

Peningkatan Throughput Trunk Metro Ethernet Menggunakan SCF Sebagai Pengganti Jaringan E1 Antar Node

Increased Throughput Trunk Metro Ethernet Using Communication of Fiber Optic System

Syamsul El Yumin¹ dan Luly Shabila²

¹Dosen Prodi Teknik Elektro, FTI-ISTN Jagakarsa, Jakarta 12640

Email: sel_yumin@yahoo.com

²Network Operation Center, PT.Telkomsel, Jakarta 12790

Email: luly.shabila17@gmail.com

Abstrak --- Perkembangan teknologi telekomunikasi dan informasi sangat cepat .percepatan tersebut ditandai dengan pengoperasian perangkat-perangkat baru. Salah satu teknologi terbaru yang merupakan alat core bisnis utama penyelenggara telekomunikasi saat ini adalah Metro Ethernet. Teknologi Metro Ethernet merupakan pengembangan dari teknologi Ethernet yang dapat menempuh jarak yang jauh berskala perkotaan dengan dilengkapi berbagai fitur seperti yang terdapat pada jaringan ethernet umumnya. Dalam suatu area jaringan metropolitan. teknologi Ethernet di jadikan solusi untuk menyalurkan voice. paket data dan gambar. Teknologi Metro Ethernet merupakan jenis broadband karena speed /bit rate yang tinggi dan bandwidth sebesar 10 /100 Mbps. hingga sampai 1/10 Gbps. Penyaluran informasi dari sumber ke tujuan Metro Ethernet melalui Trunk. Pada skripsi ini menganalisis Peningkatan Throughput Trunk Metro Ethernet Dengan Menggunakan Sistem Komunikasi Serat Optik. Dimana akan diketahui interface. media transmisi yang digunakan pada setiap trunk. Selain itu mengetahui kapasitas troughput. packet loss dan latency yang di gunakan setiap trunk. Trunk merupakan penghubung antar node dan trunk pada metro Ethernet menggunakan interface yang harus disesuaikan dengan lamda (panjang gelombang) media transmisinya serta kemampuan jarak tempuhnya. Penggunaan Throughput Trunk Metro Ethernet harus melihat besaran trafik existing. Penyesuaian ini dilakukan dalam rangka optimalisasi perangkat dan memudahkan maintenance serta sebagai tindakan pengertive maintenance.

Kata kunci : Metro Ethernet,Trunk, Throughput, SKSO, Router

Abstract --- Development of telecommunications and information technology is very fast. the acceleration is characterized by the operation of new devices. One of the latest a technology which is the main business core tool operators today is Metro Ethernet. Metro Ethernet technology is the development of Ethernet technology that can travel long distances with the urban scale has various features as well as on general Ethernet networks. In a metropolitan area network. Ethernet technology to deliver a solution made in voice. packet data and images. Metro Ethernet is a technology type of broadband for speed / high bit rate and bandwidth of 10/100 Mbps. up to 1/10 Gbps. Transfer of information from source to destination via Metro Ethernet Trunk. On this final project analyzes. Increased Throughput Trunk Metro Ethernet using Direct Core Optic. Where will note the transmission media interface. which is used on any trunk. Besides knowing the capacity of Throughput. Pcket Loss and Latency are in use each trunk.Trunk on metro Ethernet interface must be adjusted using the lambda (wavelength) and the ability of the transmission media mileage. Metro Ethernet Trunk Throughput usage should see the amount of existing traffic. This adjustment is done in order to optimize and simplify software maintenance as well as maintenance preventive action.

Keywords : Metro Ethernet, Trunk, Throughput, SKSO, Router

1. PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir. penerapan teknologi informasi dan telekomunikasi merupakan bahasan utama bagi sebuah perusahaan untuk meningkatkan pertumbuhan pelanggan. Dengan mengimplementasikan ICT jumlah user meningkat dengan pesat. Hal ini ditandai dengan bertambahnya jumlah pelanggan residensial. corporate customer di kota kota besar bahkan

sampai ke desa desa diseluruh wilayah Indonesia dan belahan dunia manapun. Setiap harinya jumlah pengguna layanan *Triple Play* semakin besar. sehingga lintasan traffic disetiap network semakin padat.

