

# Analisis Metro Ethernet Alcatel-Lucent 7750 SR-7 Pada Komunikasi Data Melalui Media Transmisi Fiber Optik

Isnaini Faiz Qathrunada<sup>1</sup>, Al Hamidy<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Email: <sup>1</sup>Isnainifaiz10@gmail.com, <sup>2</sup>Alhamidy@umsu.ac.id

Email Penulis Korespondensi: [isnainifaiz10@gmail.com](mailto:isnainifaiz10@gmail.com)

## Article History:

Received Aug 02<sup>th</sup>, 2023

Revised Aug 11<sup>th</sup>, 2023

Accepted Aug 17<sup>th</sup>, 2023

## Abstrak

Teknologi Metro Ethernet merupakan solusi yang semakin populer untuk memenuhi kebutuhan jaringan yang cepat, handal dan efisien di kota – kota besar. Salah satu perangkat yang digunakan dalam implementasi Metro Ethernet adalah router Alcatel-Lucent 7750 SR-7. Pada laporan kerja praktik ini membahas analisis router Alcatel-Lucent 7750 SR-7 dalam komunikasi data melalui media transmisi fiber optik dalam jaringan Metro Ethernet. Hasil penelitian menunjukkan bahwa router Alcatel-Lucent 7750 SR-7 melakukan pengiriman data dengan sangat cepat karena memiliki bandwidth yang dapat dipilih oleh pengguna sesuai kebutuhan dengan kapasitas yang ditawarkan mulai 1 Mbps sampai 10 Gbps per circuit. Pada proses pengiriman data, bisa mengalami *bottleneck* bila sudah melebihi kapasitas daya tampung seperti jika pengguna memiliki bandwidth yang kecil untuk melakukan pengiriman paket data dengan volume data yang tinggi sehingga membuat lonjakan *traffic*. Solusi yang dapat dilakukan yaitu menambah kapasitas bandwidth dengan melapor kepada administrator jaringan.

**Kata Kunci :** Fiber Optik, Metro Ethernet Alcatel-Lucent 7750 SR-7, Pengiriman Data

## Abstract

*Metro Ethernet technology is an increasingly popular solution to meet the needs of fast, reliable and efficient networks in big cities. One of the devices used in implementing Metro Ethernet is the Alcatel-Lucent 7750 SR-7 router. This practical work report discusses the analysis of the Alcatel-Lucent 7750 SR-7 router in data communication uses optical fiber transmission media in the Metro Ethernet network. The results of the study show that the Alcatel-Lucent 7750 SR-7 router transmits data very quickly because it has bandwidth that can be selected by the user according to their needs with the capacity offered from 1 Mbps to 10 Gbps per circuit. In the process of sending data, it can experience a bottleneck if it exceeds the capacity, such as if the user has a small bandwidth to send data packets with a high volume of data, causing traffic increase. The solution that can be done is to increase bandwidth capacity by reporting to the network administrator.*

**Keyword :** Optical Fiber, Metro Ethernet Alcatel-Lucent 7750 SR-7, Data Transmission

## 1. PENDAHULUAN

Teknologi Metro Ethernet saat ini digunakan untuk meningkatkan kecepatan dan kapasitas jaringan yang dibutuhkan oleh perusahaan, bisnis dan industry karena dengan menggunakan Metro Ethernet, dapat dilakukannya [1] pembangunan dan penghematan yang nantinya akan menjadi investasi jangka panjang baik itu berbentuk hardware ataupun software. Perusahaan yang menggunakan Metro Ethernet ini salah satunya adalah PT. Telkom Indonesia (Persero) Tbk Regional-1 Sumatera. Seri Metro Ethernet yang digunakan oleh PT. Telkom Indonesia (Persero) Tbk Regional-1 Sumatera salah satunya adalah Alcatel-Lucent 7750 SR-7. Alcatel-Lucent 7750 SR-7 merupakan salah satu seri dari Metro Ethernet yang memiliki tipe transmisi data dua arah secara bersamaan (*full duplex*) 100g *full redundant*. Alcatel-Lucent 7750 SR-7 memiliki 5 slot modul *Input Output Module* (IOM) yang mendukung maksimal 5 port 100GbE atau 15 port 40GbE atau 100 port 10GbE atau 240 port Gigabit Ethernet, ataupun kombinasi, dan juga memiliki 2 slot *Switch Fabric* dan *Control Processor Module* (SF/CPM) terintegrasi [2]. Masing – masing IOM dilengkapi dengan 2 *Media Dependant Adaptor* (MDA) [2]. Alcatel-Lucent 7750 SR-7 adalah perangkat router yang berada pada *layer 3* IP yang di aplikasikan pada jaringan IP core MPLS berfungsi untuk mengirimkan layanan jaringan komunikasi data berbasis Ethernet pada [3] wilayah metro dengan media transmisi (infrastruktur) kabel serat optik (fiber optik) berjenis single mode secara end-to-end. Media transmisi fiber optik menjadi pilihan utama dalam transmisi data dengan Metro Ethernet karena memberikan

