

Analisis Perbandingan Media Transmisi Kabel UTP dengan Fiber Optik Menggunakan Metode Quality of Service

M Fahrul Rosy¹, Yunanri.W^{2*}, I Made Widiarta³, Dimas Wiryatari⁴

^{1,2,3,4}Universitas Teknologi Sumbawa, Indonesia

¹cupfahru1973@gmail.com, ^{2*}yunanri.w@uts.ac.id, ³made.widiarta@uts.ac.id, ⁴dimas.wiryatari@uts.ac.id



Histori Artikel:

Diajukan: 17 Februari 2025

Disetujui: 20 April 2025

Dipublikasi: 25 April 2025

Kata Kunci: Fiber Optic, UTP, Quality of Service, Wireshark, Speedtest

Digital Transformation Technology (Digitech) is an Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).

Abstrak

Meningkatkan kebutuhan akan akses internet yang cepat dan stabil, terutama di institusi pendidikan seperti Universitas Teknologi Sumbawa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kualitas dua media transmisi jaringan, kabel Unshielded Twisted Pair (UTP) dan Fiber Optik (FO), menggunakan metode Quality of Service (QoS). Parameter yang diukur meliputi throughput, latensi, jitter, dan packet loss. Penelitian dilakukan dengan metode kuantitatif melalui pengumpulan data kinerja jaringan selama lima hari kerja menggunakan alat analisis berbasis perangkat lunak seperti Wireshark. Hasil penelitian menunjukkan bahwa transmisi fiber optik memiliki kinerja yang lebih unggul dibandingkan dengan kabel UTP dalam semua parameter QoS. Fiber optik memberikan throughput yang jauh lebih tinggi, latensi yang lebih rendah, jitter yang minimal, serta packet loss yang lebih kecil, menjadikannya pilihan yang lebih baik untuk memastikan konektivitas internet yang cepat dan stabil. Meskipun memiliki keunggulan, fiber optik memerlukan biaya instalasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan kabel UTP, yang tetap menjadi pilihan yang layak untuk aplikasi berbiaya rendah dan jangkauan pendek. Studi ini menyimpulkan bahwa Universitas Teknologi Sumbawa sebaiknya mempertimbangkan fiber optik sebagai media transmisi utama untuk meningkatkan kualitas layanan internet dan mendukung kegiatan pembelajaran berbasis digital. Penelitian lebih lanjut dapat berfokus pada optimalisasi implementasi fiber optik serta evaluasi kinerjanya dalam jangka panjang di lingkungan akademik.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang pesat telah mendorong kebutuhan akan akses internet yang cepat dan stabil. Di era digital ini, internet menjadi salah satu komponen penting dalam mendukung berbagai aktivitas, baik di sektor pendidikan, bisnis, maupun pemerintahan. Oleh karena itu, kualitas jaringan internet harus diperhatikan secara serius agar dapat memenuhi kebutuhan pengguna. Kualitas jaringan internet dapat diukur melalui beberapa parameter, salah satunya adalah *Quality of Service* (QoS), yang mencakup aspek seperti latensi, bandwidth, jitter, dan packet loss (Saputra et al., 2023).

Dalam konteks jaringan lokal, dua jenis media transmisi yang umum digunakan adalah kabel UTP (*Unshielded Twisted Pair*) (Supriyanto et al., 2022) dan *fiber optik* (FO) (Singguma et al., 2023). Kabel UTP sering dipilih untuk instalasi jaringan di lingkungan yang tidak terlalu luas dan memiliki biaya yang lebih terjangkau. Namun seiring dengan meningkatnya permintaan akan kecepatan dan kapasitas data, fiber optik mulai menjadi pilihan utama karena kemampuannya untuk mentransmisikan data dengan kecepatan tinggi dan jarak yang lebih jauh tanpa mengalami penurunan kualitas sinyal.

