# BAB II
# TINJAUAN PUSTAKA

## 2. 1 Tinjauan Pustaka

Penelitian ini didukung oleh beberapa studi terdahulu yang relevan dalam pengukuran kualitas layanan jaringan internet menggunakan metode ***Quality of Service (QoS)***. Namun, sebagian besar studi hanya berfokus pada pengukuran performa jaringan pada satu jenis koneksi (kabel atau *wireless*), dan belum banyak yang membandingkan keduanya secara bersamaan, apalagi dengan mengacu pada standar internasional seperti **TIPHON**.

Tabel berikut merangkum hasil studi sebelumnya, serta menunjukkan kontribusi dan keterbatasannya yang menjadi dasar penelitian ini:

***Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka***

| No | Judul Penelitian | Penulis | Fokus Penelitian | Kelebihan | Kelemahan |
|---|---|---|---|---|---|
| **1.** | *Analisis QoS Jaringan Wireless LAN* | Tangahu et al. (2024) | Pengukuran QoS pada jaringan Wi-Fi di kafe | Menunjukkan nilai rata-rata yang sangat baik pada semua parameter | Hanya fokus pada koneksi wireless; tidak membandingkan dengan kabel[5] |
| **2.** | *QoS dan Naïve Bayes pada WiFi Universitas* | Adlim et al. (2022) | Menggunakan algoritma untuk klasifikasi | Menyertakan data statistik dan pendekatan machine learning | Tidak menggunakan standar TIPHON sebagai acuan pengukuran[6] |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **3.** | *QoS Jaringan Internet Kantor Bank Bukopin* | Hasbi & Saputra (2021) | Pengukuran QoS menggunakan Wireshark | Menyediakan data throughput, jitter, dan delay secara real-time | Fokus hanya pada satu lokasi dan jenis koneksi[4] |
| **4.** | *Analisis LAN dan Klasifikasi QoS* | Sabloak et al. (2022) | Klasifikasi status jaringan menggunakan Naïve Bayes | Menggabungkan teknik analisis jaringan dan klasifikasi | Tidak membandingkan performa kabel dan wireless[7] |
| **5.** | *Perbandingan Software Pengukuran QoS* | Saputra etal. (2023) | Analisis tiga software pengukuran jaringan | Menyediakan data komparatif antar perangkat lunak | Tidak fokus pada implementasi jaringan aktual di lapangan [8] |

**Kesimpulan:** Belum terdapat penelitian yang secara spesifik **membandingkan performa jaringan kabel (LAN) dan *wireless* (Wi-Fi)** pada perusahaan berskala kecil atau menengah dengan pendekatan QoS **berbasis standar TIPHON**. Hal ini menjadi kekosongan riset yang ingin diisi oleh penelitian ini, mengingat banyaknya ISP lokal yang belum memiliki sistem evaluasi kinerja jaringan yang baku dan terdokumentasi.

## 2. 2 Use Case Diagram

*Use Case Diagram* adalah jenis diagram yang umumnya disusun pertama kali dalam proses pemodelan perangkat lunak berbasis objek. Diagram ini berfungsi untuk merepresentasikan perilaku sistem informasi yang akan dikembangkan. *Use case* menggambarkan interaksi antara satu atau lebih aktor dengan sistem yang sedang dirancang. Secara umum, use case digunakan untuk mengidentifikasi berbagai fungsi dalam sistem serta pihak-pihak yang berinteraksi dengannya.

*Use Case* Diagram sangat membantu dalam tahap awal pengembangan sistem karena menggambarkan kebutuhan fungsional sistem dengan sederhana dan mudah dimengerti oleh seluruh pihak, baik teknis maupun non-teknis. Aktor dalam *use case* bisa berupa pengguna sistem (*user*) atau sistem eksternal lain yang berkomunikasi pada sistem yang dikembangkan. Setiap *use case* menunjukkan proses atau layanan yang diharapkan bisa dilakukan oleh sistem sebagai respon terhadap aksi dari aktor. Dengan begitu, *use case* berperan penting dalam menjelaskan ruang lingkup sistem, alur kerja, serta hubungan antar komponen pada pengembangan perangkat lunak yang berorientasi objek.

| Simbol | Keterangan |
|---|---|
|  | Aktor : Mewakili peran orang, sistem yang lain, atau alat ketika berkomunikasi dengan *use case* |
|  | *Use case* : Abstraksi dan interaksi antara sistem dan aktor |
|  | *Association* : Abstraksi dari penghubung antara aktor dengan use case |
|  | *Generalisasi* : Menunjukkan spesialisasi aktor untuk dapat berpartisipasi dengan use case |
|   | Menunjukkan bahwa suatu use case seluruhnya merupakan fungsionalitas dari use case lainnya |
|   | Menunjukkan bahwa suatu use case merupakan tambahan fungsional dari use case lainnya jika suatu kondisi terpenuhi |

**Gambar 2.1** *Use Case* Diagram

**Sumber**: Google

Kesimpulannya, *Use Case* Diagram ialah komponen penting dalam tahap awal pemodelan perangkat lunak berorientasi objek karena menggambarkan kebutuhan fungsional sistem secara jelas dan terstruktur. Diagram ini menjelaskan interaksi antara aktor, baik pengguna maupun sistem lain, dengan sistem yang dikembangkan, serta mengidentifikasi fungsi-fungsi utama yang perlu disiapkan oleh sistem. Dengan

visualisasi yang sederhana namun informatif, *use case* memudahkan komunikasi antara pengembang dan pemangku kepentingan, sehingga membantu memastikan sistem yang dibangun sama seperti kebutuhan pengguna dan ruang lingkup proyek yang telah di tetapkan.

## 2. 3 Activity Diagram

Menggambarkan sebuah *workflow* (aliran kerja) atau juga kegiatan dari sebuah sistem atau juga proses bisnis. Diagram ini digunakan untuk memvisualisasikan urutan tahapan atau kegiatan yang berlangsung pada proses, baik proses manual maupun otomatis. *Activity Diagram* sangat membantu dalam memahami bagaimana alur proses berjalan dari awal hingga akhir, termasuk keputusan, percabangan, dan kondisi paralel yang mungkin terjadi di dalam sistem.

*Activity Diagram* memberikan gambaran yang lebih rinci mengenai logika bisnis atau proses yang dijalankan dalam sistem, sehingga sangat berguna dalam tahap analisis dan perancangan. Dengan adanya visualisasi aktivitas ini, pengembang dan pemangku kepentingan dapat memahami dengan lebih mudah bagaimana sistem merespon berbagai skenario, termasuk bagaimana pengguna atau aktor berinteraksi dalam setiap langkah proses. Diagram ini juga dapat membantu dalam menemukan inefisiensi atau potensi perbaikan dalam alur kerja yang ada.

| Simbol | Nama | Keterangan |
|---|---|---|
|  | Status awal | Sebuah diagram aktivitas memiliki sebuah status awal. |
|  | Aktivitas | Aktivitas yang dilakukan sistem,aktivitas biasanya diawali dengan kata kerja. |
|  | Percabangan / Decision | Percabangan dimana ada pilihan aktivitas yang lebih dari satu. |
|  | Penggabungan / Join | Penggabungan dimana yang mana lebih dari satu aktivitas lalu digabungkan jadi satu. |
|  | Status Akhir | Status akhir yang dilakukan sistem, sebuah diagram aktivitas memiliki sebuah status akhir |
|  | Swimlane | Swimlane memisahkan organisasi bisnis yang bertanggung jawab terhadap aktivitas yang terjadi |

**Gambar 2.2** Activity Diagram

**Sumber**: Google

Kesimpulannya, *Activity Diagram* memiliki peran penting dalam pemodelan sistem karena mampu menggambarkan aliran aktivitas atau proses bisnis secara runtut dan logis. Diagram ini melengkapi *use case* dengan memberikan detail proses yang terjadi di balik setiap fungsi sistem, sehingga dapat memperjelas pemahaman dan komunikasi antara tim pengembang, analis, dan pengguna sistem.

## 2. 4 Jaringan Komputer

Jaringan komputer ialah sebuah sistem operasi yang berisi sejumlah komputer dan perangkat jaringan lainnya yang bekerja sama guna meraih tujuan bersama. Pemaparan pesan yang mampu dijalankan lewat banyak titik atau node yang terhubung satu sama lain melalui kabel atau tidak, ialah definisi lain dari jaringan komputer. Banyak komputer dan telepon menggunakan jaringan ini guna memaparkan pesan melalui banyal sistem yang tersedia di dalamnya.[9].

### 2.4.1. Jenis – Jenis Jaringan Komputer

Berdasasrkan fungsinya, jaringan komputer terbagi atas dua bagian, yakni:

a. Client-*Server*

Merupakan jenis konektivitas dalam jaringan yang menentukan peran komputer, apakah berfungsi sebagai client atau server. Dalam arsitektur ini, sebuah komputer bertindak menjadi server atau pusat yang berperan menyediakan berbagai layanan pada terminal lain (client) yang terhubung pada sistem jaringan tersebut[10].

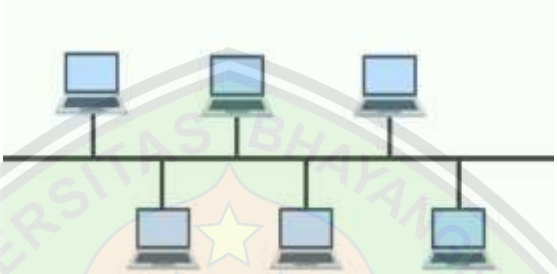
b. *Peer-to-peer*

Jaringan *Peer-to-peer* ialah model jaringan komputer yang tidak memiiki titik pusat, di mana setiap komputer berperan sebagai server dan client secara bersamaan[11].

### 2.4.2. Jenis Jaringan Komputer Berdasarkan Topologi:

1. Topologi Bus

Topologi Bus adalah jenis topologi yang lebih sederhana daripada topologi lainnya. Namun, jika terjadi kerusakan atau putus pada kabel, hal tersebut dapat mengakibatkan gangguan pada jaringan bus dan memengaruhi komputer atau client lain yang terhubung[9].



**Gambar 2. 3 Topologi Bus**[12]

Kelebihan pada topologi bus[13]:

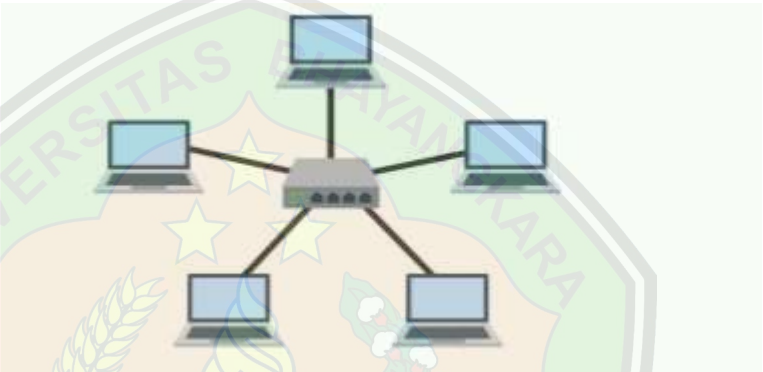
a. Instalasi relatif lebih murah
b. Kerusakan satu komputer client tidak akan berdampak pada komunikasi antar client lainnya
c. Biaya relatif lebih murah

Kekurangan pada topologi bus[13]:

a. Bila Tingkat lalu lintas data terlalu tinggi maka dapat terjadinya kongesti atau kemacetan data.
b. Diharuskan repeater yang berguna bagi menguatkan sinyal di pemasangan jarak jauh
c. Operasional jaringan tergantung di terminal.