keuntungan yang sangat banyak bagi jaringan telekomunikasi terkhusus pada komunikasi data, [4] memiliki kecepatan transmisi data yang sangat cepat dan akurat [5] sekalipun data berkapasitas tinggi hingga 1 GHz, [6] kapasitas bandwidth yang besar, [7] tidak dipengaruhi interferensi gelombang elektromagnetik sehingga [8] susah untuk disadap, [9] tahan terhadap kelembaban udara maupun cuaca yang panas, dan [5] memiliki jangkauan yang cukup jauh hingga ratusan kilometer. Fiber optik berbentuk kabel panjang / silindris yang terbuat dari plastik atau kaca dimana memiliki 3 bagian konsentris yaitu core (inti yang berguna sebagai tempat untuk merambatnya cahaya), cladding (berfungsi sebagai pemantul cahaya agar sinyal sampai tujuan) dan coating (untuk melindungi kabel dari keadaan diluar lingkungan) [10] [11]. Satu kabel fiber optik memiliki 2 serat yang dimana satu serat sebagai *transmit* (Tx) dan satunya sebagai *receive* (Rx). Dengan adanya 2 serat ini kabel fiber optik bisa melakukan pengiriman data dalam dua arah secara bersamaan (*full duplex*) [12].

Teknologi Metro ethernet adalah layanan jaringan untuk wilayah metropolitan, sedangkan fiber optik sebagai media transmisi yang digunakan oleh Metro Ethernet sehingga dapat dikatakan teknologi Metro Ethernet dengan media transmisi fiber optik dapat [13] [14] [15] menghubungkan wilayah – wilayah yang terpisah. Untuk memastikan apakah wilayah – wilayah yang terpisah ini sudah terhubung atau belum maka dapat dilakukan uji coba dengan melakukan [15] [16] komunikasi data seperti melakukan pengiriman paket berisi data – data. Bila paket data yang dikirimkan ini melewati transmitter (pemancar) dan penerima (receiver) melalui media transmisi fiber optik maka dapat dipastikan wilayah yang terpisah tersebut telah terhubung karena berhasil mengirimkan paket data.

Selain itu, Metro ethernet menggunakan media transmisi fiber optik juga sebagai solusi layanan jaringan data berkapasitas tinggi berbasis IP / Ethernet yang memberikan fleksibilitas, kemudahan, dan efektivitas [17] itu dikarenakan fiber optik mengirimkan data dengan menggunakan cahaya. Kapasitas bandwidth yang mampu dilayani oleh Metro Ethernet dengan menggunakan media transmisi fiber optik adalah bisa mencapai kecepatan 10 Gbps [18], dan kecepatan bandwidth ini bisa dipilih sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Perangkat jaringan yang digunakan oleh pengguna adalah *Customer Equipment* (CE) dimana perangkat jaringan ini terhubung dengan jaringan Metro Ethernet melalui *User Network Interface* (UNI). UNI berupa Ethernet 10 Mbps, Fast Ethernet 100 Mbps dan Giga Ethernet 1 Gbps.