Universitas Teknologi Sumbawa sebagai institusi pendidikan tinggi di Indonesia juga tidak lepas dari kebutuhan akan jaringan internet yang handal. Dengan jumlah Dosen, staff dan mahasiswa yang terus bertambah serta meningkatnya penggunaan aplikasi berbasis internet dalam proses belajar mengajar, maka Universitas Teknologi Sumbawa harus memiliki infrastruktur jaringan yang handal serta kualitas internet yang dapat diandalkan. Oleh karena itu, analisis perbandingan kualitas jaringan antara kabel UTP dan fiber optik menggunakan metode QoS menjadi sangat relevan untuk mengetahui media transmisi mana yang lebih baik.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan dua media transmisi yaitu kabel UTP dan *Fiber Optic*. Hasil dari penelitian ini yang nantinya dijadikan referensi bagi pembangunan infrastruktur jaringan yang akan dilakukan pada Universitas Teknologi Sumbawa.

STUDI LITERATUR

Quality of Service (QoS) merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari satu servis. QoS digunakan untuk mengukur sekumpulan atribut kinerja yang telah dispesifikasikan dan diasosiasikan dengan suatu servis (Fahmi, 2018).

Parameter-parameter *Quality of Service* (QoS) adalah sebagai berikut:

a. *Throughput*

Throughput adalah bandwidth aktual yang terukur pada suatu ukuran waktu tertentu dalam mentransmisikan berkas. Berbeda dengan bandwidth walaupun satuannya sama bits per second(bps), tapi *Throughput* lebih menggambarkan bandwidth yang sebenarnya pada suatu waktu dan pada kondisi dan jaringan tertentu yang digunakan untuk mengunduh suatu file dengan ukuran tertentu. Parameter yang menggambarkan lebat pita pada suatuwaktu ketika packet dikirimkan. *Throughput* dikatakan sebagai ukuran kecepatan data efektif(Anom et al., 2024)

Tabel 1 Indeks karakteristik *Throughput*

Kategori <i>Throughput</i>	Besar <i>Throughput</i> (Mbps)	Indeks
Sangat bagus	>2.1 Mbps	4
Bagus	1.2 s.d 2.1 Mbps	3
Sedang	700 s.d 1200 Kbps	2
Buruk	0 s.d 338 Kbps	1

Dalam menghitung *Throughput* maka menggunakan rumus berikut:

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

b. *Jitter* atau Variasi *delay*

Jitter atau variasi *delay* , adalah variasi dari *delay* atau selisih antara *Delay* pertama dengan *delay* selanjutnya. Jika variasi *delay* dalam transmisi terlalu lebar, maka akan mempengaruhi kualitas data yang ditransmisikan. umlah toleransi *jitter* dalam jaringan dipengaruhi oleh kedalaman dari buffer *jitter* dalam peralatan jaringan, Contoh dari *jitter*, misalnya hasil ping menunjukkan *delay* dengan rentang 2ms, 4ms, 7ms. Maka *jitter* dapat dihitung dengan mengurangi *delay* akhir dengan *delay* sebelumnya, seperti contoh tersebut maka *jitter*nya adalah 7ms- 4ms=3ms. Parameter *jitter* menggambarkan variasi suatu *delay*. *Jitter* menggambarkan selisih suatu *delay* terhadap *delay* yang lainnya.(Anom et al., 2024)

Tabel 2 Indeks Karakteristik *Jitter*

Kategori <i>jitter</i>	Besar <i>Jitter</i> (ms)	Indeks
Sangat bagus	0	4
Bagus	<0 s.d 75	3
Sedang	<75 s.d 125	2
Buruk	<125 s.d 225	1

Rumus untuk menghitung *jitter* sebagai berikut :

$$Jitter = \frac{Total\ Variasi\ Delay}{Total\ Paket\ Diterima}$$

c. *Packet Loss*

Packet loss merupakan Parameter yang menggambarkan kondisi jumlah packet yang hilang ketika packet dikirim pada suatu layanan jaringan internet. *Packet loss* dapat terjadi ketika adanya collision dan congestion pada jaringan internet.(Anom et al., 2024).