2. Topologi Star

   Seperti halnya sebuah bintang, topologi ini memiliki bentuk menyerupai bintang, dengan node pusat di tengah yang terhubung ke node-node lainnya. Setiap jenis jaringan komputer pasti mempunyai kelebihan masing-masing, begitu pula dengan topologi star ini[9].



**Gambar 2. 4 Topologi Star**[12]

Kelebihan Topologi Star[14]:

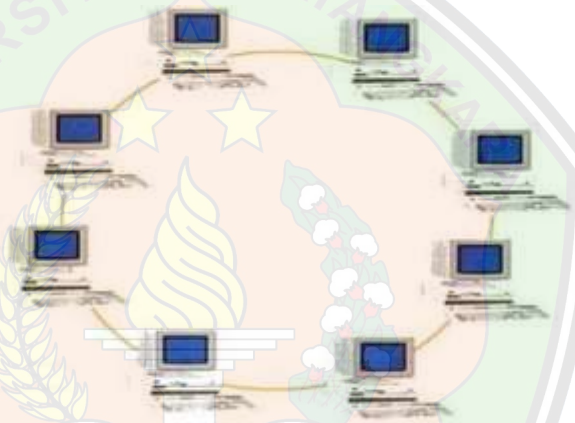
a. Dikarenakan tiap komponen dikaitkan langsung ke simpul pusat maka pengelolaan menjadi mudah, kegagalan komunikasi mudah ditelusuri.
b. Kegagalan di satu terminal tidak berdampak pada komunikasi terminal lain.

Kekurangan Topologi Star[14]:

a. Kegagalan pusat kontrol (simpul pusat) memutuskan seluruh komunikasi
b. Jika yang dimanfaatkan menjadi pusat kontrol ialah HUB maka kecepatan mampu berkurang pada penambahan komputer, semakin banyak semakin lambat.

3. Topologi Ring

Topologi jaringan ini memungkinkan beberapa komputer terhubung dalam suatu susunan berbentuk lingkaran seperti cincin. Meski demikian, topologi ini memiliki kelemahan, yaitu jika salah satu kabel terputus, maka seluruh jaringan bisa terganggu dan menyebabkan kegagalan operasional pada keseluruhan sistem yang terhubung[9].



**Gambar 2. 5Topologi Ring**[15]

Kelebihan Topologi Ring[16]:

a. Hemat kabel
b. Penataan kabel sederhana
c. Mampu melayani lalu lintas yang padat

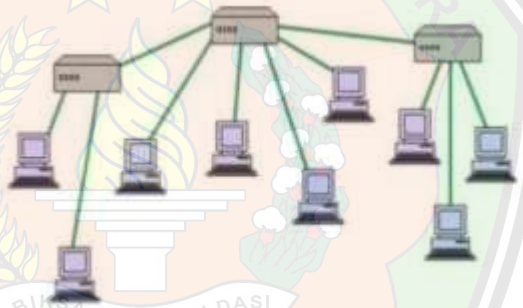
Kekurangan Topologi Ring[16]:

a. Meningkatkan kewaspadaan pada kesalahan
b. Meningkatkan kekuatan jaringan

c. Kerusakan di media pengirim mampu menganggu pengoperasian keseluruhan sistem

4. Topologi Tree

Topologi Tree memungkinkan penghubungan berbagai jaringan berbentuk topologi star melalui jaringan berbentuk topologi bus. Pada topologi ini, umumnya tersedia hierarki jaringan dari tingkat yang lebih tinggi sampai tingkat yang lebih rendah. Struktur topologi Tree memungkinkan data tersusun secara terpusat berdasarkan tingkatannya, hingga mempermudah proses manajemen data[9].



**Gambar 2. 6 Topologi Tree**[17]

Kelebihan Topologi Tree[12]:

a. Mudah mendapat kesalahan
b. Mudah menjalankan perubahan jaringan bila dibutuhkan
c. Cocok untuk jaringan besar karena dapat menggabungkan beberapa sub-jaringan dalam satu struktur

Kekurangan Topologi Tree[12]:

a. Memanfaatkan berbagai kabel
b. Banyak berlangsung tabrakan dan lama
c. Bila berlangsung kesalahan di jaringan Tingkat tinggi, maka jaringan Tingkat rendah akan terganggu juga.

## 2. 5 *Quality of Service (QoS)* dan Relevansi Standar *TIPHON*

***Quality of Service*** adalah metode untuk mengukur dan mengevaluasi performa jaringan berdasarkan parameter teknis seperti *throughput, delay, jitter, dan packet loss*. Penggunaan *QoS* penting dalam mendeteksi kelemahan jaringan dan membantu pengambilan keputusan teknis, terutama dalam lingkungan yang bergantung pada konektivitas tinggi.

Dalam konteks penelitian ini, digunakan standar ***TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks)*** dari ***ETSI***, karena menawarkan pendekatan pengukuran yang terstruktur dan berbasis indeks. Berbeda

dari standar lokal atau vendor-spesifik, TIPHON menyediakan klasifikasi performa jaringan dalam kategori “Sangat Bagus” hingga “Jelek” yang membantu peneliti mengkuantifikasi kualitas jaringan secara *obyektif*.

Relevansi TIPHON dalam penelitian ini adalah sebagai kerangka standar internasional yang digunakan untuk **membandingkan performa koneksi kabel dan *wireless***, serta sebagai dasar untuk memberikan **rekomendasi teknis yang dapat ditindaklanjuti oleh perusahaan**[2].

***Tabel 2. 2 Standarisasi QoS (TIPHON)***

| Nilai | Persentase | Indeks |
|---|---|---|
| 3,8 – 4 | 95 – 100% | Sangat Memuaskan |
| 3 – 3,79 | 75 – 95% | Memuaskan |
| 2 – 2,99 | 50 – 75% | Kurang Memuaskan |
| 1 – 1,99 | 25 – 50% | Jelek |

**(Sumber TIPHON)**

### 2.3.1 Parameter Parameter Quality of Service (QoS)

*Quality of Service* mempunyai berbagai parameter yang dimanfaatkan agar tahu status jaringan. Parameter-parameter *Quality of Service* itu berisi *bandwidth, throughput, jitter, packetloss, dan delay.* Adapun pemaparan singkat dari parameter *Quality of Service:*

1. **Throughput**

*Throughput* ialah aktual dari bandwidth yang terukur di waktu yang spesifik saat mengunduh berkas[18].

***Tabel 2. 3 Throughput***

| Kategori Throughput | Throughput | Indeks |
|---|---|---|
| Sangat Bagus | >2,1 Mbps | 4 |
| Bagus | 1200 kbps – 2,1 Mbps | 3 |
| Cukup | 700 kbps – 1200 kbps | 2 |
| Kurang bagus | 338 kbps – 700 kbps | 1 |
| Tidak bagus | 0 kbps – 338 kbps | 0 |

**(Sumber TIPHON)**

Penulisan rumus (TIPHON):

$$throughput = \frac{\text{jumlah paket yang dikirim}}{\text{waktu pengiriman}} \quad (2.1)$$

Keterangan:

a. Jumlah paket yang dikirim: total data yang berhasil dikirim selama pengamatan
b. Waktu pengiriman: durasi waktu selama data tersebut dikirim

**2. Jitter**

Saat paket datang ke penerima di waktu yang beda, ia mampu menghadapi *jitter*, yang fluktasi penundaan. *Jitter* erat hubungannya pada *delay*[19].

*Tabel 2. 4Jitter*

| Kategori Jitter | Jitter | Indeks |
|---|---|---|
| Sangat bagus | 0ms | 4 |
| Bagus | 75ms | 3 |
| Sedang | 125ms | 2 |
| Jelek | 225ms | 1 |

**(Sumber TIPHON)**

Penulisan rumus (TIPHON):

$$Jitter = \frac{\text{total variasi delay}}{\text{total packet yang diterima}} \quad (2.2)$$

Keterangan:

a. Total variasi delay: ukuran yang menunjukan seberapa banyak waktu tunda (delay) pengiriman paket data bervariasi dibandingkan rata-rata delay.
b. Total paket yang diterima: banyaknya keseluruhan paket data yang sukses diterima selama pengukuran

**3. Packet Loss**

*Packet loss* atau kerugian paket ialah paket yang gagal meraih tempat tujuan paket itu dirikim[18].

*Tabel 2. 5 Packetloss*

| Kategori Packetloss | Packetloss | Indeks |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| Sangat Bagus | 0% | 4 |
| Bagus | 3% | 3 |
| Sedang | 15% | 2 |
| Jelek | 25% | 1 |

**(Sumber TIPHON)**

Penulisan rumus (TIPHON):

$$Packetloss = \frac{\text{packet yang dikirim} - \text{packet yang diterima}}{\text{packet yang dikirim}} x\ 100\% \quad (2.3)$$

Keterangan:

a. Packet yang dikirim: jumlah banyaknya paket data yang seharusnya dikirim dari sumber ke tujuan

b. Packet yang diterima: jumlah paket yang berhasil diterima oleh penerima

**4. Delay**

*Delay (latency)* ialah periode durasi yang dibutuhkan data dimanfaatkan guna tujuan ketika pengiriman. Pada konteks jaringan, delay mampu mempengaruhi keputusan yang diambil saat pengelolaan jaringan[20].

***Tabel 2. 6 Delay***

| **Kategori Delay** | **Besar Delay** | **Indeks** |
|---|---|---|
| Sangat bagus | <150ms | 4 |
| Bagus | <250ms | 3 |

| | | |
|---|---|---|
| Sedang | <350ms | 2 |
| Jelek | <450ms | 1 |

**(Sumber TIPHON)**

Penulisan rumus (TIPHON):

$$Delay = \frac{total\ delay}{\text{total packet yang diterima}} \quad (2.4)$$

Keterangan:

a. total delay: jumlah waktu tunda yang diakumulasi dari semua paket yang diterima
b. total packet yang diterima: jumlah banyaknya paket data yang sukses diterima saat pengukuran

## 2. 6 Bandwidth

*Bandwidth* ialah luas frekuensi yang dimanfaatkan sinyal dalam media transmisi. Kecepatan transfer data pun dikenal menjadi transfer rate adalah banyaknya data yang dapat di transfer dari sebuah tempat ke tempat lain pada jumlah waktu itu, biasanya dalam detik.[21].

## 2. 7 Fiber Optik

Fiber optic merupakan jenis kabel yang terbuat dari bahan kaca atau plastik yang sangat tipis (memiliki diameter sekitar 120 kilometer) dan berfungsi sebagai media transmisi data. Kabel ini mampu mengirimkan sinyal cahaya dari satu titik ke titik lainnya dengan kecepatan tinggi. Hal ini dimungkinkan karena cara kerjanya memanfaatkan pembiasan cahaya. Sumber cahaya yang digunakan dalam proses

transmisi biasanya berasal dari LED atau laser. Karena kemampuannya dalam mentransmisikan data dengan cepat, fiber optic sering dimanfaatkan sebagai jalur komunikasi, memungkinkan pengguna berinteraksi dengan orang lain secara lebih efisien. Keunggulan lainnya adalah fiber optic tidak terpengaruh oleh gangguan elektromagnetik sebagaimana kabel lain, sebab tidak ada aliran listrik yang mengalir di dalamnya[22]

## 2. 8 Wireshark

Wireshark ialah alat analisa jaringan yang paling umum digunakan oleh seorang administrator. Ini digunakan guna menjalankan menganalisa permasalahan jaringan, mengembangkan perangkat lunak, dan memecahkan masalah yang ada di dalam jaringan[3].