Untuk pembahasan yang lebih jelas lagi maka akan dibahas tentang Metro Ethernet Alcatel-Lucent 7750 SR-7 pada komunikasi data melalui media transmisi fiber optik untuk memastikan kinerja jaringan yang optimal.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Kerangka Pemecahan Masalah

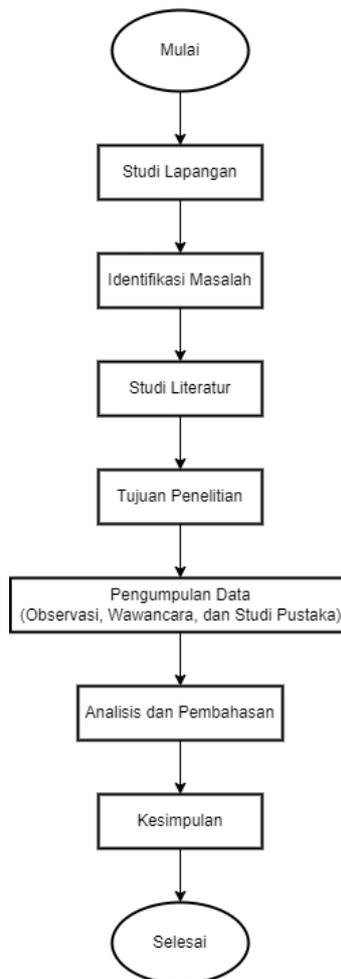
Dalam melakukan penelitian dibutuhkan metodologi penelitian untuk proses pengambilan keputusan sebagai kerangka pemecahan suatu masalah dengan cara menelaah bagaimana prosedur kerja dalam mencari kebenaran yang bertujuan untuk memperoleh tahapan – tahapan yang tersusun dengan cara yang sistematis, maka penelitian dapat dilaksanakan secara optimal. Dengan kerangka pemecahan masalah memungkinkan peneliti menemukan apa penyebab masalah, mengidentifikasi dan memahami masalah (kebutuhan pelanggan), menghasilkan solusi dengan cara yang terorganisir, diterapkannya solusi, dan memantau keefektifannya [19]. Pada penelitian ini, ada beberapa tahapan – tahapan yang dilakukan mulai dari tahapan pertama sampai selesai penelitian yang dilakukan di PT. Telkom Indonesia (Persero) Tbk Regional-1 Sumatera.

Perancangan pemecahan masalah pada penelitian ini dijabarkan ke dalam bentuk *flowchart* yang dibuat berdasarkan tahapan – tahapan yang dilakukan untuk memecahkan masalah yaitu :

Studi lapangan di PT. Telkom Indonesia (Persero) Tbk Regional-1 Sumatera,

1. Identifikasi masalah,
2. Studi literatur,
3. Tujuan penelitian,
4. Pengumpulan data,
5. Analisis dan pembahasan, dan
6. Kesimpulan.

*Flowchart* kerangka pemecahan masalah dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Kerangka Pemecahan Masalah

## 2.2 Uraian Kerangka Pemecahan Masalah

Uraian dari kerangka pemecahan masalah dapat dijelaskan sebagai berikut :

### 1. Studi Lapangan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dan memahami kondisi pada PT. Telkom Indonesia (Persero) Tbk Regional-1 Sumatera. Melalui studi lapangan ini, peneliti bisa mengetahui apakah permasalahan yang akan diidentifikasi karena dilakukan secara langsung turun ke lapangan dengan mengamati objek yang diteliti secara seksama.

### 2. Identifikasi Masalah

Setelah melakukan studi lapangan didapatkan identifikasi masalah pada penelitian ini yaitu :

- Apakah Alcatel-Lucent 7750 SR-7 dapat menangani volume data yang tinggi melalui media transmisi fiber optik ?
- Bagaimana performa Metro Ethernet Alcatel-Lucent 7750 SR-7 pada saat terjadi lonjakan *traffic* pada jaringan ?
- Apakah terdapat *bottleneck* pada komunikasi data melalui media transmisi fiber optik yang menggunakan Metro Ethernet Alcatel-Lucent 7750 SR-7 ?

### 3. Studi Literatur

Peneliti menggunakan studi literatur untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam dan luas terkait dengan identifikasi masalah yang akan diteliti. Selain itu dengan studi literatur, peneliti dapat mengumpulkan data – data yang berhubungan pada identifikasi masalah dengan cara mencari literatur dari buku – buku, jurnal, laporan, serta artikel di internet.