Perangkat existing sebelum diterapkannya perangkat berbasis IP menggunakan teknologi berbasis TDM. Tetapi media transmsi berbasis TDM bit rate maximal 1 STM 1 sama dengan

155.52 mbps. Dengan tributari terendah 2 mbps. Kondisi ini hanya mampu untuk melayani voice saja dan tidak mampu menampung layanan triple play. Karena layanan triple play minimal 5 mbps.

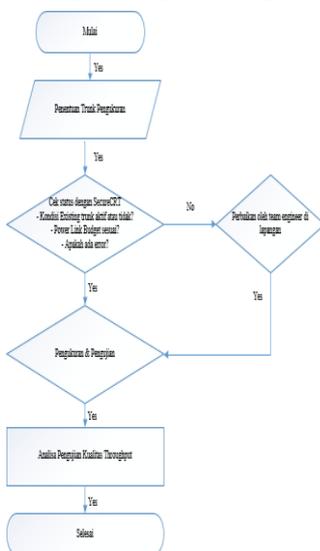
Namun untuk mengatasi permasalahan tersebut dan untuk memenuhi kebutuhan baru maka perangkat harus menggunakan teknologi ethernet. Implementasi teknologi ethernet menggunakan router atau metro ethernet. Metro E sebagai salah satu perangkat utama dalam meroutingkan paket-paket informasi voice, data dan gambar. Keberadaannya sangat menentukan berhasil tidaknya dalam melakukan fungsi routing paket-paket informasi yaitu voice, data dan gambar. Alat tersebut, yaitu Metro Ethernet. Metro Ethernet yang di gelar salah satunya ALU 7750 SR 12.

Pengoperasian ALU 7750 dikarenakan perangkat jaringan tersebut merupakan perangkat yang mampu membawa jumlah traffik dengan kapasitas besar. sistim keamanan jaringan yang handal dan dapat digunakan sebagai perangkat jaringan utama (*Backbone*). Keberhasilan pengiriman paket data (*throughput*) juga ditentukan oleh media transmisi yang digunakan. Media transmisi Metro ethernet dapat menggunakan jaringan langsung yaitu direct core optic sebagai penghubung antar node.

Sehingga dengan menggunakan Router ALU 7750 dan *direct core optic* maka kebutuhan baru disini pelanggan akan terpenuhi yang mampu melayani layanan triple play dengan baik dan kapasitas dari perangkat existing sebelumnya bisa terpenuhi.

2. KONSEP DALAM PENGUKURAN PENINGKATAN THROUGHPUT

Sebelum dilakukan peningkatan kecepatan paket data (*throughput*) menggunakan router ALU 7750 maka perlu dilakukan beberapa tahapan yang harus dianalisis seperti diagram alir pada gambar 1.



Gambar 1. Flowchart

Dalam melakukan analisis pengujian peningkatan throughput trunk metro ethernet menggunakan router ALU, diperlukan beberapa tahapan yang jelas dan sistematis agar didapatkan hasil yang akurat dan dapat digunakan sebagai bahan analisa.

Selain itu diperlukan pengujian dengan menggunakan parameter yang sama sebagai nilai pembandingan agar hasil yang diperoleh akurat. Parameter QoS (Quality of Service) akan digunakan untuk menentukan range kategori baik dan buruknya kualitas peningkatan throughput trunk metro ethernet pada router ALU.

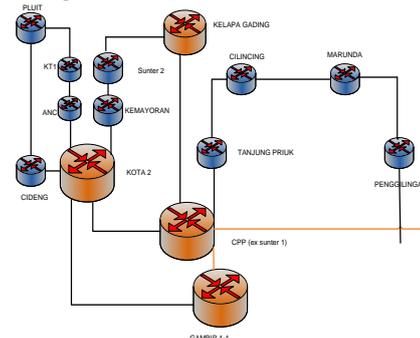
Implementasi pengukuran peningkatan throughput pada skripsi ini dibagi menjadi beberapa tahap. tahap pertama adalah menentukan trunk yang akan dianalisis dan diukur. Tahap kedua adalah menentukan parameter dan skenario pengtesan yang akan dilakukan. Tahap ketiga adalah mengecek status data menggunakan SecureCRT untuk mendapatkan data pengujian peningkatan throughput.