# BAB III
# METODOLOGI PENELITIAN

## 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

penelitian ini dilakukan di **PT Putra Teknologi Indonesia,** yang beralamat di Bekasi Timur Regency 7 Cluster Gerbera Blok G6 No.61, Kota Bekasi, Jawa Barat 17111.




***Gambar 3 1 Tempat Penelitian***

### 3.1.1. Profil PT Putra Teknologi Indonesia

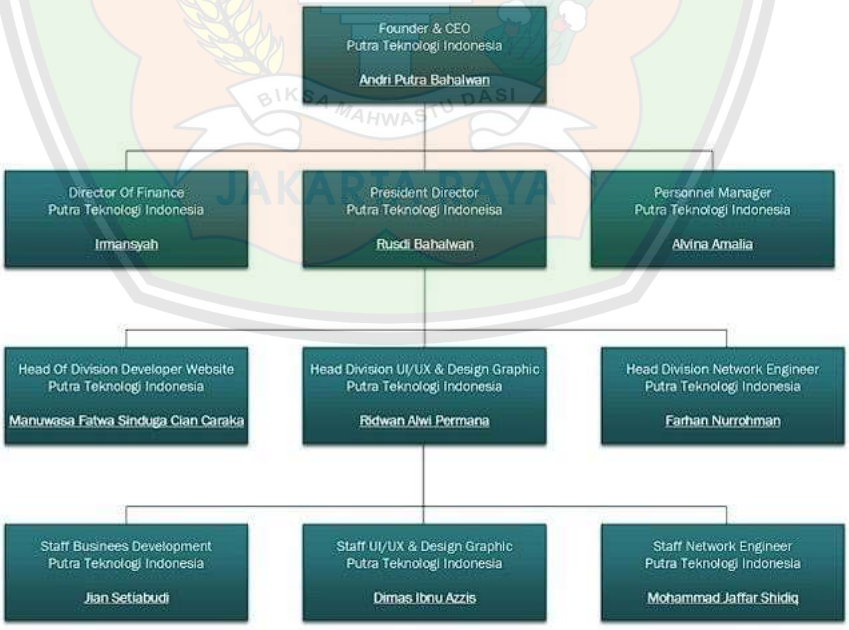
PT Putra Teknologi Indonesia adalah perusahaan penyediaan jasa instalasi jaringan dan layanan internet lokal berskala mikro. mikro kecil dan menengah sebagai mitra perusahaan layanan internet terpercaya turut hadir ditengah – tengah anda yang

menawarkan jasa layanan produk kami dengan kemampuan yang mengedepankan professional kerja, kecepatan, harga yang terjangkau dan kepuasan pelanggan.

### 3.1.2 Struktur Organisasi PT Putra Teknologi Indonesia

Secara umum, sebuah perusahaan perlu menyusun struktur organisasi yang menjabarkan secara jelas tugas dan tanggung jawab pada setiap tingkatan atau hirarki yang ada di dalamnya.

Penyusunan struktur organisasi bertujuan untuk mengarahkan seluruh anggota dalam melaksanakan tugas masing-masing secara terkoordinasi, sehingga dapat mendukung pencapaian tujuan perusahaan secara efektif. Berikut struktur organisasi PT Putra Teknologi Indonesia tersedia di gambar berikut:




***Gambar 3. 1 Struktur Organisasi***

Tugas dari bagian yang tertera di dalam stuktur organisasi dari perusahaan Putra Teknologi Indonesia diantaranya sebagai berikut:

1. Founder & CEO ialah jabatan tertinggi dalam perusahaan. Bertanggung jawab atas visi, misi, dan pengambilan keputusan strategis perusahaan.
2. Direktur of Finance adalah betanggung jawab terhadap pengelolaan keuangan, perusahaan, termasuk anggaran, laporan keuangan, dan strategi finansial.
3. President Director adalah pemimpin utama operasional perusahaan yang bertugas memastikan seluruh fungsi organisasi berjalan sesuai visi perusahaan
4. Personil Manager ialah mengelola sumber daya manusia Perusahaan, termasuk rekrutmen, pelatihan, dan pengelolaan karyawan
5. Head of Division Developer Website adalah memimpin divisi pengembangan website. Bertanggung jawab atas pengembangan, pemeliharaan, dan inovasi teknologi website Perusahaan.
6. Head of Division UI/UX & Desain Graphic yang memimpin divisi yang fokus pada desain antarmuka pengguna (UI) dan pengalaman pengguna (UX), serta pembuatan desain grafis.
7. Head of Division Network Enginner yang memimpin divisi yang menangani jaringan, infrastruktur IT, dan memastikan kelancaran sistem jaringan perusaahan.

8. Staff Business Development bertugas untuk mendukung pengembangan bisnis perusahaan, mencari peluang bisnis baru, dan membangun hubungan dengan mitra potensial.
9. Staff UI/UX & Design Grafic bertugas untuk mendukung pekerjaan desain antarmuka dan pengalaman pengguna, serta membantu produksi desain grafis untuk keperluan perusahaan.
10. Staff Network Engineer bertugas untuk memastikan sistem jaringan perusahaan berjalan dengan baik, termasuk troubleshooting dan maintenance infrastruktur jaringan.

## 3.2 Jadwal Penelitian

**Waktu pelaksanaan penelitian** adalah selama **1 bulan**, yaitu mulai dari **2 Desember 2024 hingga 2 Januari 2025**. Pengambilan data dilakukan pada **dua waktu puncak penggunaan jaringan (jam sibuk)**:

- **16.00–17.00 WIB (sore hari)** untuk Client 1
- **17.00–18.00 WIB** untuk Client 2

Setiap sesi dilakukan dua kali:

- Menggunakan **koneksi kabel LAN**
- Menggunakan **koneksi *wireless (Wi-Fi)***

## 3.3 Diagram Kerangka Kerja Penelitian

Berikut adalah flowchart yang menggambarkan alur kerja metodologi dalam penelitian ini:




**Gambar 3. 2 Kerangka Penelitian**

## 3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan adalah:

1. **Observasi langsung,** dengan menjalankan aplikasi **Wireshark** untuk menangkap lalu lintas jaringan.

2. **Pencatatan kuantitatif** dari parameter QoS: ***Throughput, delay, jitter, dan packetloss***
3. **Perbandingan hasil koneksi LAN dan wireless**.

## 3.5 Rumus perhitungan QoS (Mengacu pada Standar TIPHON)

| Parameter | Rumus | Keterangan |
|---|---|---|
| **Throughput** | $\text{Throughput (bps)} = \frac{\text{Total Bytes} \times 8}{\text{Time (s)}}$ | Total data yang berhasil dikirim selama durasi waktu pengamatan |
| **Delay** | $\text{Delay (ms)} = \frac{\sum(\text{Time}_{arrival} - \text{Time}_{sent})}{n} \times 1000$ | Rata-rata waktu tunda per paket |
| **Jitter** | $\textit{Jitter} = \frac{\text{Total variasi } \textit{delay}}{\text{Total paket yang diterima}}$<br>Total Variasi *Delay* = *Delay* - (rata-rata *delay*) | Jitter diakibatkan oleh variasi-variasi dalam panjang antrian, dalam waktu pengolahan data, dan juga dalam waktu penghimpunan ulang |

| | | |
|---|---|---|
| | | paket-paket diakhir perjalanan jitter. |
| **Packetloss** | $\text{Packet Loss}\,(\%) = \frac{\text{Packets Sent} - \text{Packets Received}}{\text{Packets Sent}} \times 100\%$ | Persentase paket yang gagal dikirim |

Semua hasil akan dikonversi ke dalam **satuan standar (*bps, ms, %*)** dan diklasifikasikan berdasarkan **indeks TIPHON.**

## 3.6 Validasi dan Akurasi

Untuk menjaga validitas hasil:

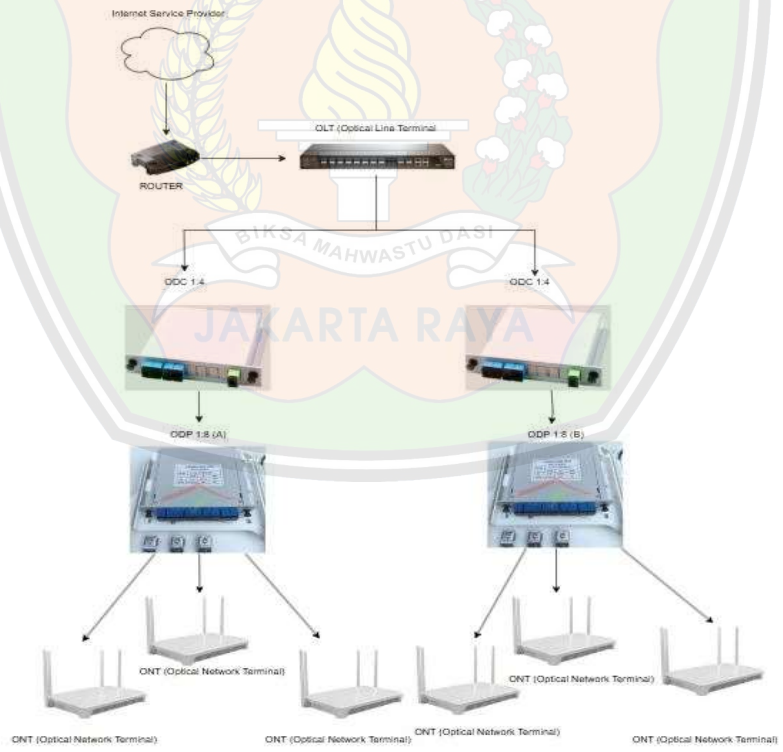
- Setiap pengujian dilakukan dua kali dan pada **dua jenis koneksi berbeda**
- Hasil perhitungan diverifikasi menggunakan **Microsoft Excel** sebagai alat bantu kalkulasi
- Disiapkan log file Wireshark sebagai lampiran untuk audit data

## 3.7 Analisis Sistem

Analisis sistem adalah sebuah pemahaman dan pengidentifikasian apa saja yang perlu penulis lakukan, dan merupakan objek dari penemuan ini untuk menganalisis sistem ini adalah:

### 3.7.1 Analisis Sistem Berjalan

Saat ini, PT Putra Teknologi Indonesia belum tersedia sistem berjalan untuk mengklasifikasikan kualitas jaringan internet yang digunakan. Sistem yang berjalan saat ini hanya mencakup penyediaan akses jaringan tanpa ada pengukuran atau evaluasi kualitas internet. Melalui analisis ini, diharapkan kualitas layanan internet di PT Putra Teknologi Indonesia dapat dikelompokkan ke dalam beberapa kategori, yakni Sangat bagus, Bagus, Sedang, dan Jelek. Gambaran sistem yang berjalan kini tersedia di gambar berikut:




*Gambar 3. 3 Sistem Berjalan pada PT Putra Teknologi Indonesia*

Gambar di atas menunjukkan topologi jaringan fiber optik dari penyedia layanan internet hingga ke perangkat pengguna akhir. Alur dimulai dari *Internet Service Provider (ISP)* yang menghubungkan koneksi internet ke router utama. Dari router, koneksi diteruskan ke perangkat *OLT (Optical Line Terminal)* yang berfungsi sebagai titik pusat distribusi sinyal optik ke jaringan pelanggan. Sinyal dari OLT kemudian dikirim ke Splitter ODC 1:4, yang berfungsi membagi sinyal optik ke beberapa jalur distribusi. Dari splitter tersebut, sinyal diteruskan ke *ODC (Optical Distribution Cabinet)* 1:8, yang membagi kembali sinyal ke delapan port untuk disalurkan ke beberapa titik pelanggan. Setelah dari ODC, sinyal optik diteruskan ke *ODP (Optical Distribution Point)*, misalnya ODP A dan ODP B, yang menerima drop core langsung dari ODC. Dari ODP inilah kabel optik terakhir atau drop wire disalurkan ke masing-masing *ONT (Optical Network Terminal)* yang berada di sisi pelanggan. ONT bermanfaat mengubah sinyal optik menjadi sinyal digital yang mampu dimanfaatkan oleh perangkat pengguna yakni komputer, smart TV, atau router Wi-Fi.