### 4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah jawaban yang akan didapatkan dari identifikasi masalah, yaitu :

- a. Menganalisis kemampuan Alcatel-Lucent 7750 SR-7 dalam menangani volume data yang tinggi melalui media transmisi fiber optik.
- b. Mengevaluasi performa Metro Ethernet Alcatel-Lucent 7750 SR-7 pada saat terjadi lonjakan *traffic* pada jaringan.
- c. Mengidentifikasi apakah terdapat *bottleneck* pada komunikasi data melalui media transmisi fiber optik yang menggunakan Metro Ethernet Alcatel-Lucent 7750 SR-7 dan memberikan rekomendasi solusi untuk mengatasinya.

#### 1. Pengumpulan Data (Observasi, Wawancara, dan Studi Pustaka)

Pada penelitian ini, teknik yang dilakukan untuk mengumpulkan data – data yang dibutuhkan berdasarkan fakta pendukung yang ada dilapangan yaitu dengan:

#### 2. Observasi Lapangan

Proses pengumpulan data dilakukan dengan cara pengamatan lapangan di PT. Telkom Indonesia (Persero) Tbk Regional-1 Sumatera. Teknik pengamatan langsung yang dilakukan ini tidak menggunakan peralatan – peralatan khusus melainkan dengan mengamati dan mencatat hal – hal penting yang diperlukan. Hal – hal yang diamati secara langsung, yaitu :

- a. Metro Ethernet Alcatel-Lucent 7750 SR-7 yang digunakan untuk mendorong komunikasi data yang cepat, aman dan tak terbatas.
- b. Kabel fiber optik sebagai media transmisi yang digunakan oleh Metro Ethernet Alcatel-Lucent 7750 SR-7.

#### 3. Wawancara Langsung

Wawancara langsung adalah proses pengumpulan data dengan melakukan tanya jawab kepada perwakilan pembimbing. Data yang didapatkan pada saat dilakukannya wawancara langsung di PT. Telkom Indonesia (Persero) Tbk Regional-1 Sumatera, antara lain :

- a. Metro ethernet Alcatel-Lucent 7750 SR-7 menggunakan kabel fiber optik sebagai media transmisi dalam proses pengiriman data.
- b. Data yang diperoleh ini akan lebih terjamin dan juga data yang diperoleh berbentuk informasi sebagai gambaran kasar, tidak dijelaskan secara mendetail. Untuk mengetahui dasar – dasarnya bisa didapatkan dari studi pustaka.

#### 4. Studi Pustaka

Data didapatkan dari mencari kepustakaan tentang masalah penelitian. Tahap ini sangat berperan penting karena dalam pemahaman dan penulisan diperlukan dasar penyusunan kerangka secara teoritis yaitu teori – teori dasar yang berhubungan dengan penelitian ini. kepustakaan yang diambil bisa dengan :

- a. Mempelajari jurnal – jurnal (penelitian) terdahulu.
- b. Mempelajari buku – buku yang terkait dengan masalah penelitian.
- c. Mempelajari laporan – laporan.
- d. Mempelajari informasi yang diperoleh dari artikel – artikel di internet.

#### 1. Analisis dan Pembahasan

Setelah data – data yang dibutuhkan telah didapatkan seluruhnya maka tahap berikutnya menganalisis dan menginterpretasi data – data yang didapatkan secara lengkap dari hasil observasi lapangan, wawancara langsung, dan studi pustaka terhadap literatur – literatur yang berhubungan agar dapat memecahkan seluruh masalah penelitian. Yang kemudian, barulah bisa di ambil kesimpulan.