Kemudian di Tahap keempat, adalah melakukan pengukuran dan pengujian dengan melihat parameter peningkatan throughput yang telah ditentukan. Kemudian tahap kelima adalah melakukan analisis pengujian kualitas dari peningkatan throughput, dari pengujian ini akan didapatkan nilai parameter QoS (*Quality of Service*), seperti *throughput*, *latency* dan *packet loss*.

2.1 Konfigurasi Existing Metro Ethernet

Metro Ethernet merupakan alat utama dalam penyaluran informasi dari sumber ke tujuan. Metro Ethernet existing yang terdiri dari Alcatel Lucent 7750 SR-12. Konfigurasi Metro Ethernet existing telkom mengacu pada ada tidaknya gedung gedung Sentral Telepon Otomat. Trunk antara metro mengacu pada besar kecilnya kapasitas metro dan trafik yang lewat pada metro tersebut. Gambaran konfigurasi trunk metro dapat dilihat pada penjelasan berikut.

Pada gambar 2 merupakan konfigurasi metro ethernet yang di gunakan di PT Telkom Area Network Kota 2. Konfigurasi ini menunjukkan penghubung antar ruas.



Gambar 2. Konfigurasi Metro Kota 2

Dari gambar 2 konfigurasi dapat terlihat bahwa topologi yang digunakan adalah topologi ring di antaranya :

1. Ruas dari kota 2-cideng-ancol-kota 1-pluit
Jika terjadi gangguan trafik pada kota2 – cideng maka dapat melalui ruas kota2-ancol. Oleh sebab itu pada konfigurasi tersebut menggunakan topology Ring.
2. Ruas dari kota 2-kemayoran-sunter2-kelapa gading-cpp (ex sunter1). Sama halnya dengan ruas sebelumnya pada ruas ini menggunakan topology ring. Jika terjadi gangguan trafik pada salah satu ruas dapat menggunakan ruas yang lainnya.
3. Ruas dari kota 2-cpp (ex sunter1)-gambar-tanjung priuk-cilincing-marunda-penggilingan. Pada ruas ini juga menggunakan topology ring untuk mempermudah pengiriman data jika salah satu terjadi gangguan trafik.

Dari topologi ring tersebut Ruas dari kota 2-cideng-pluit-kota 1-ancol sudah menggunakan fiber optic tetapi pada trunk kota 2 ke ancil masih menggunakan TDM atau e1 sebelumnya. Jika dilihat dari kapasitas tentu dengan menggunakan satu segmen saluran atau trunk didapatkan hasil maximal adalah 2 Mbps sehingga tidak dapat melayani layanan *tripleplay* yang membutuhkan bandwidth lebih besar dari 5 Mbps. Sehingga perlu dipasang dan diganti trunk tersebut dengan fiber optic agar dapat melayani layanan triple play.



Gambar 3. Konfigurasi Metro Kota 2

Konfigurasi saat ini menggunakan *Direct Core Optic* dapat dilihat seperti Gambar 3. Penggunaan *Direct Core Optic* karena perangkat berbasis ip memiliki kapasitas *Interface* minimal 1Gbps. Penggunaan *interface* dengan *bandwith* yang besar agar dapat menampung semua layanan *TriplePlay*, sebab kegagalan dalam pengiriman informasi dari sumber ke tujuan merupakan masalah serius dan harus diantisipasi. Selain itu penggunaan *interface* yang dapat ditingkatkan sesuai kebutuhan juga tidak melakukan upgrade perangkat, tapi cukup upgrade *interface*.

2.2 Topology Existing Metro Ethernet

Seperti yang sudah dijelaskan pada konfigurasi di atas bahwa untuk metro ethernet ini menggunakan topologi point to point. Hal ini dilakukan untuk mengamankan trafik. Pengamanan trafik ini dilakukan agar tercipta kontinuitas layanan, karena gangguan tidak dapat diprediksi. Topology yang digelar yaitu topology point to point karena jika salah satu jalur mengalami gangguan. maka jalur lain dapat dipakai menjadi jalur alternatif. Dan pada logikal topology ini yaitu bentuk jalur yang dilalui trunk metro ethernet untuk

ruas Kota2 – Ancol adalah menggunakan jalur secara direct point to point.