### 3.7.2 Analisis Permasalahan

Dari hasil permasalahan di PT Putra Teknologi Indonesia, adapun permasalahan kurangnya pengetahuan untuk mengetahui kualitas internet yang digunakan, yaitu:

1. belum memiliki sistem yang optimal untuk menilai kualitas layanan internet secara kuantitatif. Tanpa analisis yang mendalam terhadap parameter kualitas

layanan seperti *jitter, packetloss, throughput, dan delay*, perusahaan sulit untuk memastikan kualitas yang konsisten dan memuaskan bagi karyawan.

**2.** perlu dilakukan pengukuran analisis jaringan internet di PT Putra Teknologi Indonesia untuk mengetahui kualitas dan kecepatan akses jaringan internet secara akurat.

## 3.8 Analisis Kebutuhan Sistem

Kebutuhan *hardware* (perangkat keras) dan *software* (perangkat lunak) yang mumpuni untuk kemudahan perancangan dan pendukung sangat diperlukan dalam melakukan penelitian ini. Berikut spesifikasi yang dibutuhkan.

1. Perangkat Keras (*Hardware*)

   Perangkat keras yang dimanfaatkan saat melakukan penelitian ini adalah satu buah laptop Lenovo dengan spesifikasi yakni:

   1. Processor: AMD Ryzen 3 2200U with Radeon Vega Mobile Gfx
   2. Memory (RAM): 12GB
   3. Hard Drive (HDD): 500 GB
   4. Solid State (SSD): 128 GB

2. Perangkat Lunak (*Software*)

   Perangkat lunak yang dimanfaatkan pada mendukung penelitian ini dimulai dari tahap awal sampai akhir sebagai berikut:

   1. Operating System: Microsoft Office 2016
   2. Software: Wireshark, Mendeley Desktop, Google Chrome, Windows 10 Pro.

# BAB IV
# HASIL DAN PEMBAHASAN

## 4.1 Hasil pengukuran Kualitas Jaringan

Pengukuran kualitas jaringan dilakukan terhadap dua pengguna (Client 1 dan Client 2) dengan dua jenis koneksi berbeda: kabel LAN dan wireless. Pengukuran dilakukan pada jam sibuk menggunakan aplikasi Wireshark, dan hasilnya dianalisis menggunakan parameter ***Throughput, Packet Loss, Delay, dan Jitter***, mengacu pada standar **TIPHON**.

| **Parameter** | **Client 1 LAN** | **Client 1 Wireless** | **Client 2 LAN** | **Client 2 Wireless** |
|---|---|---|---|---|
| **Throughput (Kb/s)** | 205 | 1037 | 16 | 682 |
| **Packetloss (%)** | 0,4 | 0 | 0 | 0 |
| **Delay (ms)** | 27,61 | 7,44 | 205 | 9,7 |
| **Jitter (ms)** | 4,31 | 1,84 | 0,45 | 1,31 |
| **TIPHON Rating** | Cukup | Sangat Bagus | **Jelek** | Sangat Bagus |

Catatan: Nilai Throughput pada **Client 2 kabel** adalah yang **terendah**, sementara jitter dan packetloss tetap sangat baik.

### 4.1.1 Alur Jaringan FTTH

Sistem distribusi layanan internet pada PT Putra Teknologi Indonesia menggunakan skema jaringan Fiber To The Home (FTTH), alur utama dimulai dari OLT (Optical Line Terminal) yang berfungsi sebagai pusat pengendalian jaringan di sisi ISP, sinyal dari OLT kemudian dialirkan ke perangkat Splitter yang berfungsi membagi satu jalur optik menjadi beberapa cabang untuk melayani banyak pelanggan. Splitter ini ditempatkan didalam ODC (Optical Distribution Cabinet). Dari ODC, sinyal dilanjutkan ke ODP (Optical Distibution Point) sebagai titik distribusi akhir sebelum ke pelanggan. Di ODP ini, kabel ditarik langsung ke ONT (Optical Network Terminal) yang berada di rumah client atau gedung pengguna. ONT bertugas merubah sinyal optik menjadi sinyal digital yang bisa digunakan oleh perangkat komputer atau router. Alur ini membentuk jalur transmisi satu arah yang stabil dan mendukung kualitas layanan yang optimal.

Untuk mengetahui apakah internet berpengaruh terhadap nilai QoS (Quality of Service), penelitian ini memanfaatkan 4 parameter QoS, yakni:

1. *Throughput* adalah banyaknya bit yang berhasil dikirim pada suatu jaringan, yang merupakan ukuran kinerja jaringan.
2. *Packetloss* adalah kegagalan transmisi paket meraih tujuannya.

3. *Delay* ialah waktu tunda suatu paket yang dikarenakan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik lain yang menjadi tujuannya.
4. *Jitter* adalah gangguan pada komunasi digital atau analog yang dikarenakan oleh perubahan sinyal dikarenakan referensi posisi waktu.

Standarisasi TIPHON (ETSI)

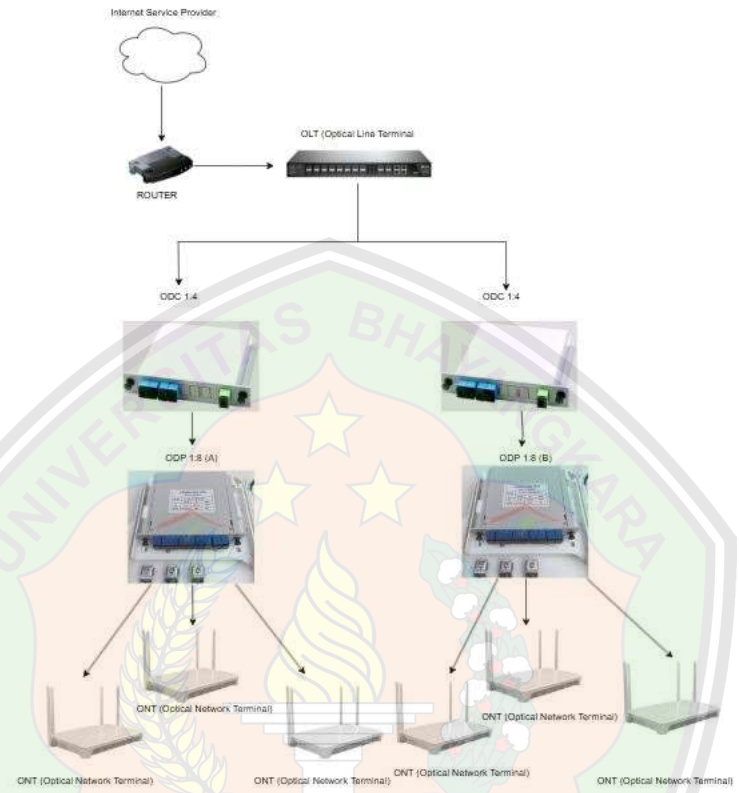
Standarisasi *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network (TIPHON*) bertujuan untuk menyelaraskan protokol komunikasi dan internet yang berguna untuk meningkatkan pengukuran *Quality of Service (QOS)* dalam layanan komunikasi. Tiphon menawarkan pendekatan yang komperhensif dalam memastikan kualitas layanan telekomunikasi yang tinggi dengan mengintegrasika berbagai protokol komunikasi. TIPHON berfokus pada pengembangan standar yang dapat digunakan oleh penyedia layanan telekomunikasi dan internet untuk mengukur, memantau, dan mengelola QoS. Melalui implementasi standar TIPHON, layanan komunikasi menjadi lebih dapat diandalkan dan efisien, meningkatkan kepuasan pelanggan dan membantu penyedia layanan dalam pengelolaan jaringan mereka. sedangkan *ETSI (European Telecommunications Standards Institute*) merupakan organisasi eropa yang didirikan pada tahun 1988 dan bertanggungjawab untuk pembentukan standarisasi telekomunikasi. TIPHON sendiri merupakan inisiatif yang diajukan oleh ETSI sebagai rancangan untuk mendukung pasar komunikasi suara dan aspek multimedia terkait antara pengguna jaringan berbasis *IP (internet protocol)* dan pengguna jaringan *circuit switched*. Standar TIPHON juga mencakup berbagai

metrik untuk menilai kinerja jaringan, termasuk *throughput, delay , jitter, dan packet loss*. Dengan menggunakan standar TIPHON untuk mengukur kinerja jaringan dinilai lebih baik dibandingkan standar lain karena fokus nya pada jaringan berbasis IP, memiliki cakupan metrik QoS, serta memastikan pengukuran kinerja jaringan dilakukan dengan cara yang terstruktur, valid, dan relevan dibandingkan dengan standarisasi lainnya.

| Nilai | Persentase | Indeks |
|---|---|---|
| 3,8 – 4 | 95 – 100% | Sangat Memuaskan |
| 3 – 3,79 | 75 – 95% | Memuaskan |
| 2 – 2,99 | 50 – 75% | Kurang Memuaskan |
| 1 – 1,99 | 25 – 50% | Jelek |

**(Sumber TIPHON)**

### 4.1.2 Design




***Gambar 4 1 Topologi PT Putra Teknologi Indonesia***

**Sumber: Hasil Penelitian 2025**

Pada gambar 4.1 Rancangan jaringan fiber optic dimulai dari *ISP (Internet Server Provider*) menjadi penyedia layanan internet utama. Data dari ISP diarahkan ke Router, yang mengatur lalu lintas jaringan dan meneruskannya ke *OLT (Optical Line Terminal)*. OLT berfungsi mengubah sinyal data menjadi sinya optic dan membaginya ke banyak pelanggan. Dari OLT, sinyal diteruskan ke splitter 1:4, perangkat pasif yang membagi satu jalur optic menjadi 4. Selanjutnya, sinyal masuk

ke *ODP 1:8 (Optical Distribution Point*) yang bermanfaat menjadi titik distribusi akhir dan membagi sinyal ke 8 jalur pelanggan. Terakhir, sinyal optic diterima oleh *ONT (Optical Network Terminal*) di sisi pelanggan, yang mengubah sinyal optic menjadi sinyal digital untuk dimanfaatkan oleh perangkat yakni router atau komputer.