#### 2. Kesimpulan

Pada tahap akhir ini dilakukan penarikan kesimpulan. Kesimpulan harus dijelaskan dengan singkat, jelas dan padat dari hasil keseluruhan bagian dalam penelitian terutama pada analisis yang telah dilakukan sesuai dengan permasalahan, hasil penelitian, dan jawaban atas pertanyaan yang ada pada identifikasi masalah guna untuk memenuhi tujuan penelitian.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metro Ethernet adalah layanan yang menyediakan komunikasi data seperti mampu melakukan pengiriman data melalui media transmisi fiber optik dalam cakupan area metropolitan dan memiliki kecepatan tinggi (*high speed*) serta kehandalan tinggi (*high reliability*). Pada PT. Telkom Indonesia (Persero) Tbk Regional-1 Sumatera telah menggunakan Metro Ethernet Alcatel-Lucent 7750 SR-7 yang dapat dilihat pada Gambar 2. PT. Telkom Indonesia (Persero) Tbk Regional-1 Sumatera menggunakan Metro Ethernet Alcatel-Lucent 7750 SR-7 karena dapat memberikan kemudahan, fleksibilitas, dan efektivitas dalam layanan karena menggunakan *ethernet* sebagai *interface* layanan antara PT. Telkom Indonesia (Persero) Tbk Regional-1 Sumatera dengan pengguna jasa. Pada Metro Ethernet Alcatel-Lucent 7750 SR-7 pengguna dapat mengatur bandwidth sesuai kebutuhan. Bandwidth yang ditawarkan mulai dari kapasitas 1 Mbps sampai 10 Gbps per circuit.



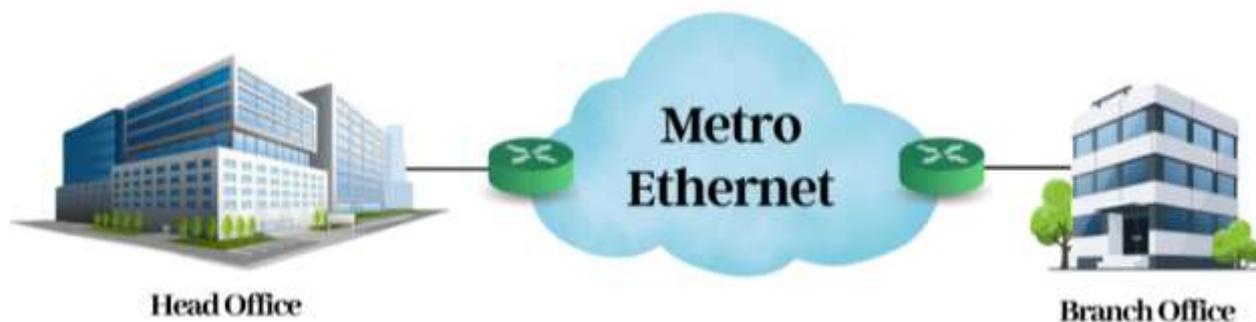
Gambar 2. Alcatel-Lucent 7750 SR-7

Adapun skema dari Alcatel-Lucent 7750 SR-7 atau bentuk kerangka yang memuat gambaran dari letak – letak bagian – bagian komponen yang ada di Alcatel-Lucent 7750 SR-7. Skema dari Alcatel-Lucent 7750 SR-7 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema Alcatel-Lucent 7750 SR-7

Untuk melakukan proses pengiriman data – data, Metro Ethernet memerlukan MPLS (*Multi Protocol Label Switching*) dan fiber optik. Selain itu juga untuk melakukan pengiriman data, Metro Ethernet harus menjamin QoS (*Quality of Service*) yang baik. MPLS digunakan agar memberikan transmisi yang lebih cepat sehingga pengguna tidak mengalami *downtime* saat terhubung ke jaringan. MPLS (*Multi Protocol Label Switching*) merupakan teknik perutean dalam jaringan komunikasi data yang mengarahkan paket IP dari pengirim ke penerima berdasarkan label yang dilekatkan pada IP. Label ini mengidentifikasi jalur yang dibuat antar perangkat. Dan fiber optik digunakan sebagai penghubung untuk melakukan pengiriman data. Suatu Metro Ethernet menjamin QoS (*Quality of Service*) yang baik agar dapat memastikan bahwasannya proses pengiriman data dapat berjalan dengan lancar, memiliki koneksi stabil dan minim masalah.