2.3 Media Transmisi

Untuk menghubungkan dari satu perangkat ke perangkat lainnya maka dibutuhkan sebuah media transmisi. Pada perangkat metro menggunakan media transmisi kabel fiber optik sebagai penghubungnya. Dan fiber optik yang digunakan adalah jenis single mode. karena mengingat jarak antar perangkat sangat jauh sehingga lebih baik jika menggunakan kabel fiber optik jenis single mode. Fiber optik yang digunakan memiliki spesifikasi yang mengacu pada standar ITU-T yaitu :

- A. ITU-T No G.652 - merupakan Standard Single Mode lamda 1310nm
- B. ITU-T No G.655 - merupakan Standard Single Mode dengan lamda 1550 nm

Di bawah ini merupakan karakteristik dari kabel fiber optik single mode yang digunakan di PT Telkom.

Tabel 1. Spesifikasi SKSO

Karakteristik	Nilai
Jenis Fiber Optik	Single Mode
Panjang Gelombang	1310 nm / 1550 nm
Diameter Core 1310 nm dan 1550 nm	8 μm
Redaman Serat Optik 1310 nm	0.35 dB/ μm
Redaman Serat Optik 1550 nm	0.25 dB/ μm
Redaman Splicing	0.2 dB/single
Redaman Konektor	0.2 dB/single
Margin	8 Db

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dilakukan analisis hasil pengamatan yang telah dilaksanakan. Sesuai dengan pengamatan tersebut maka ada beberapa hal yang akan di analisis mengenai Trunk Metro Ethernet seperti konfigurasi, interface, media transmisi. dan parameter.

3.1 Konfigurasi Trunk Metro Ethernet

Pada penelitian yang telah dilakukan terdapat konfigurasi yang menggambarkan hubungan antara Trunk Metro Ethernet Kota 2 ke beberapa STO di sekitarnya. Seperti yang di tunjukkan pada Gambar 3.1. Pada gambar konfigurasi tersebut dapat dilihat bahwa untuk topology yang digunakan yaitu topology point to point.

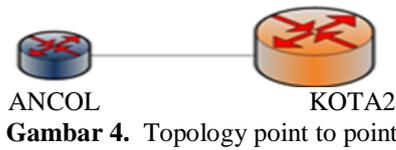
Tabel 2. Topology ring pada metro ethernet

No	Topology Point To Point	Bandwidth
1.	Kota 2 – Ancol	10Gbps

Topology point to point

Menghubungkan antara satu node dengan node yang lain. Setiap trunk akan terhubung ke trunk lain sehingga dapat disebut atau dapat dikatakan

bahwa Topology yang digunakan adalah point to point. Salah satu contohnya yaitu :



3.2 Hasil Pengukuran Packet Loss

Interface yaitu di pasang di Metro Ethernet yang dimaksudkan sebagai pengkoneksi antara fiber optik dengan perangkat ME. Atau untuk mengubah sinyal elektik menjadi cahaya. Interface ini harus sesuai dengan panjang gelombang yang digunakan oleh fiber optik. Interface terdapat *Transmit (Tx)* dan *Receive (Rx)*. Transmit di perangkat KT2 harus bertemu dengan *Receive* di perangkat ANC. dan sebaliknya Untuk interface yang digunakan selain tergantung dengan panjang gelombang pada fiber optik, juga tergantung dari pemakaian bandwidth ada yang menggunakan 1G dan juga yang menggunakan 10 G. Hal ini tergantung pemakaian atau pelanggan. Dari tabel 3. dapat lihat beberapa jenis interface yang ada di PT.Telkom. Jenis ME yaitu jenis (7750 SR-12) Untuk interface jenis tersebut yaitu :

Tabel 3. Jenis Interface

Interface Name	Admin	Oprasional (v4/v6)	Mode	Port
To-me-d2-kt2-anc	Up	Up/-	Network	lag - 4

Dari tabel 3 dapat dilihat beberapa jenis interface yang ada di PT.Telkom. Jenis ME yaitu jenis (7750 SR-12) Untuk interface jenis tersebut yaitu :

Tabel 4. Spesifikasi interface ME pada port 1/1/2

Interface	1/1/2
TX Laser Wavelength	1310 nm
Admin State	Up
Bandwidth	10 Gbps
Configured Mode	Network
Connector Code	LC
Link Length support	10km

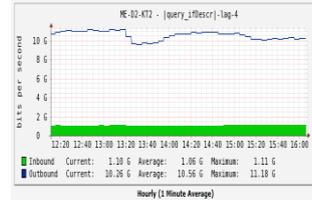
Dari tabel di atas menunjukkan bahwa untuk interface 4/2/5 menggunakan bandwidth 10Gbps. Lalu spesifikasi pada tabel 4 dibandingkan dengan tabel 3.6 yaitu yang menunjukkan spesifikasi SFP untuk bandwidth 10G. Jika dilihat pada tabel diatas panjang gelombang yang digunakan adalah 1310nm dengan kemampuan jarak yaitu 10 km. Dan jenis connectornya yaitu LC. Hal ini menunjukkan bahwa spesifikasi pada tabel diatas sudah sesuai dengan tabel 3.3 yaitu standar SFP untuk bandwidth 10G.