Tabel 3 Indeks Karakteristik *Packet Loss*

Kategori Paket Loss	Packet Loss(%)	Indeks
Sangat bagus	0 s.d 2	4
Bagus	3 s.d 14	3
Sedang	15 s.d 24	2
Buruk	25	1

Untuk mengetahui jumlah *packet loss* pada suatu layanan pada suatu layanan jaringan maka data yang di dapatkan perlu diolah dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Packet Loss = \frac{(Paket\ data\ dikirim - paket\ data\ diterima)}{Paket\ data\ yang\ dikirim} \times 100$$

d. *Delay*

Parameter yang menggambarkan waktu yang diperlukan agar packet yang dikirim sampai kepada penerima. Faktor yang mempengaruhi terjadinya *delay* adalah jarak, media perangkat pengiriman *packet*, dan *congestion*.(Anom et al., 2024)

Tabel 4 Indeks Karakteristik Delay

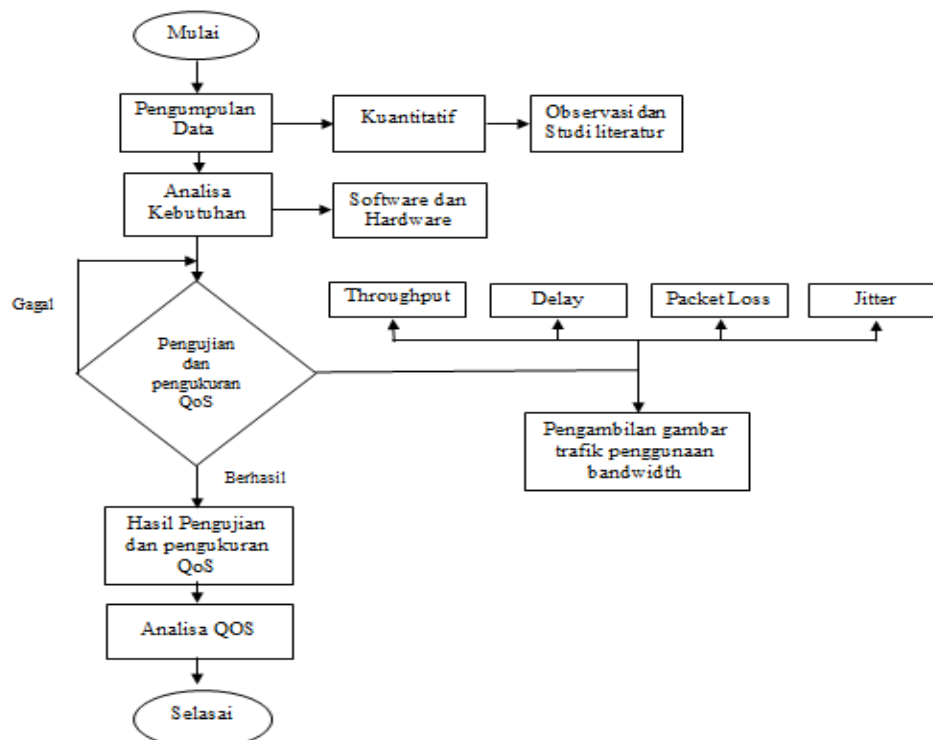
Kategori	Besar delay (ms)	Indek s
Sangat bagus	< 150	4
Bagus	150 s.d 300	3
Sedang	300 s.d 450	2
Buruk	>450	1

Berikut ini adalah rumus mengetahui *delay* suatu layanan jaringan internet:

$$Delay\ Rata - Rata = \frac{Total\ paket\ delay}{Total\ Paket\ diterima}$$

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif . Dalam penelitian ini dilakukan proses Analisa jaringan dengan beberapa tahapan yang mengacu pada Analisis *Quality of Service* (QoS). Sehingga Analisis dilakukan dengan menggunakan Aplikasi atau *Software* pendukung yaitu wireshark. Berikut ini tahapan yang akan dilakukan dalam menganalisis kualitas jaringan internet Local Area Network (LAN) dan Fiber Optik (FO) di Universitas Teknologi Sumbawa.



