



Perancangan dan Analisis *Transport* OAN (*Optical Access Network*) Siemens di Daerah Sentral Dago

Anita Supartono, Bambang Uripno, dan Yanti

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Kristen Maranatha, Bandung

Jl. Suria Sumantri 65, Bandung 40164, Indonesia

anita_stono@yahoo.com, uripno@telkom.co.id, th3_bassis@yahoo.com

Abstrak: Selama ini kebutuhan komunikasi dapat dilakukan dengan menggunakan kabel tembaga yang dilewatkan pada sebuah perangkat LTC (*Line Termination Copper*). Tetapi penggunaan kabel tembaga ini sering mengalami gangguan. Oleh sebab itu jalur transport yang semula menggunakan kabel tembaga akan diubah menjadi jalur transport menggunakan *fiber optic* dan dilewatkan pada OAN yang berada di daerah Dago. Langkah pertama adalah memetakan dan menempatkan lokasi OAN. Langkah kedua yaitu mendesain jalur optik dari STO sampai dengan OAN. Langkah ketiga yaitu menghitung total *loss* yang meliputi *loss* akibat panjang kabel, *splicing* dan *connector*. Terakhir adalah menganalisis performansi dari OAN dengan parameter-parameter total *loss* dan jumlah gangguan. Total *loss* dari STO sampai dengan OAN kurang dari 28 dB, sehingga dapat disimpulkan bahwa seluruh perangkat LTC dapat diganti dengan OAN. Performansi OAN lebih baik dibandingkan dengan LTC, karena gangguan yang terjadi berkurang dari 29,629% menjadi hanya 3,703%.

Kata kunci: OAN, *Fiber Optic*, LTC, *Splicing*, *Connector*

Abstract: Nowadays communication is done by using copper wires which is passed on a LTC (*Line Termination Copper*) device. Unfortunately, this device often faces disruption. Therefore the transport path which originally used copper wire would be changed into fiber optic transport lines which will be passed on OAN in Dago area. The first step was mapping and determining the location of OAN. The second step was designing the optical pathways from STO to OAN. The third step was calculating the total loss, including loss due to cable length, *splicing* and *connector*. Last was analyzing the performance of OAN by using parameters of total loss and the amount of disruption. After analyzing the transformation process, it is known that the total loss is less than 28 dB. Moreover, OAN's performance is better than LTC because the amount of disruption that occurred has declined from 29.629% to only 3.703%. Therefore, it can be concluded that OAN would be capable of replacing the entire LTC device.

Keywords: OAN, *Fiber Optic*, LTC, *Splicing*, *Connector*

I. PENDAHULUAN

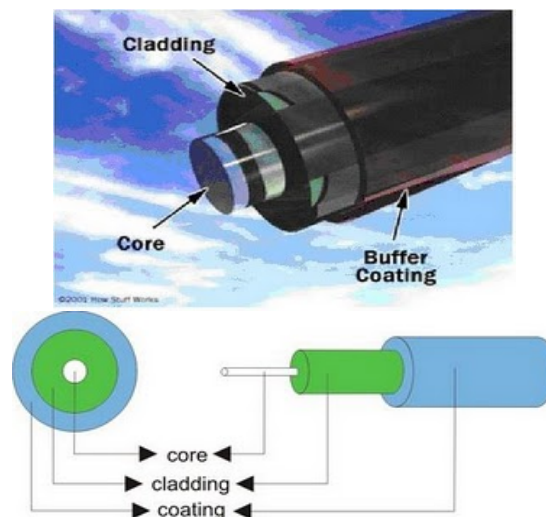
Pada awalnya pengiriman *voice* yang membutuhkan frekuensi sebesar 300-3600 Hz atau biasa dibulatkan menjadi 4 kHz dapat diatasi dengan transmisi data menggunakan kabel tembaga yang dilewatkan pada sebuah perangkat LTC dengan berbasis teknologi HDSL (*High bit-rate Digital Subscriber Line*) yang menggunakan kabel tembaga.