3.3 Hasil Pengukuran Trafik Peningkatan Throughput

Parameter pada trunk metro ethernet yaitu berupa *Quality Of Service*, yaitu *Throughput*, *delay* dan *latency*. Berikut ini merupakan tafik

yang terhubung dari ANC ke metro e KT2. Pada trafik dibawah ini menunjukkan kapasitas bandwidth dan bandwidth yang baru terpakai.

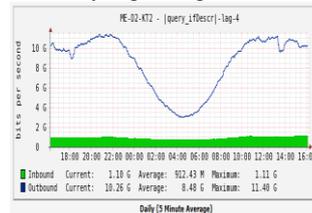
Di bawah ini merupakan trafik yang terhubung dari Trunk Metro E ANC ke Metro E KT2. Pada port 1/1/2 dan memiliki kapasitas badwidth 10Gbps.



Gambar 5. Grafik untuk trafik pada port 1/1/2

Jika dilihat dari grafik trafik pada gambar 5 menunjukkan bahwa kapasitas bandwidth pengiriman paket (*throughput*) yang terpakai pada inbound arus trafik sebesar 1.10 Gbps dengan rata-rata sebesar 1.06 Gbps dengan batas maksimumnya 1.11 Gbps. Dan untuk outbound arus trafik adalah 10.26 Gbps dengan rata-ratanya 10.56 Gbps batas maksimumnya 11.18Gbps.

Untuk grafik pada gambar 6 merupakan trafik untuk trunk metro yang mengarah ke KT2 – ANC



Gambar 6. Grafik untuk trafik pada port 4/2/5 (harian)



Gambar 7. Grafik untuk trafik pada port 4/2/5 (mingguan)

Gambar 7 menunjukkan bahwa inbound, outbound, rata-rata dan batas maksimumnya untuk gambar 5 dan gambar 6 perbedaan pemakaian bandwidth tidak terlalu jauh. Hal tersebut karena waktu pengamatan yang berbeda. jika gambar 4.5 menunjukkan waktu pengamatan untuk trafik harian. maka untuk 3.6 menunjukkan waktu pengamatan mingguan.

3.4 Analisa Pengukuran Trafik Peningkatan Throughput

Parameter yaitu berkaitan dengan pengiriman data (*throughput*). Setelah dilakukan pengamatan terhadap beberapa metro Ethernet, maka untuk Ancol – Kota2 adalah;

Tabel 5. Trunk ME ANCOL - Trunk ME KOTA2
TRUNK_ME-A-JKT-ANC_TO_ME2-B-JKT-KT2
(10 Gbps)

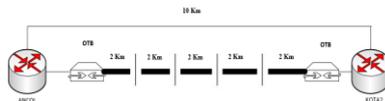
	Current	Average	Maximum
Inbound	1.10 Gbps	1.06 Gbps	1.11 Gbps
Outbound	10.26 Gbps	10.56 Gbps	11.18 Gbps

Tabel 6. Trunk ME KOTA2 - Trunk ME ANCOL
TRUNK_ME-A-JKT-KT2_TO_ME2-B-JKT-ANC
(10 Gbps)

	Current	Average	Maximum
Inbound	1.10 Gbps	912.43 Mbps	1.11 Gbps
Outbound	10.26 Gbps	8.48 Gbps	11.40 Gbps

Pada tabel 5 memiliki bandwidth yaitu 10Gbps. Jika dilihat pada gambar grafik 6 dapat dilihat bahwa pemakaian pada trunk ini yaitu dapat dilihat inbound (receive) baru terpakai 1.10 Gbps. Dengan memiliki rata-rata pemakaian 912.43 Mbps dan maksimum pemakaian yaitu 1.11 Gbps. Selain inbound terdapat outbound (transmit) dengan pemakaian 10.26 Gbps. dengan rata-rata 8.48 Gbps dan maksimum yang digunakan adalah 11.40 Gbps. Berdasarkan dari gambar trunk ME ANC ke trunk ME KT2 dengan kapasitas 10 Gbps dan baru terpakai 1.10 Gbps dan hal ini menunjukkan bahwa pada trunk tersebut masih memiliki kurang lebih 8.9 Gbps yang belum terpakai atau masih kosong. Dan jika pemakaian yang dilakukan sudah mencapai 10 Gbps maka bandwidth throughput pada trunk tersebut akan ditambah.