Gambar. 1 Diagram Alur Penelitian

Pada Gambar.1 menggambarkan bahwa pada penelitian ini di mulai dengan mengumpulkan data dengan metode kuantitatif dan melakukan observasi untuk mengetahui struktur jaringan yang akan di teliti, selanjutnya peneliti melakukan analisa kebutuhan seperti perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*) yang digunakan dalam penelitian. Pengujian dan Pengukuran QoS dengan melakukan pengujian terhadap *Throughput*,

delay, packet loss, dan jitter. Setelah pengujian dilakukan maka akan keluar hasil dari pengujian yang menggunakan QoS.

HASIL

Dalam pengujian rata rata dari paramater QoS menggunakan rumus dalam perhitungan dari setiap parameter *Quality of Servic*. Perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya di rangkum dalam tabel rata rata dari setiap parameter, Disini setiap parameter dibandingkan dengan standarisasi dari Thipon.

Rata Rata pengujian *Quality of Service (QoS)*

1. Rata rata Media Transmisi *Unshieldes Twisted pair (UTP)*

a. *Throughput*

Tabel 5 *Troughput UTP*

No	Hari/tanggal	Troughgput	Index Qos	Kategori
1	Senin, 09 Desember 2024	687Kbps	1	Buruk
2	Selasa, 10 Desember 2024	288Kbps	1	Buruk
3	Rabu, 11 Desember 2024	3803Kbps	4	Sangat bagus
4	Kamis, 12 Desember 2024	88Kbps	1	buruk
5	Jumat, 13 Desember 2024	28kbps	1	buruk

Tabel 5 merupakan tabel perbandingan antara parameter Troughput pengujian dari media transmisi UTP dengan standarisasi dari tiphon.

b. *Packet Loss*

Tabel 6 *Packet Loss UPT*

No	Hari/tanggal	Paket loss	Index Qos	Kategori
1	Senin, 09 Desember 2024	0,274%	4	Sangat bagus
2	Selasa, 10 Desember 2024	0,584%	4	Sangat bagus
3	Rabu, 11 Desember 2024	0,311%	4	Sangat bagus
4	Kamis, 12 Desember 2024	0,251%	4	Sangat bagus
5	Jumat, 13 Desember 2024	0,124%	4	Sangat bagus

Tabel 6 merupakan tabel perbandingan antara parameter Packet loss pengujian dari media transmisi UTP dengan standarisasi dari tiphon.

c. *Delay*

Tabel 7 *Delay UPT*

No	Hari/tanggal	Delay	Index Qos	Kategori
1	Senin, 09 Desember 2024	125ms	4	Sangat bagus
2	Selasa, 10 Desember 2024	24,59 ms	4	Sangat bagus
3	Rabu, 11 Desember 2024	386 ms	2	Sedang
4	Kamis, 12 Desember 2024	77,08ms	4	Sangat bagus
5	Jumat, 13 Desember 2024	200 ms	3	bagus

Tabel 7 merupakan tabel perbandingan antara parameter Delay pengujian dari media transmisi UTP dengan standarisasi dari tiphon.

d. *Jitter*

Tabel 8 *Jitter UPT*

No	Hari/tanggal	Jitter	Index Qos	Kategori
1	Senin, 09 Desember 2024	0,0539 ms	4	Sangat bagus
2	Selasa, 10 Desember 2024	24,58ms	3	bagus
3	Rabu, 11 Desember 2024	2,927 ms	4	Sangat bagus
4	Kamis, 12 Desember 2024	0,467ms	4	Sangat bagus

5	Jumat, 13 Desember 2024	2,046 ms	4	Sangat bagus
---	-------------------------	----------	---	--------------

Tabel 8 merupakan tabel perbandingan antara parameter Jitter dari media transmisi UTP dengan standarisasi dari tiphon.