HDSL merupakan sebuah sistem yang lebih baik untuk mengirimkan E1 melalui saluran kawat *twisted-pair*. HDSL memerlukan *bandwidth* yang lebih kecil dan tidak memerlukan *repeater*. Dengan menerapkan teknik modulasi yang lebih baik, HDSL dapat mengirimkan data dengan *transfer rate* 1,544 Mbps untuk T1 dan 2,048 Mbps untuk E1 hanya dengan *bandwidth* sekitar 80 kHz hingga 240 kHz. Tetapi pengiriman data melalui teknologi HDSL ini sering mengalami gangguan.

II. SISTEM KOMUNIKASI FIBER OPTIC

Dalam sistem komunikasi saat ini, *fiber optic* sebagai media transmisi makin banyak digunakan menggantikan saluran transmisi kawat. Hal ini disebabkan banyaknya keuntungan yang didapat dibandingkan dengan saluran kawat. *Fiber optic* adalah suatu dielektrik *waveguide* yang beroperasi pada frekuensi *optic* atau cahaya. *Fiber optic* berbentuk silinder dan menyalurkan energi gelombang elektromagnetik dalam bentuk cahaya di dalam permukaannya dan mengarahkan cahaya pada sumbu axisnya. Hal-hal yang mempengaruhi transmisi dengan *waveguide* ditentukan oleh karakteristik bahannya, yang merupakan faktor penting dalam penyaluran suatu sinyal sepanjang *fiber optic*.

II.1. Struktur Fiber



Gambar 1. Struktur *Fiber Optic*^[2]

Struktur *fiber optic* pada Gambar 1 terdiri atas 3 bagian, yaitu :

1. Bagian yang paling utama dinamakan inti (*core*)
Gelombang cahaya yang dikirim akan merambat dan mempunyai indeks bias lebih besar dari lapisan kedua, dan terbuat dari kaca. Inti (*core*) mempunyai diameter yang bervariasi antara 5 – 50 micro meter tergantung jenis *fiber optic* .

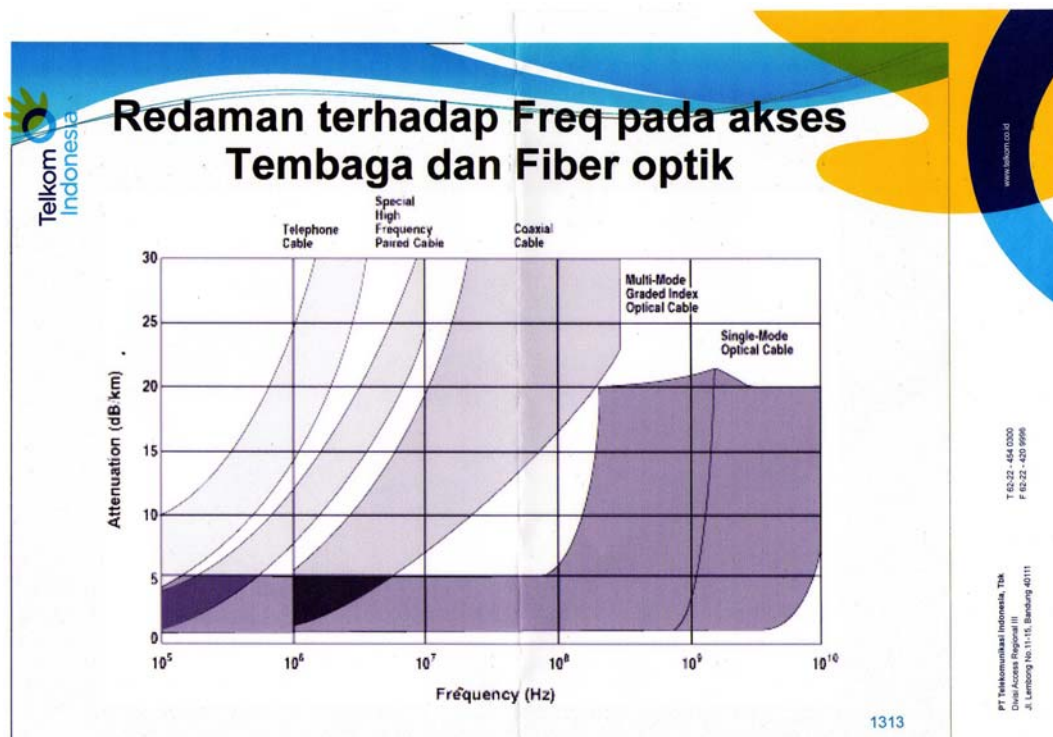
2. Bagian kedua dinamakan lapisan selimut/selubung (*cladding*)
Bagian ini mengelilingi bagian inti dan mempunyai indeks bias lebih kecil dibanding dengan bagian inti, dan terbuat dari kaca.
3. Bagian ketiga dinamakan jacket (*coating*)
Bagian ini merupakan pelindung lapisan inti dan selimut yang terbuat dari bahan plastik elastik.