3.5 Analisa Jarak Router Kota 2 – Router Ancol



Gambar 8. Ancol – Kota 2

Dari Gambar 8 di atas dapat dijelaskan bahwa untuk setiap area memerlukan sebuah konektor

Tabel 7. Pengiriman Packet

Pengiriman Packet					
No	Packet Transmitted	Packet Received	Throughput	Packet Loss	Latency
1	500 packets	500 packets	100%	0.00%	0.680 ms
2	1000 packets	1000 packets	100%	0.00%	0.666 ms
3	1500 packets	1500 packets	100%	0.00%	0.843 ms
4	2000 packets	2000 packets	100%	0.00%	0.680 ms
5	2500 packets	2500 packets	100%	0.00%	0.605 ms
6	3000 packets	3000 packets	100%	0.00%	0.622 ms
7	3500 packets	3500 packets	100%	0.00%	0.820 ms
8	4000 packets	4000 packets	100%	0.00%	0.624 ms
9	4500 packets	4500 packets	100%	0.00%	0.720 ms
10	5000 packets	5000 packets	100%	0.00%	0.577 ms

Pada pengujian pengiriman data yang pertama dapat dilihat bahwa ketika paket data yang dikirimkan sebesar 500 packet maka paket yang diterima adalah sebesar 500 packet maka hasil dari throughputnya adalah 100% maka dapat dikatakan nilai throughputnya adalah sangat bagus karena jika dilihat dari hasil yang didapatkan maka nilai throughputnya sesuai dengan standarisasi Tiphon

pada setiap ruasnya, dalam hal ini adalah antara Router Ancol ke Router Kota 2. Konektor tersebut berfungsi menghubungkan kabel serat optik dari sumber ke titik tujuan. jika jarak antar terminal terlalu jauh maka sinyal yang dikirim akan mengalami attenuasi atau redaman yang besar dan informasi yang terkirim tidak memiliki kualitas yang baik. Sedangkan jika jarak antara terminal terlalu dekat maka akan terjadi ketidak efektifan dari segi ekonomis atau pemborosan. Jarak antar sambungan *splice* serat optik didefinisikan dalam satu gulungan kabel (haspel) yang memiliki panjang 2 Km, maka setiap 2 Km terdapat sebuah *splice* (titik sambung) pada tiap-tiap ujungnya. OTB (*Optical Terminal Box*) untuk menghubungkan antara Router Ancol ke Router Kota 2.

3.6 Analisa Kualitas Jaringan Throughput

Dari hasil pengukuran dan pengujian dengan menggunakan SecureCRT yaitu tools yang digunakan oleh pihak perusahaan penyelenggara maka dilakukan beberapa kali pengiriman data untuk dianalisa apakah *throughput*, *packet loss* dan *latency* yang didapat sesuai dengan standart dari Tiphon (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks*) dan sesuai dengan KPI yang digunakan oleh pihak perusahaan.

Di bawah ini adalah hasil pengukuran dari beberapa paket, yaitu dari trunk metro Kota 2 ke trunk metro Ancol yaitu hasilnya adalah:

95% - 100% dan termasuk kedalam standarisasi / KPI dari PT.Telkom yaitu >95% adalah sangat bagus. Selain throughput didapatkan juga hasil dari packet loss yaitu 0.00% yaitu artinya tidak ada paket yang hilang pada saat pengiriman data tersebut berlangsung. Nilai packet loss sebesar 0.00% adalah termasuk kedalam standar Tiphon 0% dan sesuai dengan standar KPI PT.Telkom

Indonesia yaitu 0.001%. maka packetloss nya adalah sangat bagus. Selain Throughput dan Packet Loss ada Latency. Nilai latency yang didapatkan dari pengiriman data sebesar 500 paket adalah 0.680 ms itu berarti nilai yang dihasilkan adalah masuk kedalam standarisasi Tiphon dan standar KPI dari PT.Telkom Indonesia kurang dari 150 ms maka nilainya adalah sangat bagus. dan standar KPI dari PT.Telkom Indonesia adalah <2%.