2. Rata rata Media Transmisi *Fiber Optic* (FO)

a. *Throughput*

Tabel 9 *Throughput FO*

No	Hari/tanggal	Troughgput	Index Qos	Kategori
1	Senin, 09 Desember 2024	658 kbps s	1	Buruk
2	Selasa, 10 Desember 2024	7631Kbps	4	Sangat bagus
3	Rabu, 11 Desember 2024	5.193kbps	4	Sangat bagus
4	Kamis, 12 Desember 2024	7054Kbps	4	Sangat Bagus
5	Jumat, 13 Desember 2024	4355kbps	4	Sangat bagus

Tabel 9 merupakan tabel perbandingan antara parameter Troughput dari media transmisi FO dengan standarisasi dari tiphon.

b. *Packet Loss*

Tabel 10 *Packet Loss FO*

No	Hari/tanggal	Paket loss	Index Qos	Kategori
1	Senin, 09 Desember 2024	0,073%	4	Sangat bagus
2	Selasa, 10 Desember 2024	0,004%	4	Sangat bagus
3	Rabu, 11 Desember 2024	0,232 %	4	Sangat bagus
4	Kamis, 12 Desember 2024	0,0%	4	Sangat bagus
5	Jumat, 13 Desember 2024	0,0%	4	Sangat bagus

Tabel 10 merupakan tabel perbandingan antara parameter Packet loss dari media transmisi FO dengan standarisasi dari tiphon.

c. *Delay*

Tabel 11 *Delay FO*

No	Hari/tanggal	Delay	Index Qos	Kategori
1	Senin, 09 Desember 2024	9,704 ms	4	Sangat bagus
2	Selasa, 10 Desember 2024	1,104ms	4	Sangat bagus
3	Rabu, 11 Desember 2024	1,569ms	4	Sangat bagus
4	Kamis, 12 Desember 2024	1,28 ms	4	Sangat bagus
5	Jumat, 13 Desember 2024	2,032 ms	4	Sangat bagus

Tabel 11 merupakan tabel perbandingan antara parameter Delay dari media transmisi FO dengan standarisasi dari tiphon.

d. *Jitter*

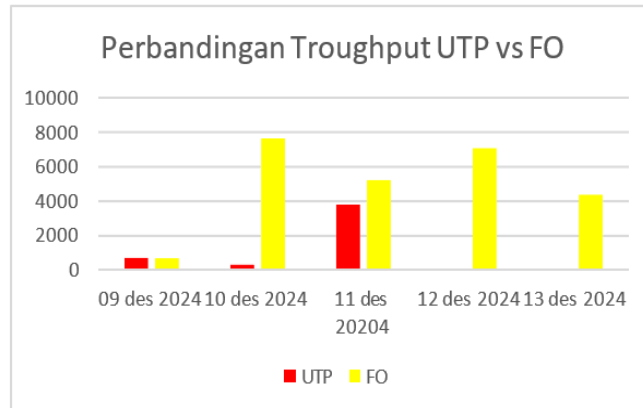
Tabel 12 *Jitter FO*

No	Hari/tanggal	Jitter	Index Qos	Kategori
1	Senin, 09 Desember 2024	0,000527 ms	4	Sangat bagus
2	Selasa, 10 Desember 2024	0.000001	4	Sangat bagus
3	Rabu, 11 Desember 2024	1,569 ms	4	Sangat bagus
4	Kamis, 12 Desember 2024	0,000942 ms	4	Sangat bagus
5	Jumat, 13 Desember 2024	0,000766835ms	4	Sangat bagus

Tabel 12 merupakan tabel perbandingan antara parameter Jitter dari media transmisi FO dengan standarisasi dari tiphon.