Gambar 4. Jaringan Metro Ethernet

Sebelum melakukan pengiriman data, ada satu faktor yang sangat berperan penting yaitu adanya IP Address pada setiap interface. Setiap interface akan disetting MPLS yang digunakan untuk interkoneksi antar Metro Ethernet Alcatel-Lucent 7750 SR-7 dengan Metro Ethernet lainnya. Untuk mensetting MPLS harus dilakukan dengan mengkonfigurasi seluruh interface. Saat proses konfigurasi, MPLS memberikan paket data kepada masing-masing interface yaitu label 32-bit untuk setiap paket data yang dikirimkan. Label ini berisi informasi tujuan kemana paket data dikirimkan masuk ke dalam jaringan MPLS. Setelah semua interface berhasil dikonfigurasi maka selanjutnya bisa melakukan pengiriman data. Pengirim melakukan pengiriman paket data yang sudah diberi label kemudian Metro Ethernet akan meneruskan paket data melalui media transmisi fiber optik dengan hanya melihat label dari paket data tersebut tanpa perlu melihat IP alamat tujuannya. Paket data yang dikirimkan berubah bentuk menjadi sinyal digital melalui jaringan, kemudian sinyal digital berubah pada saat disalurkan melalui serat optik menjadi sinyal optik (cahaya) menggunakan sumber cahaya. Sumber cahaya ini ada 2 jenis yaitu LED (*Ligh-Emitting Diode*) dan ILD (*Injection Laser Diode*), setelah itu sinyal optik yang berisikan paket data dipantulkan sepanjang serat optik sampai ke penerima (*receiver*). Saat sinyal optik telah sampai ke penerima maka detektor optik akan langsung mengubah kembali sinyal optik kedalam bentuk awal yaitu menjadi sinyal digital. Dan Metro Ethernet akan menghapus label pada paket data tersebut.

Pada saat proses pengiriman data berlangsung, terdapat QoS (*Quality of Service*) yang berfungsi untuk mengatur performansi jaringan dengan menyediakan bandwidth. Bandwidth sebagai kapasitas pengiriman data yang mempengaruhi kecepatan proses pengiriman data tersebut. Ukuran bandwidth dipilih oleh pengguna yang berarti menjadi batasan kapasitas pengiriman data yang dapat dikirimkan. Jika pengguna memilih bandwidth yang kecil untuk melakukan proses pengiriman data dengan volume data yang tinggi maka akan terjadi lonjakan *traffic*, terbatasnya kapasitas bandwidth tersebut membuat proses pengiriman data pada Metro Ethernet Alcatel-Lucent 7750 SR-7 melalui media transmisi fiber optik mengalami *bottleneck*. *Bottleneck* membuat pengiriman mengalami keterlambatan (lambat) komunikasi data bahkan jika bandwidth terlalu kecil untuk mengirimkan volume data yang tinggi maka data yang dikirimkan tidak akan berhasil sehingga dibutuhkan kapasitas bandwidth yang lebih besar. Metro Ethernet Alcatel-Lucent 7750 SR-7 menawarkan internet *high* ubandwidth hingga 10 Gbps oleh karena itu pengguna dapat melakukan upgrade paket kepada administrator jaringan. Kebutuhan bandwidth tinggi menggunakan media fiber optik digunakan untuk proses pengiriman data yang memiliki volume data yang tinggi dengan kecepatan tinggi dalam waktu pengiriman yang super cepat bahkan hanya dalam hitungan detik saja.

Dengan adanya QoS yang baik akan sangat berpengaruh ke bertambahnya pelanggan baru sehingga menjadi sumber keuntungan bagi PT. Telkom Indonesia (Persero) Tbk Regional-1 Sumatera.

Metro Ethernet Alcatel-Lucent 7750 SR-7 melakukan komunikasi data melalui fiber optik *end-to-end* sehingga dapat mencegah data dibaca atau dimodifikasi selain oleh pengirim dan penerima yang sebenarnya. Keuntungan Metro Ethernet Alcatel-Lucent 7750 SR-7 dapat diterapkan pada cakupan wilayah metropolitan dengan berbasis Ethernet yang jangkauannya lebih luas yang mana Metro Ethernet Alcatel-Lucent 7750 SR-7 bisa mencakup satu kota seperti Kota Medan untuk melakukan komunikasi data.