Jadi peningkatan throughput pada trunk ruas Kota 2 – Ancol mengalami peningkatan dengan metode *direct core optic*. Pengujian nilai *Throughput*, *Packet Loss* dan *Latency* adalah sesuai dengan threshold dari Tiphon dan sesuai dengan Standar dari KPI PT. Telkom Indonesia. Sehingga kebutuhan user dapat terpenuhi dan tidak ada delay atau kendala dalam menggunakan layanan *triple play*.

4. SIMPULAN

Dari hasil analisis yang dilakukan terhadap data hasil pengujian, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Trunk kota 2 – ancil sebelumnya menggunakan network berbasis TDM dimana bit ratenya n x 2mbps dan yang paling besar 2 x stml tetapi yang terkoneksi ke perangkat adalah 2mbps;
2. Hasil *throughput* selama pengambilan data menunjukkan, dengan *bandwith* yang disediakan sebesar 10 Gbps, nilai *throughput* yang didapatkan hanya menggunakan setengah dari *bandwith* yang digunakan;
3. Hasil Pengukuran *Packet Loss* menurut standarisasi TIPHON didapatkan bahwa nilai persentasi packet loss 0 % sangat bagus, dan pada kondisi lain bernilai bagus karena persentasi packet loss di atas 0 %;
4. Hasil *Latency* menurut standarisasi TIPHON didapatkan bahwa nilai persentasi dibawah 150 ms artinya adalah sangat bagus, dan didapatkan hasil tertinggi pada pengujian pengiriman paket adalah 0,843ms yaitu artinya adalah nilai latency nya adalah bagus dan sesuai dengan KPI yang telah ditentukan dari perusahaan penyelenggara.

DAFTAR PUSTAKA

- 1] Shalihah. Nuruhli.2010.*Implementasi Jaringan Metro Ethernet PT Telkom Untuk Akses Layanan Mobile Broadband PT Telkomsel Area Jakarta*.Depok.Universitas Indonesia.
- 2] Kharisma. Agung Chandra.2009. *Mengenal Jaringan Metropolitan Yang Di Dasari Oleh Teknologi Ethernet (Metro Ethernet Network)*.Universitas Sriwijaya.
- 3] Cisco System. Metro Ethernet WAN Services and Architectures.
- 4] Yunara. Ucik.2011.*Analisis Kinerja Layer 2 Metro Ethernet Untuk Jaringan GSM PT*

Telkom Arnet Tangerang.Jakarta.Akademi Telkom Jakarta.

- 5] Yoke B. Agung. ST.*Perencanaan Sistem Selular*. Universitas Mercu Buana.Jakarta
- 6] Jeffry. 2011. *Osilayer*.Purwokerto. STMIK AMIKOM.
- 7] Purnama. Sandi dkk.2012.*Laporan Geladi*.Bandung.Institut Teknologi Telekomunikasi.
- 8] SFP (Small Form Pluggable)
- 9] http://www.vembazax.com/2011/03/08/mengenal_fiber_optic.xml
- 10] Hijriyah. Yuanita Annisatul.2010.*Intergrasi Metro Ethernet Untuk Link Gandaria-Satelit Pengendali Bumi (GAN-CBB-CSN-CLS-SPU)*.Jakarta.Akademi Telkom Jakarta.
- 11] Waluyo “Analisis Sistem Komunikasi Fiber Optik Single Mode”. Politeknik negeri Malang. 20011.
- 12] Agrawal, Govind P. *Fiber Optic Communication System*. New York: John Wiley & Sons, Inc. 2011.
- 13] Senior, John M. *Optical Fiber Communications, Principles and Practice*, edisi kedua. University Press, Cambridge: Prentice Hall International. 2013.
- 14] Keiser, Gerd. *Optical Fiber Communications*, edisi ketiga. Singapore: McGraw-Hill International Editions. 2012.
- 15] E.800. “*Definitions of terms related to quality of service. ITU-T Recommendation*”. 2008.
- 16] E.775. “*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks*”. 2008.