PEMBAHASAN

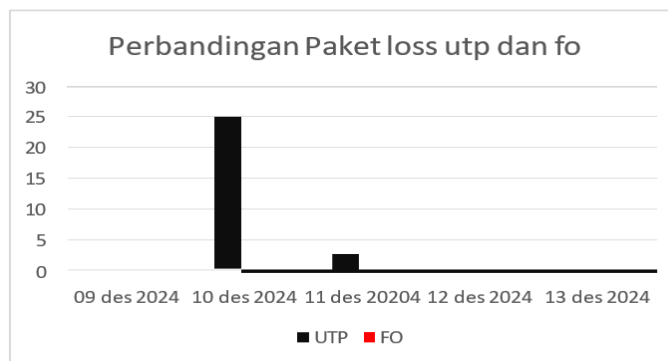
1. *Throughput*



Gambar. 2 Perbandingan *Throughput*

Dari gambar 2 dapat disimpulkan bahwa perbandingan troughput dari kedua media transmisi lebih mengunggulkan media transmisi Fiber Optic (FO).

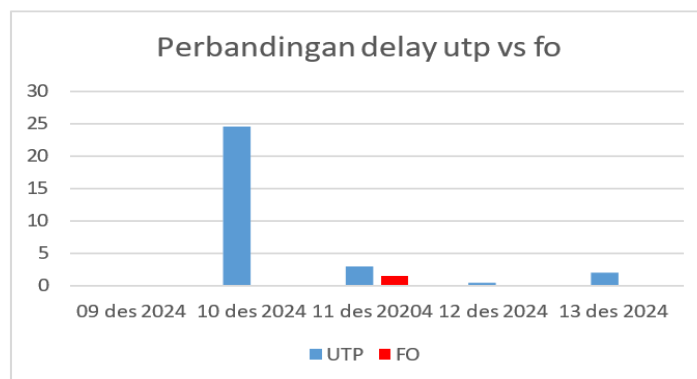
2. *Packet Loss*



Gambar. 3 Perbandingan *Packet Loss*

Dari gambar 3 dapat disimpulkan bahwa packet loss atau tingkat kehilangan paket dari media transmisi UTP lebih banyak dibandingkan dengan tingkat kehilangan paket dari media transmisi FO, Oleh karena itu media transmisi FO unggul dalam hal sedikitnya Packet loss. Dalam perbandingan Packet Loss semakin besar jumlah angkanya maka semakin buruk media transmisi tersebut

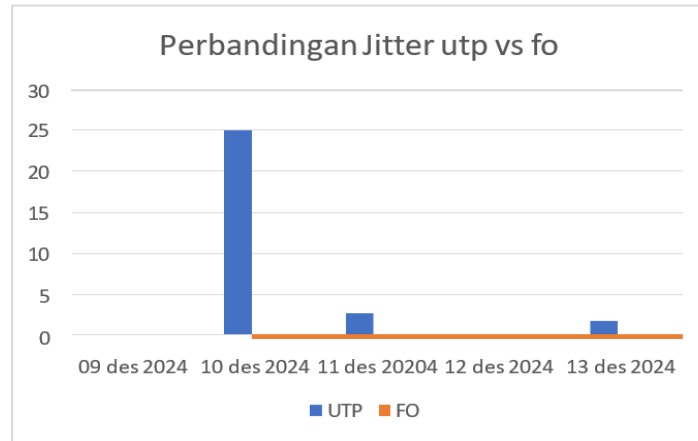
3. *Delay*



Gambar. 4 Perbandingan *Delay*

Dari gambar 4 dapat kita lihat bahwa media transmisi FO yang berwarna merah muda pada diagram batang di atas lebih baik dalam jumlah delay yang dihasilkan sehingga media transmisi bisa dikatakan lebih bagus dibandingkan dengan media transmisi kabel UTP.