Metro Ethernet Alcatel-Lucent 7750 SR-7 dapat digunakan juga pada perusahaan jika ingin menghubungkan *head office* dengan beberapa *branch office* (*end user*) yang berada di satu wilayah ataupun antar wilayah serta dapat menghemat waktu pengiriman data dari satu titik ke titik lainnya karena telah terhubung pada satu jalur. Jadi, Metro Ethernet Alcatel-Lucent 7750 SR-7 merupakan jembatan dari suatu jaringan dengan menggunakan media transmisi fiber optik yang tahan terhadap noise.

#### 4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini, penulis menjelaskan bagaimana proses berlangsungnya pengiriman data pada Metro Ethernet Alcatel-Lucent 7750 SR-7 menggunakan media transmisi fiber optik di PT. Telkom Indonesia (Persero) Tbk Regional-1 Sumatera. Metro Ethernet Alcatel-Lucent 7750 SR-7 menggunakan fiber optik sebagai media transmisinya karena

memiliki keamanan yang terjamin pada saat proses pengiriman data berlangsung dan tahan terhadap *noise*. Metro Ethernet Alcatel-Lucent 7750 SR-7 memiliki bandwidth dengan kapasitas mulai dari 1 Mbps sampai 10 Gbps per circuit. Pengguna dapat mengatur bandwidth sesuai dengan kebutuhannya. Bandwidth akan mempengaruhi kecepatan pada proses pengiriman data seperti bila pengguna memilih menggunakan bandwidth yang kecil sedangkan pengguna tersebut ingin mengirimkan paket data dengan volume data yang tinggi maka akan mengalami lonjakan *traffic* yang mengakibatkan *bottleneck*. Jika telah mengakibatkan *bottleneck* maka proses pengiriman data akan mengalami keterlambatan komunikasi data dan bahkan bisa saja paket data tidak berhasil terkirim. Solusi mengatasi *bottleneck* ini adalah dengan menambah besar bandwidth Metro Ethernet Alcatel-Lucent 7750 SR-7 kepada administrator jaringan sehingga proses pengiriman data dengan volume data yang tinggi dapat berjalan dengan lancar dan cepat.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan syukur kepada Allah Subhanahu Wata'ala yang mana atas rahmat dan hidayah – Nya, peneliti bisa merampungkan penelitian ini. Peneliti menyampaikan terima kasih kepada pihak – pihak yang turut andil dalam penyelesaian penelitian ini, Bapak Al Hamidy., S.Kom., M.I.T., Ph.D sebagai dosen pembimbing yang sudah memberikan masukan, pengarahan, serta membimbing peneliti sehingga penelitian ini dapat terselesaikan, Bapak Ukok Erikson Sirait, S.E sebagai pembimbing lapangan yang sudah memberikan arahan dan kesempatan untuk dapat melakukan penelitian di PT. Telkom Indonesia (Persero) Tbk Regional-1 Sumatera, serta pengelola Jurnal Sains Manajemen Informatika dan Komputer yang telah berkenan menerima artikel hasil penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Buri Sili, E. Rahmawati, and S. Sartini, "Implementasi Eoip Tunnel Jaringan Man Di Kemenristek-Brin Ri Jakarta," *Akrab Juara J. Ilmu-ilmu Sos.*, vol. 6, no. 4, p. 144, 2021, doi: 10.58487/akrabjuara.v6i4.1598.
- [2] A.S.R.Operating, "Alcatel-Lucent7750ServiceRouter," *support.hpe*, 2023. [https://support.hpe.com/hpesc/public/docDisplay?docId=emr\\_na-c04719258](https://support.hpe.com/hpesc/public/docDisplay?docId=emr_na-c04719258) (accessed Jun. 28, 2023).
- [3] P. Muliandhi, E. H. Faradiba, and B. A. Nugroho, "Analisa Konfigurasi Jaringan FTTH dengan Perangkat OLT Mini untuk Layanan Indihome di PT. Telkom Akses Witel Semarang," *Elektrika*, vol. 12, no. 1, p. 7, 2020, doi: 10.26623/elektrika.v12i1.1977.