***Tabel 4. 1 Spesifikasi Perangkat Sistem***

| No | Spesifikasi | Keterangan / Jumlah |
|---|---|---|
| 1 | Server OLT HIOSO EPON | 1 unit |
| 2 | Modem | XPON (mendukung EPON dan GPON) |
| 3 | Antena Modem | 5dBi |
| 4 | Frekuensi Signal Modem | 2.4 GHz |
| 5 | Profile | PPPoE |
| 6 | Receiver Modem | PON |
| 7 | Limit Access | 32 pengguna |

Penjelasan dari sistem FFTH

1. OLT = Perangkat utama di sisi penyediaan layanan internet yang mengubah sinyal data digital menjadi sinyal optik. OLT mengatur dan membagi sinyal ke beberapa pelanggan melalui jaringan fiber optik.
2. Splitter ODC 1:4 = Komponen yang membagi jalur satu jalur optik dari OLT menjadi 4 jalur. Fungsinya adalah mendistribusikan sinyal ke beberapa titik tanpa memerlukan daya listrik.

3. ODP 1:8 = box distribusi yang menerima sinyal dari splitter dan membagi ke 8 jalur menuju pelanggan. Biasanya ditempatkan di luar ruangan dekat area pemukiman.
4. ONT = perangkat dirumah atau dikantor pelanggan yang mengubah sinyal optik menjadi sinyal digital agar bisa dimanfaatkan oleh perangkat yakni router Wi-Fi, komputer dan TV.

Hasil pengukuran dari OLT > Splitter > ONT

1. OLT = +8dBm

   +8dBm adalah daya output dari perangkat OLT, biasanya nilai daya berkisar antara +3dBm hingga +10dBm, tergantung jenis kapasitas perangkat.
2. Splitter ODC menggunakan port 1:4 = -7dBm

   Splitter 1:4 membagi 1 sinyal menjadi 4 cabang. Setiap pembagian menyebabkan redaman.
3. ODP port 1:8 = -19dBm

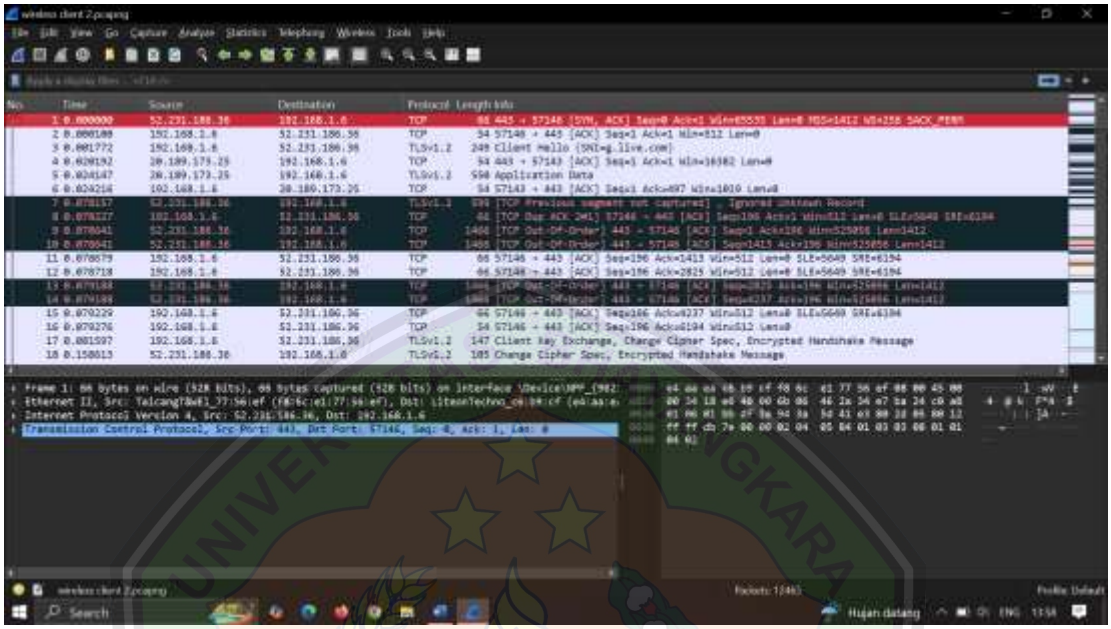
   ODP membagi sinyal menjadi 8 cabang, setelah melalui ODP, daya sinyal yang diteruskan menjadi -19dBm.
4. ONT = -19dBm

   ONT menerima sinyal sebesar -19dBm, yang masih normal dalam penerimaan (biasanya -8dBm hingga -27dBm tergantung perangkat).

   OLT > Splitter 70 meter dan redaman +8dBm

   Splitter > ONT 30 meter dan redaman -19dBm

### 4.1.2 Simulasi



*Gambar 4.2 Hasil Simulasi Pengamatan jaringan pada Wireshark*

**Sumber: Hasil Penelitian 2025**

Pada gambar 4.2 terdapat simulasi pengamatan jaringan pada *wireshark,* Adapun bagian bagiannya diantara lain:

1. Menu: Menu disini kita bisa bernavigasi antara menu-menu yang tersedia di *wireshark*.
2. Display filter: Kolom untuk mengisi sintaks sintaks untuk memfilter paket apa data apa saja yang akan ditampilkan pada list paket.
3. Daftar paket: Menampilkan paket-paket yang berhasil ditangkap oleh wireshark berurutan mulai dari paket pertama yang ditangkap dan seterusnya.

4. Detail paket: Sebuah paket tentunya membawa informasi khusus yang biasa berbeda-beda antara paketnya, disini akan ditampilkan seri detail yang terpilih pada daftar paket di atasnya.

5. Source: Memperlihatkan IP sumber dari paket data itu.

6. Info: Memperlihatkan informasi detail tentang paket data tersebut.

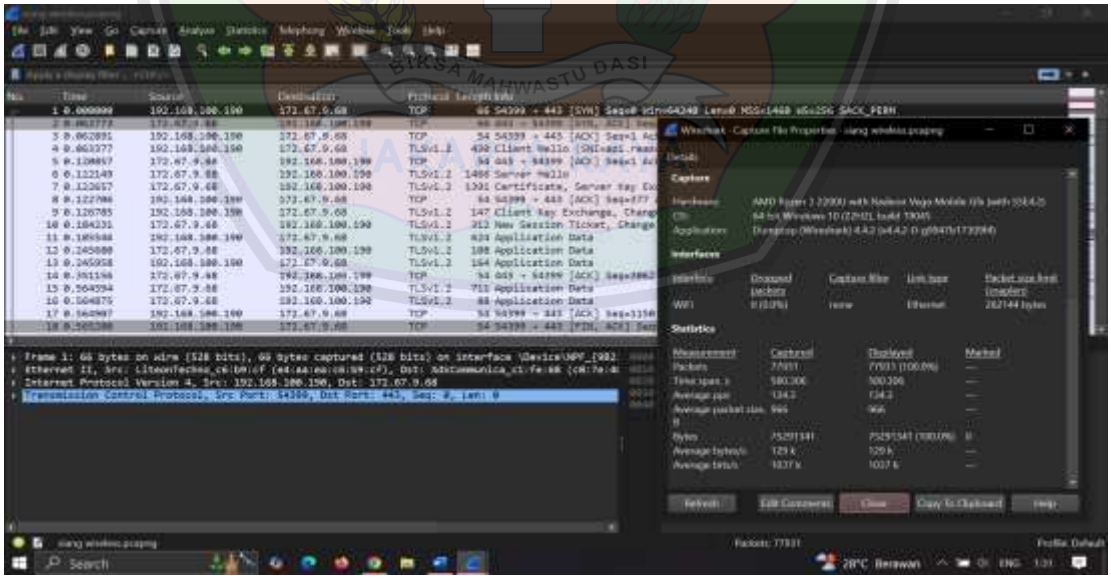
### 4.1.3 Implementasi

1. Hasil Pengukuran

   Tersedia nilai yang diperoleh sesudah menjalankan parameter *Quality of Service (QoS)* yakni:

   A. Nilai Pengukuran

*1. Throughput*



***Gambar 4.3 Hasil Pengukuran Throughput***

**Sumber : Hasil Penelitian 2025**

Di gambar 4.3 tersedia perolehan pengukuran parameter *Throughput* di percobaan pertama, menunjukan banyaknya nilai paket yang dikirim sebanyak 77.931 Packet, dan jumlah *bytes* yang diperoleh di *time span,s* 580.306, sebanyak 75.291.341 bytes. Dan untuk mendapatkan hasil tersebut penulis harus menghitungnya dengan rumus *Throughput* sebagai berikut:

1. Rumus *Throughput* adalah

$$Throughput = \frac{\text{Jumlah Bytes}}{\text{Time Span}} = \text{Hasil Bytes}$$

$$Throughput = \frac{75291341}{580.306} = 129{,}744206$$

2. Lalu kita ubah dari *bytes* ke *bits* dengan mengkalikan 8. Karena *bytes* ke *bits* yaitu 8.

   Hasil Bytes x 8 = Hasil Bits

   129,744206 x 8= 1.037,95365

3. Kemudian kita ubah dari *bytes* ke *kbyte*/s dengan membagikan 1000, lalu kita bulatkan supaya mudah dimengerti.

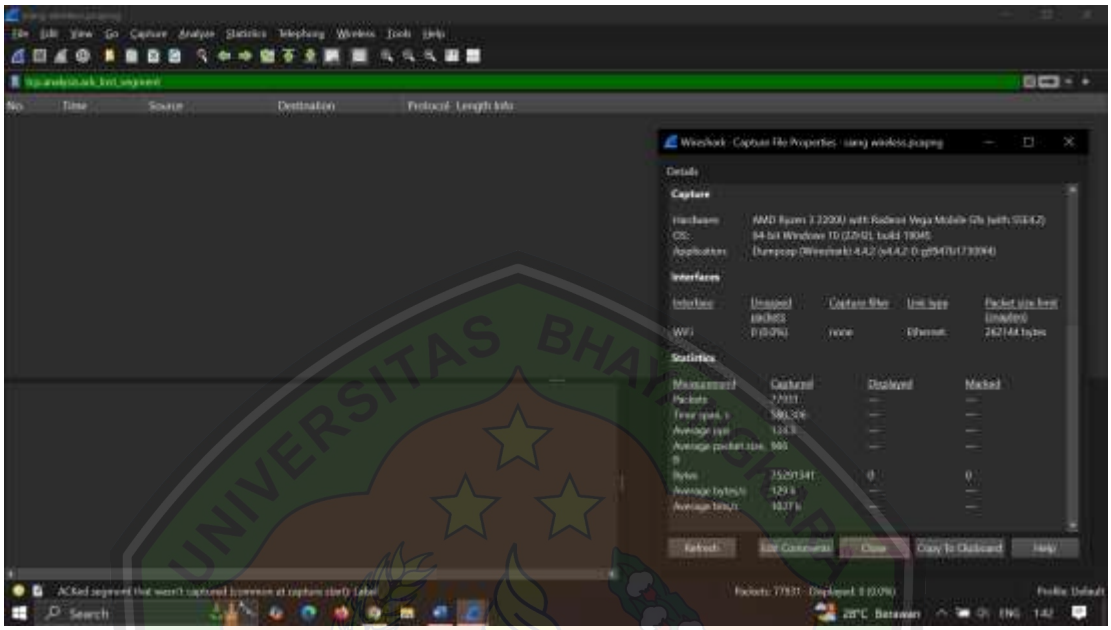
   Hasil Bits: 1000 = Hasil Kbyte/s

   1.037,95365: 1000

   = 1037,95365 jika dibulatkan menjadi 1037 Kb/s

Jadi kesimpulannya bahwa hasil dari *throughput*nya adalah 1037 *Kb/s*.