4. Jitter



Gambar. 5 Perbandingan Jitter

Dari gambar 5 dapat kita lihat bahwa jitter dari kedua transmisi berbanding sangat jauh yang dimana jitter untuk media transmisi FO sangat sedikit sesuai dengan standarisasi dari jitter yang bersumber dari Tiphon, Semakin sedikit jumlah jitter dari sebuah transmisi maka semakin bagus media transmisi tersebut.

Berdasarkan perbandingan dari kedua media transmisi yang sudah dipaparkan diatas. Dapat disimpulkan bahwa media transmisi Fiber Optic (FO) lebih baik dibandingkan dengan Media transmisi Unshielded Twisted Pair (UTP) baik itu dalam hal parameter QOS maupun dalam hal jarak jangkauan. Beberapa penyebab kurang maksimalnya media transmisi UTP kemungkinan besar terlalu maksimal jarak jangkauan yang di gunakan dalam infrastruktur jaringan untuk UTP sehingga menyebabkan ferformanya lebih menurun.

Kemungkinan yang terjadi pada performajaringan yang dihasilkan oleh media transmisi kabel utp adalah lekukan di suatu tempat. Dapat dilihat dalam infrastruktur jaringan luar luarangan yang menggunakan Utp, Kabel UTP melewati sela sela pohon yang bisa membuat kabelnya tertarik, ketekuk dan lain sebagainya. Sehingga sangat mempengaruhi kecepatan jaringan yang dihasilkan oleh media transmisi ini. Jadi itu adalah beberapa penyebab atau masalah yang membuat mdia transmisi kabel fiber optic (FO) lebih baik dari media transmisi UTP.

Perbedaan yang membuat media transmisi FO lebih unggul dari media transmisi UTP adalah kondisi cuaca hujan petir. Karena media transmisi fo tidak dapa tersambar oleh petir sedangkan media transmisi Utp rentan terhadap sambaran petir yang dapat menyebabkan kerusakan pada perangkat lain.

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kualitas jaringan internet yang menggunakan media kabel UTP dan fiber optik (FO) dengan metode Quality of Service (QoS) di Universitas Teknologi Sumbawa. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa fiber optik menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan dengan kabel UTP dalam hal throughput, latensi, jitter, dan packet loss. Hal ini menunjukkan bahwa fiber optik lebih mampu memenuhi kebutuhan akses internet yang cepat dan stabil di lingkungan akademis. Meskipun fiber optik memiliki keunggulan dalam kecepatan dan kapasitas, kabel UTP lebih ekonomis dan lebih mudah dalam instalasi. Oleh karena itu, pemilihan media transmisi harus mempertimbangkan aspek biaya serta kebutuhan spesifik dari pengguna. Hasil penelitian ini juga memberikan dasar bagi pengelola jaringan di Universitas Teknologi Sumbawa untuk mempertimbangkan peningkatan infrastruktur jaringan dengan beralih ke fiber optik, terutama untuk area yang membutuhkan bandwidth tinggi dan stabilitas koneksi yang lebih baik.

REFERENSI

Anom, H., Aji, S., & Prasetyo, A. C. (2024). Evaluasi Kinerja Jaringan WiFi Mahasiswa : Analisis Throughput , Delay , Jitter , dan Packet loss. 8(1), 23– 27.

