitas yang menggunakannya untuk berkembang, *tool* ini digunakan di beberapa perusahaan terbesar di dunia, di semua industri untuk merancang dan membangun jaringan *multi-vendor* tanpa menggunakan infrastruktur perangkat keras fisik. GNS3 menawarkan cara mudah untuk merancang dan membangun jaringan dalam berbagai ukuran tanpa memerlukan perangkat keras dan perangkat lunak ini gratis[26].

#### 2.2.6. Wireshark

Ada beberapa jenis perangkat lunak *packet-sniffing*, baik gratis maupun berbayar. Tcpdump, OmniPeek, dan Wireshark adalah beberapa aplikasi analisis paket yang terkenal. Antarmuka (GUI) Wireshark bersifat grafis. *Tool* ini merupakan salah satu penganalisis protokol jaringan terbaik dan paling banyak digunakan di dunia. Dengan ini memungkinkan untuk mendapatkan pemahaman mikroskopis tentang apa yang terjadi di jaringan. Wireshark memiliki sejumlah keunggulan yang membuatnya disukai oleh penggunaan. Mencakup sejumlah fitur menarik bagi pemula dan analis paket berpengalaman[27].

#### 2.2.7. Iperf3

Iperf3 adalah alat untuk pengukuran aktif bandwidth maksimum yang dapat dicapai pada jaringan IP. Ini mendukung penyetelan berbagai parameter yang terkait dengan pengaturan, buffer, dan protokol (TCP, UDP, SCTP dengan IPv4 dan IPv6). Untuk setiap pengujian, ini melaporkan bandwidth, loss, dan parameter lainnya. *Tool* ini adalah implementasi baru yang tidak berbagi kode dengan iPerf asli

dan juga tidak kompatibel ke belakang. iPerf awalnya dikembangkan oleh PLANE/FAST[28]. Fitur-fitur iperf3 :

- Tes TCP dan UDP
- Tetapkan porta (-p)
- Mengatur opsi TCP: Tanpa penundaan, MSS, dll.
- Mengatur bandwidth UDP (-b)
- Mengatur ukuran penyangga soket (-w)
- Interval pelaporan (-i)
- Ikat ke antarmuka tertentu (-B)
- Tes IPv6 (-6)
- Jumlah byte untuk dikirim (-n)
- Panjang pengujian (-t)
- Aliran paralel (-P)
- Menyetel vektor bit DSCP/TOS (-S)
- Ubah format keluaran angka (-f)
- Jalankan iPerf dalam mode clien (-c)
- iPerf3 hanya satu koneksi iperf pada satu waktu (--server) (-s)
- Gunakan UDP daripada TCP (-u)

#### **2.2.8. Delay**

*Delay* adalah waktu tunda yang terjadi pada paket yang dikirimkan. Beberapa faktor yang mempengaruhi *delay* termasuk proses transmisi, jarak, media fisik, dan lainnya[29]. *Delay* adalah salah satu indikator performa suatu jaringan, di mana nilai *delay* yang

minimal menandakan performa jaringan yang baik, dan sebaliknya[24]. Untuk mengetahui rata-rata *delay* dapat menggunakan persamaan (2.1).

$$\text{Rata - Rata Delay} = \frac{\text{Total delay}}{\text{Total paket yang diterima}} \quad (2.1)$$

#### 2.2.9. *Packet loss*

*Packet loss* terjadi ketika satu atau lebih paket data yang dikirim melalui jaringan gagal mencapai tujuan mereka. Biasanya, *packet loss* disebabkan oleh jaringan yang tersumbat. Pengukuran *packet loss* dilakukan dengan menghitung persentase paket yang hilang dalam komunikasi dengan jumlah paket yang dikirim.[7]. Untuk mendapatkan *packet loss* dapat menggunakan rumus (2.2).

$$\text{Packet Loss} = \left( \frac{\text{Data yang dikirim} - \text{Paket yang diterima}}{\text{Paket yang dikirim}} \right) \times 100 \% \quad (2.2)$$

#### 2.2.10. *Throughput*

*Throughput* adalah kecepatan transfer data efektif, diukur dalam bit/s. *Throughput* mencerminkan jumlah total paket yang sukses tiba di destinasi selama interval waktu tertentu, dan kemudian dibagi dengan durasi interval waktu tersebut[30]. Untuk mendapatkan *Throughput* dapat menggunakan rumus (2.3).

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah data yang dikirim}}{\text{Waktu pengiriman data}} \quad (2.3)$$

#### 2.2.11. TIPHON

*European Telecommunications Standards Institute* (ETSI) telah merilis standar evaluasi parameter QoS yang disebut *Telecommunications and IP Harmonization Over Networks* (TIPHON). Kualitas komunikasi dalam sistem TIPHON ditentukan oleh kombinasi desain peralatan pengguna, kinerja peralatan penyedia layanan dan perencanaan transmisi jaringan. Penting untuk memantau dan memeriksa kualitas jaringan komunikasi secara teratur, bahkan jika sistem TIPHON tertentu telah digunakan dan mendapat tingkat kepuasan pelanggan yang bagus. Semua pengaturan parameter

transmisi yang penting, termasuk yang dapat diakses oleh pengguna, harus selalu tersedia untuk pengecekan. Masalah kualitas transmisi komunikasi perlu ditinjau dari berbagai sudut pandang antara lain:

- Peralatan pengguna dan desain peralatan penyedia layanan perlu dikontrol oleh manufaktur.
- Konfigurasi sistem dikontrol oleh penyedia layanan.
- Perencanaan transmisi dikontrol oleh operator jaringan.

Pada tahap analisis, hasil dan kesimpulan diperoleh setelah digolongkan dengan menentukan kategori jaringan bergantung pada nilai parameter yang digunakan berdasarkan standar ini [30][31][32].

**Tabel 2. 2 Standar *Throughput***

<b>Kategori</b>	<b><i>Throughput</i> (Kbps)</b>
Sangat Baik	> 2100
Baik	> 1200
Cukup	> 700
Kurang Baik	> 338
Buruk	≤ 338

**Tabel 2. 3 Standar *Delay***

<b>Kategori</b>	<b><i>delay</i></b>
Sangat Baik	≤ 100 ms
Baik	≤ 150 ms
Cukup	≤ 400 ms
Buruk	≥ 600 ms

**Tabel 2. 4 Standar *Packet loss***

<b>Kategori</b>	<b><i>Packet loss</i></b>
Sangat Baik	≥ 0%
Baik	≥ 3%
Cukup	≥ 15%
Buruk	≥ 25%