2. *Packet Loss*



***Gambar 4 4 Hasil Pengukuran Packetloss***

**Sumber : Hasil Penelitian 2025**

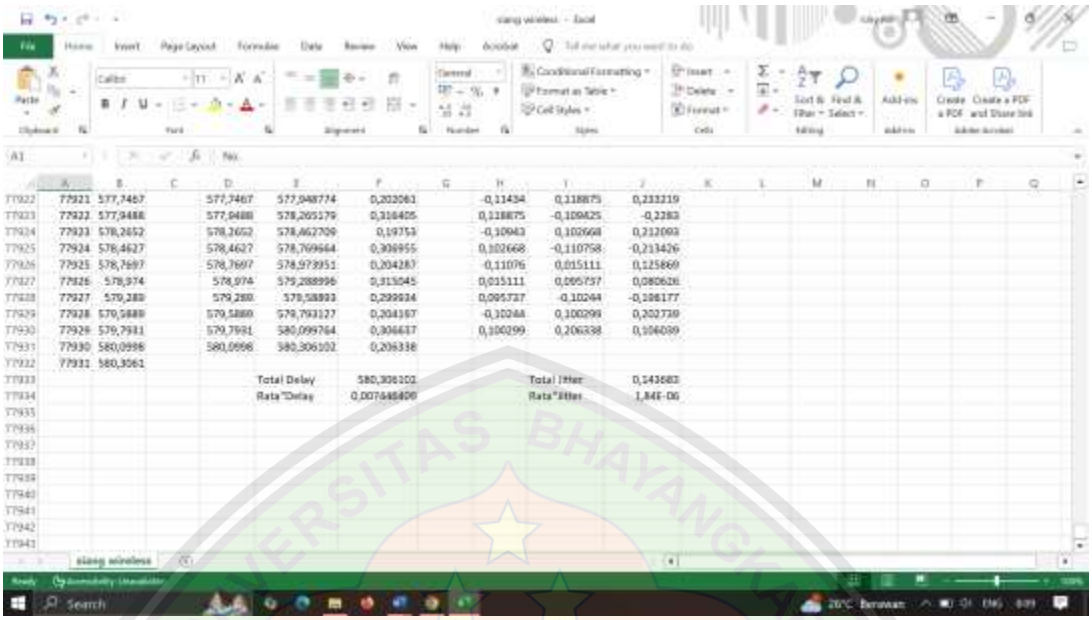
Di gambar 4.4 tersedia perolehan pengukuran parameter *packetloss* pada percobaan pertama memperlihatkan banyaknya paket terkirim sebanyak 77.931 packet, jumlah paket yang diterima sebanyak 77.931 packet. Dan untuk mendapatkan hasil tersebut penulis harus menghitungnya dengan rumus packetloss sebagai berikut:

$$packetloss = \frac{\text{packet yang dikirim} - \text{paket yang diterima}}{\text{paket yang dikirim}} \text{ x } 100\%$$

$$packetloss = \frac{77.931 - 77.931}{77.931} \text{ x } 100\%$$

Jadi kesimpulannya bahwa hasil dari *packetloss* adalah 0 *%*

3. *Delay*



| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 77921 | 577,7467 | | 577,7467 | 577,948774 | 0,202061 | | -0,11434 | 0,118875 | 0,233219 |
| 77922 | 577,9488 | | 577,9488 | 578,205179 | 0,316405 | | 0,118875 | -0,109425 | -0,2283 |
| 77923 | 578,2652 | | 578,2652 | 578,462709 | 0,19753 | | -0,10943 | 0,102668 | 0,212093 |
| 77924 | 578,4627 | | 578,4627 | 578,769664 | 0,306955 | | 0,102668 | -0,110758 | -0,213426 |
| 77925 | 578,7697 | | 578,7697 | 578,973951 | 0,204287 | | -0,11076 | 0,015111 | 0,125869 |
| 77926 | 578,974 | | 578,974 | 579,288996 | 0,315045 | | 0,015111 | 0,095737 | 0,080626 |
| 77927 | 579,289 | | 579,289 | 579,58893 | 0,299934 | | 0,095737 | -0,10244 | -0,198177 |
| 77928 | 579,5889 | | 579,5889 | 579,793127 | 0,204197 | | -0,10244 | 0,100299 | 0,202739 |
| 77929 | 579,7931 | | 579,7931 | 580,099764 | 0,306637 | | 0,100299 | 0,206338 | 0,106039 |
| 77930 | 580,0998 | | 580,0998 | 580,306102 | 0,206338 | | | | |
| 77931 | 580,3061 | | | | | | | | |
| | | | Total Delay | 580,306102 | | | Total Jitter | 0,143683 | |
| | | | Rata"Delay | 0,007446409 | | | Rata"Jitter | 1,84E-06 | |

***Gambar 4 5 Hasil Pengukuran Delay***

**Sumber : Hasil Penelitian 2025**

Gambar 4.4 menunjukkan hasil pengukuran parameter *delay* memanfaatkan Microsoft excel. Ini memperlihatkan total *delay* sebesar 580,306102 *second* dan rata rata d*elay* 0,007446409 *second*. Dan untuk mendapatkan hasil tersebut penulis menghitungnya dengan rumus *delay* sebagai berikut:

1. Pertama kita mencari time nya terlebih dahulu. Time diperhitungkan QoS terbagi 2 yaitu: *Time* 1 dan *Time* 2. Dan untuk mengetahuinya kita harus mengambil data Time tersebut. Untuk *Time* 1 kita blok semua dari baris yang pertama dan *Time* 2 kita blok semua tetapi dimulai dari baris yang kedua.
2. Selanjutnya untuk mencari *delay* kita menggunakan rumus:

   *Delay* = Time 2 – Time 1
3. Lalu untuk mencari Total *delay* kita menggunakan rumus:

SUM = sum di excel berfungsi untuk menjumlahkan semua data yang kita blok

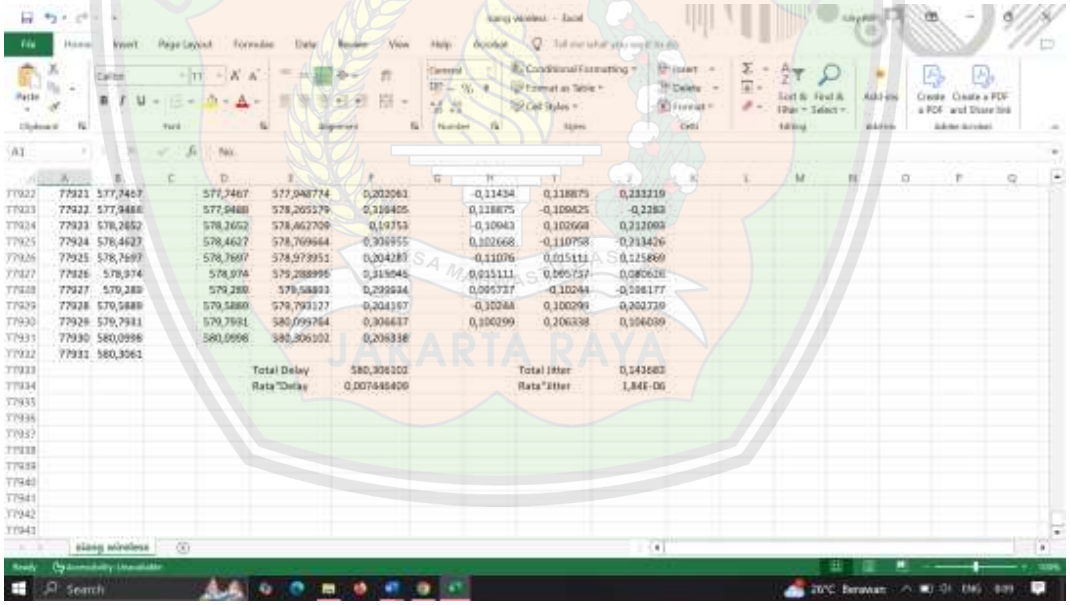
4. Dan yang terakhir untuk mencari rata-rata *delay* kita menggunakan rumus:

$$Rata - rata\ delay = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Jumlah paket yang diterima}} \text{ X } 1000$$

$$Rata - rata\ delay = \frac{580{,}306102}{77931} \text{ X } 1000$$

Jadi Kesimpulannya bahwa total *delay* dan rata-rata *delay* adalah 580,306102 dan 7,44 ms.

*4. Jitter*



***Gambar 4 6 Hasil Pengukuran Jitter***

Di gambar 4.5 terlihat perolehan dari pengukuran *Jitter* dengan menggunakan Miscrosoft menunjukan total *Jitter* 0,143683 *Second* dan Rata-rata *Jitter* 1,84372

s*econd*. Dan untuk mendapatkan hasil tersebut penulis menghitungnya dengan rumus *Jitter* sebagai berikut:

1. Pertama kita tentukan *Delay*nya terlebih dahulu. *Delay* diperhitungan QoS terbagi 2 yaitu: *Delay* 1 dan *Delay* 2. Dan untuk mengetahuinya kita mengambil data *Delay* tersebut. Untuk *Delay* 1 kita mencarinya dengan baris pertama dikurangi baris kedua dan untuk *Delay* 2 kita blok semua tetapi dimulainya dari baris kedua.
2. Selanjutnya untuk mencari total *jitter* kita menggunakan rumus:

   Total *Jitter* = *Delay* 2 – *Delay* 1
3. Lalu untuk mencari Total *Jitter* kita menggunakan rumus:

   SUM = sum excel berfungsi untuk menjumlahkan semua data yang kita blok
4. Dan yang terakhir untuk mencari rata-rata jitter kita menggunakan rumus:

$$Rata - rata\ jitter = \frac{\text{Total Jitter}}{\text{Jumlah paket yang diterima}}\ x\ 1000$$

$$Rata - rata\ delay = \frac{0{,}007446409}{77931}\ x\ 1000 \quad = 1{,}84 \text{ ms}$$

Jadi kesimpulannya bahwa total *jitter* dan *rata-rata jitter* adalah 0,143683 dan 1,84 ms.

Tahap selanjutnya adalah menghitung hasil pengukuran berdarkan standarisasi TIPHON untuk mengetahui kualitas layanan jaringan internet.