- Ansori, Y. Z., Budiman, I. A., & Nahdi, D. S. (2019). Islam Dan Pendidikan Multikultural. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 5(2), 110–115.
- Farhan, R. M., & Kusuma, G. H. A. (2023). Teknik Sniffing Jaringan Menggunakan Wireshark. *Journal of Informatics and Advanced Computing (JIAC)*, 4(1), 87–93.
- Firdausi, N. I. (2020). Metode Observasi dalam penelitian kualitatif.
- JASMINE, K. (2014). Rekomendasi pemakaian provider internet di wilayah kelurahan sendangguwo, semarang sebagai penunjang pembelajaran online melalui aplikasi zoom cloud meeting dan google meet tahun 2020. Penambahan Natrium Benzoat Dan Kalium Sorbat (Antiinversi) Dan Kecepatan Pengadukan Sebagai Upaya Penghambatan Reaksi Inversi Pada Nira Tebu.
- Kabenerang, J. H., Pardanus, R. H. W., & Parinsi, M. T. (2022). Analisis dan Perancangan Jaringan Wireless Local Area Network di SMK. *Eduetik : Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 2(3), 332–344. <https://doi.org/10.53682/edutik.v2i3.5261>
- M.Aldi, A., Qashlim, A. A., & Multazam, A. emi. (2023). Analisis Kualitas Jaringan Wireless Dan Fiber Optik Menggunakan Metode Quality of Service (Qos). *Journal Pegguruang: Conference Series*, 5(2), 789. <https://doi.org/10.35329/jp.v5i2.4429>
- Mulyanto, Y., Susanto, E. S., Akbar, M. I., & Idifitriani, F. (2024). Analisis Keamanan Jaringan Komputer Menggunakan Metode Intrusion Detection System (IDS) dan Firewall. *Digital Transformation Technology*, 3(2), 864–870. <https://doi.org/10.47709/digitech.v3i2.3402>
- Nafisatur, M. (2024). Metode Pengumpulan Data Penelitian. *Metode Pengumpulan Data Penelitian*, 3(5), 5423–5443.
- Ph.D. Ummul Aiman, S. P. D. K. A. S. H. M. A. Ciq. M. J. M. P., Suryadin Hasda, M. P. Z. F., M.Kes. Masita, M. P. I. N. T. S. K., & M.Pd. Meilida Eka Sari, M. P. M. K. N. A. (2022). Metodologi Penelitian Kuantitatif. In Yayasan Penerbit Muhammad Zaini.
- Pratama. (2023). Analisa Jaringan Fiber Optik Di Telkom Akses Menggunakan Metode Fishbone. *Jurnal Ilmiah Komputer Grafis*, 16(1), 45–54.
- Rodríguez, Velaste, M. (2019). Analisis QoS(Quality of Service) jaringan komputer pada laboratorium program studi pendidikan teknologi informasi fakultas tarbiyah dan keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan implementasi mikrotik hostpot bandwidth management simple Queue. 1–23.
- Sarah Astia ningsih, subardin, G. (2023). Analisis kinerja jaringan wireless LAN menggunakan metode QOS dan RMA. 1.
- Singguma, A., Oktaviani, T. W., Uniplaita, T., & ... (2023). Analisis Power Budget Jaringan Komunikasi Fiber Optik. *Jurnal ...*, 24–29. <https://teletronic.elektrouncen.com/index.php/teletronic/article/download/15/13>
- Supriyanto, J., Sugandi, A., & Muhammadiyah, U. S. (2022). Perancangan Login Hotspot menggunakan Mikrotik untuk meningkatkan keamanan dan layanan di Universitas Siber Muhammadiyah. 3(4), 54–59. Syafrizal, M. (2005). Pengantar jaringan komputer. C.V.ANDI OFFSET (Penerbit ANDI).
- Ummah, M. S. (2019). Analisis kesiapan dan penerimaan siswa dalam penerapan ujian semester berbasis komputer (USBK) pada SMAN 90 Jakarta. *Sustainability (Switzerland)*, 11(1), 1–14.
- Yasin, M., Garancang, S., & Hamzah, A. A. (2024). Metode Dan Instrumen Pengumpulan Data Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. *Metodologi Penelitian Untuk Public Relations Kuantitatif Dan Kualitatif*, 2(3), 161–173.
- Yonasda, C. D. P. (2020). Analisis Quality of Service Jaringan Internet Dengan Menggunakan Aplikasi Wireshrak Di Smkn 1 Mesjid Raya Ujoeng Batee. 1–23.
- Setiawab, A. Andrian, D. Widi, A.(2019). Aplikasi metode dan statistik penelitian. Parama publishing.