- [4] T. D. Hakim and D. Ramadhan, "Optimalisasi Trafik Voice Dan Enodeb Dengan Migrasi Media Transmisi Radio Microwave Menjadi Fiber Optik (Studi Kasus Site Harapan Jaya Bekasi)," *J. Ilm. Elektrokrisna*, vol. 9, no. 3, 2021.
- [5] Y. N. Silalahi, "Penggunaan Kabel Fiber Optik," 2023, doi: 10.31219/osf.io/q5ktx.
- [6] P. Shanmugapriya and R. Raveena, "Analysis of Various Types of Fiber Dispersion for Fiber Optical Communication," *2020 7th Int. Conf. Smart Struct. Syst. ICSSS 2020*, 2020, doi: 10.1109/ICSSS49621.2020.9202086.
- [7] P. C. Suryandari, I. M. P. B. Budi, and F. Khair, "Analisis Performansi Jaringan Indihome Fiber Di Purwokerto," *J. Telecommun. Electron. Control Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 93–104, 2021, doi: 10.20895/jtece.v2i2.112.
- [8] D. Nurhayati, "Rancang Bangun Fiberisasi Isat Aop 2020 Pada Kota Cirebon Oleh Pt. Iforte Solusi Infotek," 2020.
- [9] M. Saleh and I. Krisnadi, "Analisa Benchmark design jaringan FTTH Operator A dibandingkan dengan design Operator X dan Operator Y," 2020.
- [10] N. A. Yulianingrum, "Analisis Jalur Proteksi Uplink Gpon Node Ancol To Backbone Metro Di Telkom Cloud Mangga Besar (Studi Kasus 3 Ruas Jaringan Uplink)," 2022. [Online]. Available: <http://repository.unj.ac.id/33721/1/COVER.pdf>
- [11] Puspa Kurniasari and Muhammad Ardiansyah, "Analisis Dan Perancangan Jaringan Akses Dengan Media Transmisi Fiber Optic Single Mode Di Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Kampus Palembang," *J. Rekayasa Elektro Sriwij.*, vol. 1, no. 1, pp. 30–38, 2019, doi: 10.36706/jres.v1i1.10.
- [12] D. Arius, *Komunikasi data*. Penerbit Andi, 2020. [Online]. Available: [https://books.google.co.id/books/about/Komunikasi\\_Data.html?id=X9EOEAAAQBAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.co.id/books/about/Komunikasi_Data.html?id=X9EOEAAAQBAJ&redir_esc=y)
- [13] A. S. Hidayat, S. -, B. O. Lubis, and P. M. Akhrianto, "Connectivity Jaringan Public Dengan Satu ISP Menghubungkan Kantor Cabang Dengan Menggunakan Metode Metro Ethernet," *J. Teknol. Inform. dan Komput.*, vol. 6, no. 2, pp. 63–73, 2020, doi: 10.37012/jtik.v6i2.288.
- [14] H. B. Saftarsidik, "Analisa Pengaruh Upgrade Link 100gig Pada Link Sto Ciputat Ke Sto Bogor Pada Perangkat Metro Ethernet Platform Nokia," 2022.
- [15] H. A. Hasudungan, A. H. Rambe, and L. A. Siregar, "Analisis Karakteristik Kabel Serat Optik Sebagai Media Transmisi Data," pp. 22–31, 2022.
- [16] M. R. Nainggolan and P. Pristiwanto, "Simulasi Sistem Monitoring Link Metro Ethernet (ME) di PT Indosat Ooredoo Medan dengan Metode Doppler," *JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer)*, vol. 7, no. 3, p. 426, 2020, doi:

10.30865/jurikom.v7i3.2169.

- [17] “New Metro E,” *smartbisnis.id*, 2023. <https://www.smartbisnis.id/solusi-bisnis/metro-e> (accessed Jun. 28, 2023).
- [18] B. Basri, Akhmad Qashlim, and Suryadi, “Relay Kontrol Menggunakan Google Firebase dan Node MCU pada Sistem Smart Home,” *Technomedia J.*, vol. 6, no. 1, p. 15, 2021, doi: 10.33050/tmj.v6i1.1432.
- [19] “Framework for Problem-Solving: 5 Best Examples for Product Teams,” *userpilot.com*, 2022. <https://userpilot.com/blog/problem-solving-framework/> (accessed Jun. 30, 2023).