1. Hasil Throughput

Dari perolehan pengukuran *Throughput* memanfaatkan wireshark untuk jaringan internet WLAN pada Lokasi PT Putra Teknologi Indonesia dapat nilai *Throughput* dalam satuan *bit per second (b/s)* di tabel yakni:

***Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Throughput***

| Waktu Pengujian | Jumlah Bytes | Time Span | Kb/s | Indeks | Tiphon |
|---|---|---|---|---|---|
| Client 1 Kabel LAN | 155.35333 | 605.558 | 205 Kb/s | 1 | Jelek |
| Client 1 Wireless | 7529.1341 | 580.306 | 1037 Kb/s | 3 | Bagus |
| Client 2 Kabel LAN | 627.573 | 300.852 | 16 Kb/s | 1 | Jelek |
| Client 2 Wireless | 1040.2656 | 121.966 | 682 Kb/s | 1 | Jelek |

2. Hasil Packetloss

Di perolehan pengukuran *packetloss* memanfaatkan *wireshark* guna jaringan WLAN pada Lokasi penelitian diperoleh nilai packetloss dalam *%lost* yakni di tabel berikut:

***Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Packetloss***

| Waktu Pengujian | Paket Dikirim | Paket Diterima | Loss (%) | Indeks | Tiphon |
|---|---|---|---|---|---|
| Client 1 Kabel LAN | 21927 | 21926 | 0,4 % | 4 | Sangat Bagus |
| Client 1 Wireless | 77931 | 77931 | 0 % | 4 | Sangat Bagus |
| Client 2 Kabel LAN | 1467 | 1467 | 0 % | 4 | Sangat Bagus |
| Client 2 Wireless | 12465 | 12465 | 0 % | 4 | Sangat Bagus |

3. Hasil dari *Delay*

Di perolehan pengukuran *delay* aplikasi *wireshark* dan melalui perhitungan Microsoft excel bagi jaringan internet WLAN pada Lokasi penelitian diperoleh nilai rata-rata pada satuan *millisecond* (ms) seperti pada tabel berikut ini:

***Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Delay***

| Waktu Pengujian | Paket dikirim | Total Delay | Rata-rata delay | Indeks | Tiphon |
|---|---|---|---|---|---|
| Client 1 Kabel LAN | 21927 | 605,558053 | 27,61 (ms) | 4 | Sangat Bagus |
| Client 1 Wireless | 77931 | 580,306102 | 7,44 (ms) | 4 | Sangat Bagus |
| Client 2 Kabel LAN | 1467 | 300,852106 | 205 (ms) | 3 | Bagus |
| Client 2 Wireless | 12465 | 121,966081 | 9,7 (ms) | 4 | Sangat Bagus |

4. Hasil Jitter

Dari perolehan pengukuran *jitter* aplikasi *wireshark* dan melalui perhitungan Microsoft excel bagi jaringan internet WLAN di Lokasi penelitian diperoleh nilai rata-rata dalam satuan *millisecond* (ms) yakni pada tabel berikut ini:

***Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Jitter***

| Waktu Pengujian | Paket dikirim | Total Jitter | Rata-rata Jitter | Indeks | TIPHON |
|---|---|---|---|---|---|
| Client 1 Kabel LAN | 21927 | 0,946493 | 4,31 (ms) | 4 | Sangat Bagus |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Client 1 Wireless | 77931 | 0,143683 | 1,84 (ms) | 4 | Sangat Bagus |
| Client 2 Kabel LAN | 1467 | 0,665199 | 0,45 (ms) | 4 | Sangat Bagus |
| Client 2 Wireless | 12465 | 0,001643 | 1,31 (ms) | 4 | Sangat Bagus |

5. Data Hasil Perhitungan Parameter

| Waktu Pengujian | Throughput | Packetloss | Delay | Jitter |
|---|---|---|---|---|
| Client 1 Kabel LAN | 205 Kb/s | 0,4 % | 27,61 (ms) | 4,31 (ms) |
| Client 1 Wireless | 1037 Kb/s | 0 % | 7,44 (ms) | 1,84 (ms) |
| Client 2 Kabel LAN | 16 Kb/s | 0 % | 205 (ms) | 0,45 (ms) |
| Client 2 Wireless | 682 Kb/s | 0 % | 9,7 (ms) | 1,31 (ms) |

6. Hasil pengukuran *Quality of Service*

Dari perolehan pengukuran Quality of Service pada 4 percobaan:

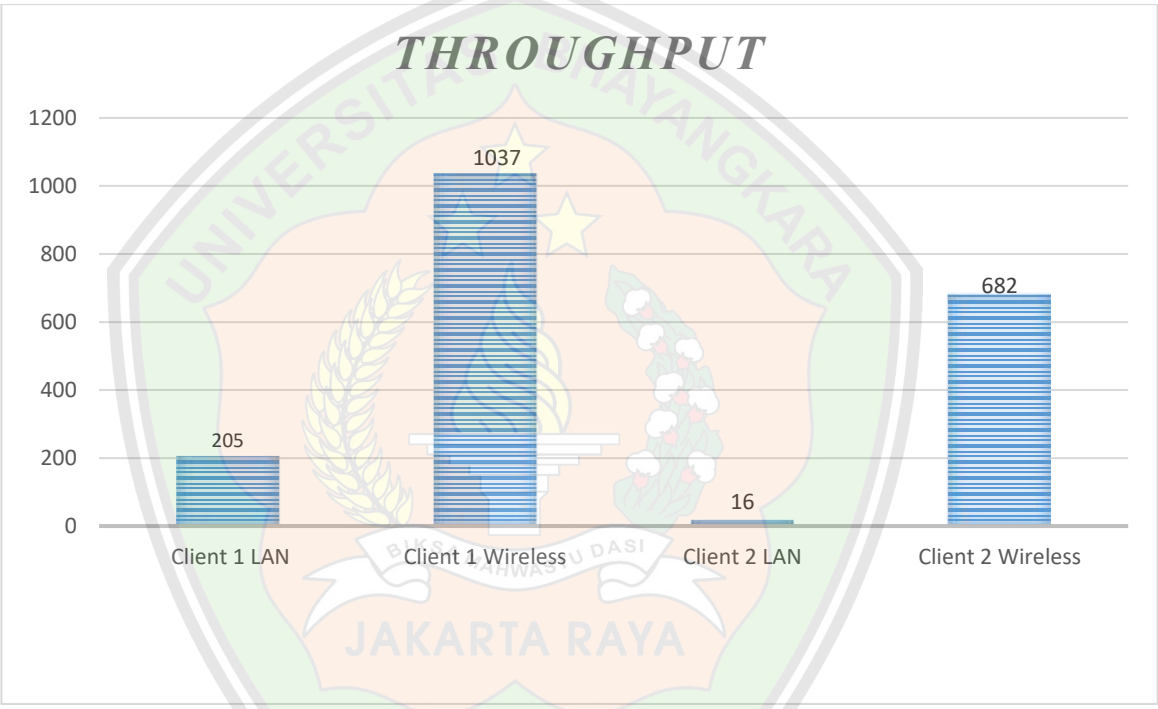
**Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran QoS**

| No | *Quality of Service (QoS)* | Keterangan | |
|---|---|---|---|
| | | Indeks | Kategori |
| 1 | *Throughput* | 1 | Jelek |
| 2 | *Packet loss* | 4 | Sangat Bagus |
| 3 | *Delay* | 4 | Sangat Bagus |
| 4 | *Jitter* | 4 | Sangat Bagus |
| Rata-rata Indeks | | 4 | Sangat Bagus |

**a. Analisis Hasil**

Sesuai perolehan pengujian mampu dibuatkan grafik beserta hasil Analisis sesuai yang dijalankan.

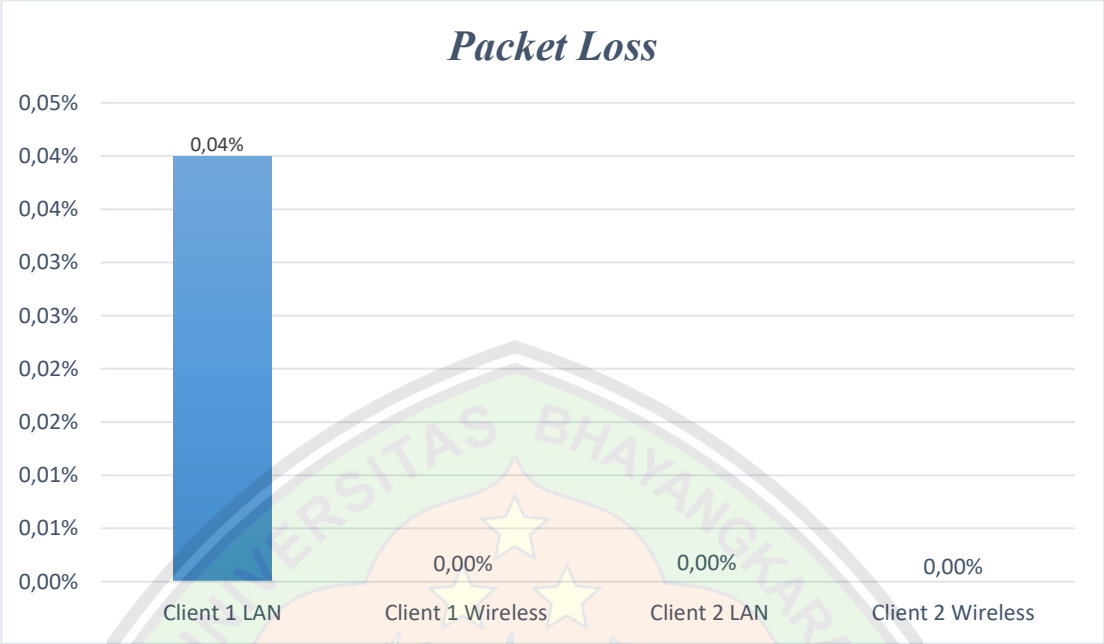
1. Analisis *Throughput*




***Gambar 4. 7 Grafik Hasil Throughput***

Gambar 4.6 memperlihatkan nilai Throughput. Grafik menunjukan bahwa **Client 2 dengan kabel** memiliki performa throughput jauh di bawah koneksi lainnya.

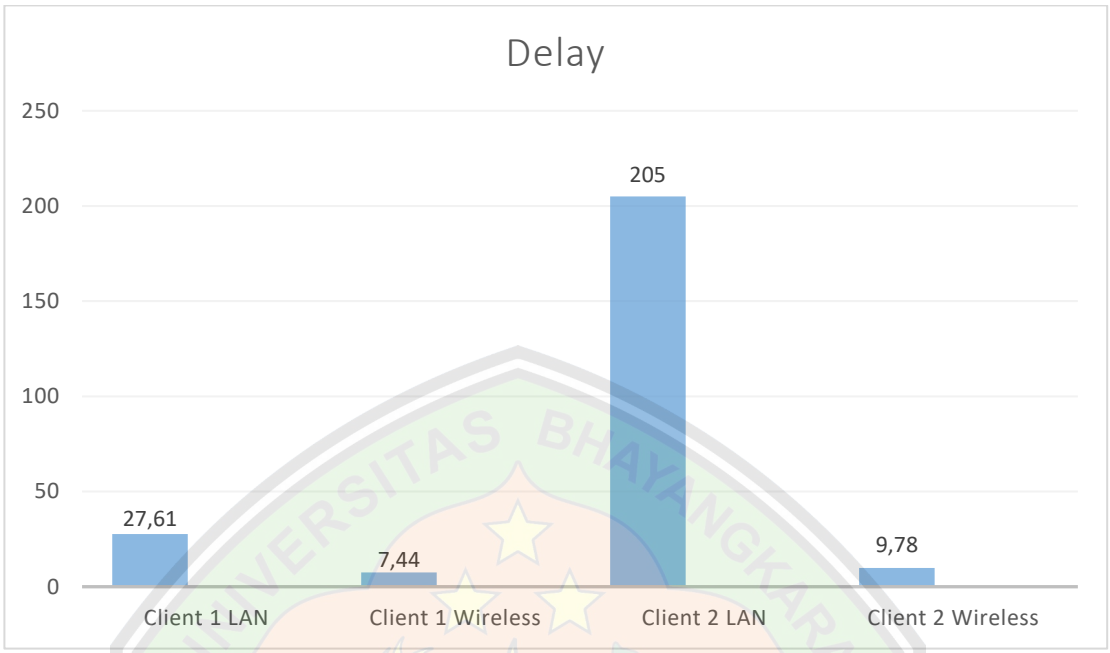
2. Analisis *Packetloss*




***Gambar 4 7 Grafik Hasil Packetloss***

Gambar 4.7 memperlihatkan nilai packetloss. Grafik itu memaparkan nilai packetloss dapat dilihat dari 4 percobaan tersedia di kualitas yang sangat bagus, Dimana nilai tertinggi 0% ini dan 0,4 %

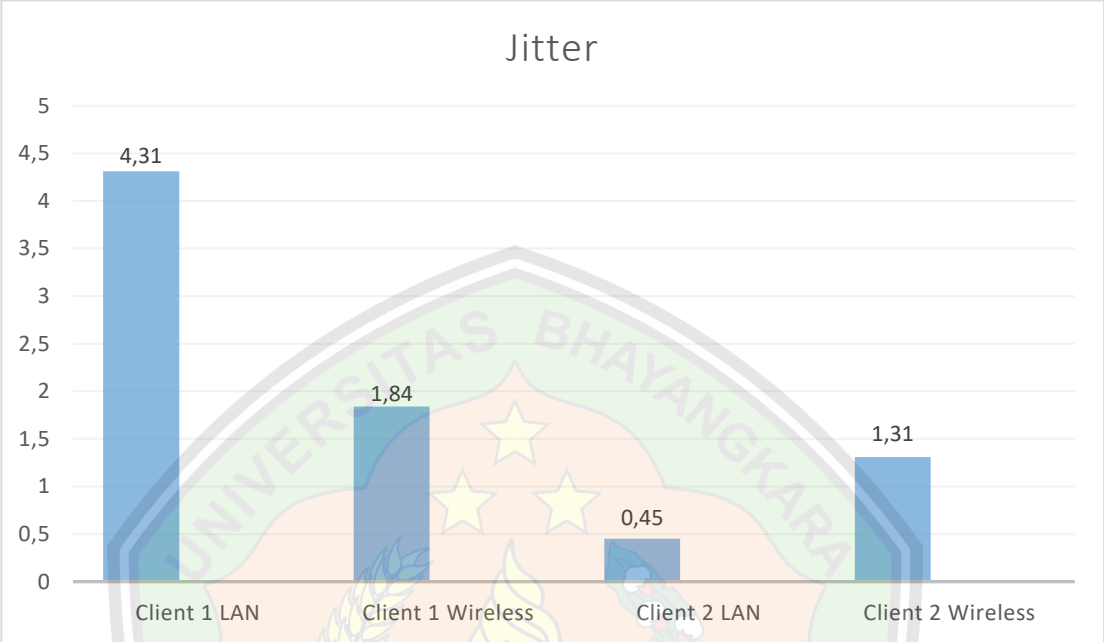
3. Analisis Delay




**Gambar 4.8 Grafik Hasil Delay**

Gambar 4.8 Menunjukan nilai *delay*. Grafik tersebut menerangkan bahwa nilai *delay* terendah yaitu pada percobaan di Client 1 menggunakan Wireless yaitu 7,44 ms, dan nilai *delay* tertinggi pada percobaan di Client 2 menggunakan LAN yaitu 205 ms. Berdasarakan standarisasi *Tiphon,* nilai *delay* pada jaringan internet yang diamati termasuk pada kategori sangat bagus.

4. Analisis Jitter




**Gambar 4.9 Grafik Hasil Jitter**

Gambar 4.9 Memperlihatkan nilai jitter. Grafik itu memaparkan nilai *jitter* terendah yaitu pada percobaan pada Client menggunakan Kabel LAN sebesar 0,45 ms, dan nilai *jitter* tertinggi yaitu pada percobaan pada Client 1 menggunakan kabel LAN sebesar 4,31 ms. Berdasarkan standarisasi *TIPHON*, nilai *jitter* pada jaringan internet yang diamati yakni kategori sangat bagus.

Pada penelitian ini dapat diperlihatkan semakin tinggi nilai delay dari jaringan internet. Maka semakin lambat koneksi jaringan itu dan semakin rendah nilai delay, maka semakin cepat koneksi jaringan tersebut.

**b. Interpretasi Teknis**

**1. Mengapa Throughput Client 2 kabel sangat rendah?**

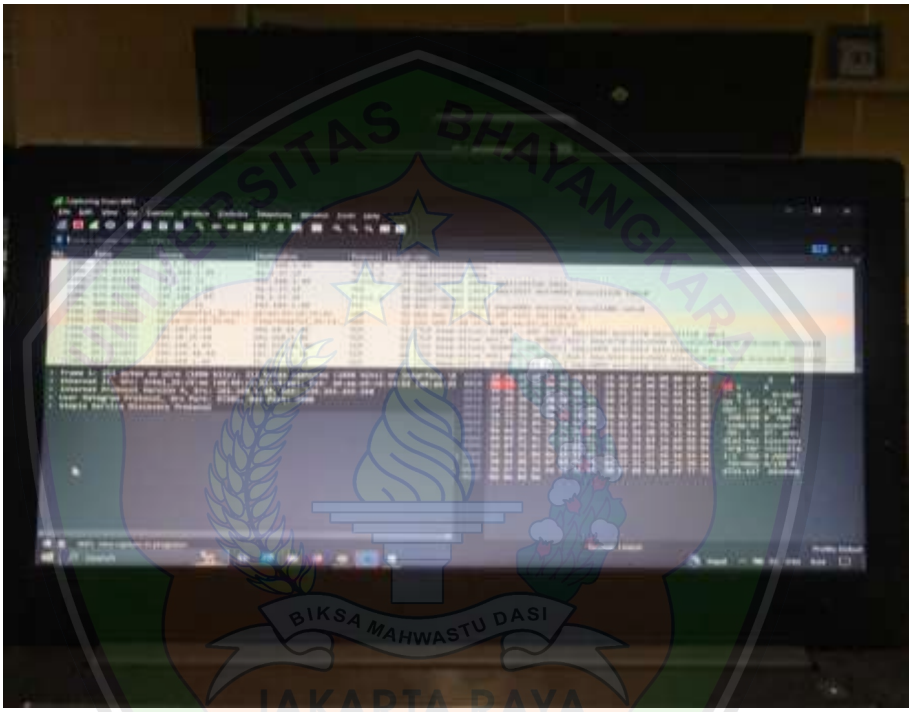
- **Faktor Panjang dan Kualitas Kabel:** Sinyal dari OLT mengalami redaman dari +8 dBm ke -19 dBm. Jika kabel LAN di Client 2 terlalu panjang atau berkualitas rendah (misalnya kabel UTP kategori lama), redaman tambahan dapat menyebabkan penurunan kecepatan transfer meskipun tidak menyebabkan packet loss secara langsung.
- **Kondisi Port LAN atau NIC (Network Interface Card):** Port LAN bisa mengalami bottleneck karena kesalahan konfigurasi (misal: tidak support full duplex) atau gangguan perangkat keras, yang menyebabkan throughput rendah tanpa mempengaruhi jitter
- **Terdapat Interferensi EMI (Electromagnetic Interference):** Kabel UTP yang tidak shielded, bila melewati area dengan perangkat listrik berat (AC, motor, dsb), bisa menyebabkan penurunan integritas sinyal walau tidak sampai menyebabkan paket hilang.

**2. Mengapa *jitter* dan *packetloss* tetap sangat baik?**

- *Jitter* mengukur **konsistensi *delay* antar paket**, sedangkan packet loss mengukur **paket yang gagal sampai**. Pada Client 2 LAN, koneksi tetap

stabil dan tidak terjadi kehilangan paket, artinya tidak ada fluktuasi tajam meskipun *throughput* rendah dan *delay* tinggi.

### 4.1.4 Monitoring



***Gambar 4 10 Monitoring Wireshark***

Pada gambar 4. Menunjukkan simulasi pengamatan jaringan wifi yang dibantu dengan bantuan *software* yaitu wireshark dan selanjutnya setelah diamati selama waktu yang telah ditentukan, barulah penulis menghitung hasil dari pengamatan tersebut sesuai dengan metode *Quality of Service (QoS).*

## 4.2 Pembahasan

Pembahasan adalah aktivitas yang dijalankan guna membahas dan menganalisis suatu topik masalah atau materi tertentu.

### 4.2.1 Rekomendasi Solusi Teknis

| Masalah | Rekomendasi Teknis | Justifikasi |
|---|---|---|
| ***Throughput* Client 2 LAN sangat rendah** | Ganti kabel dengan UTP Cat6/7<br>Periksa NIC dan port switch | Untuk memastikan tidak ada bottleneck fisik atau redaman tambahan |
| ***Delay* tinggi (205 ms) pada Client 2 LAN** | Pastikan konfigurasi full-duplex aktif<br>Lakukan pengecekan traffic background | *Delay* tinggi bisa disebabkan antrian data atau collision |
| **Tidak ada klasifikasi otomatis performa jaringan** | Implementasi sistem monitoring *real-time* berbasis QoS dashboard | Untuk deteksi dini saat terjadi anomali jaringan |

### 4.2.2 Kesimpulan Analisis

- **Koneksi *wireless*** menunjukkan performa **lebih stabil dan tinggi** dibanding koneksi kabel pada lokasi dan waktu pengujian ini.
- **Client 2 kabel** adalah titik paling bermasalah, meskipun nilai *jitter* dan *packet loss* tetap bagus.
- Evaluasi jaringan harus mencakup **aspek fisik (kabel, port)** dan **konfigurasi perangkat** secara menyeluruh, tidak hanya melihat nilai delay dan packet loss.

### 4.2.3 Hasil dan Pemecahan Masalah

Identifikasi permasalahan yang mengganggu kestabilan akses internet ialah lonjakan delay yang begitu tinggi di waktu khusus. Hal ini disebabkan banyak hal yakni:

1. Jarak

Ini umumnya disebabkan oleh jarak router dan panjang kabel yang wajib dilalui paket data. Salah satu contohnya adalah saat paket data wajib melewati backbone fiber yang dipasang dibawah laut yang melintas benua, faktor *delay* akan terasa lebih besar.

2. Cuaca

Faktor alam pun begitu memengaruhi *delay*, misalnya apakah mendung atau hujan. Karena harus melalui awan dan hujan yang tebal, laju sinyal akan sedikit menurun.

3. Kemampuan Jaringan

Paket data baru akan ditahan sementara dalam jaringan yang sibuk atau kecil. Kondisi ini juga dapat terjadi karena server penuh karena aktivitas tinggi. Karena itu, paket data baru akan dibuang terlebih dahulu. Salah satu penyebab *delay* yang lebih lama adalah paket data melakukan proses loading kembali.