II.2. Redaman Fiber Optic

Proses Redaman (*Attenuation*) cahaya sangat penting terutama dalam perancangan sistim telekomunikasi *fiber optic*. Pelemahan cahaya dalam *fiber optic* karena adanya penurunan rata-rata daya *optic* pada kabel *fiber* optik, biasanya diekspresikan dalam *decibel* (dB). Berikut ini beberapa hal yang menyumbang kepada pelemahan cahaya pada *fiber optic*:

1. Penyerapan (*Absorption*) adalah kehilangan cahaya yang disebabkan adanya kotoran dalam *fiber* optik.
2. Penyebaran (*Scattering*)
3. Kehilangan radiasi (*radiative losses*)

Reliabilitas dari *fiber optic* dapat ditentukan dengan satuan BER (*Bit Error Rate*). Dengan diketahuinya BER, maka jumlah kesalahan pada *fiber optic* yang sama, dengan panjang yang berbeda dapat diperkirakan besarnya. Gambar 3 menunjukkan karakteristik redaman kabel tembaga dan *fiber optic* :



Gambar 2. Karakteristik Redaman Tembaga dan *Fiber optic*^[10]

II.3. Sifat Optic ITU-T G.652

ITU-T G.652^[3] atau yang dikenal dengan standard SMF (*Single Mode Fiber*) dan biasa difungsikan sebagai *fiber optic*. *Fiber optic* ini memiliki struktur *step index* yang sangat optimal

beroperasi pada daerah panjang gelombang 1310-nm. *Fiber optic* ini memiliki λ_0 yang besarnya 1310-nm dan dapat beroperasi di daerah yang memiliki panjang gelombang 1550-nm, tetapi untuk wilayah ini kinerjanya tidak terlalu optimal.

Tipe dispersi *chromatic* pada panjang gelombang 1550-nm sangat tinggi yaitu 17ps/nm•km. Parameter redaman untuk ITU-T G.652 adalah 0.2 dB/km pada panjang gelombang 1550-nm. Berikut ini adalah tabel spesifikasi dari G.652:

TABEL 1. SPESIFIKASI G.652^[7]

Parameter	Condition	Specified Values
Attenuation coefficient	1310/1550nm	$\leq 0.35/0.22$ dB/km
Attenuation coefficient	1625 nm	≤ 0.25 dB/km
Attenuation at water peak	1383 ± 3 nm	≤ 0.5 dB/km
Fiber cut off wavelength		1150-1320 nm
Cable cutoff wavelength		≤ 1260 nm
Zero dispersion wavelength		1300-1324 nm
Zero dispersion slope		≤ 0.092 ps/nm ² •km
Chromatic dispersion	1285-1330 nm	≤ 3.0 ps/nm•km
Chromatic dispersion	1550 nm	≤ 18 ps/nm•km
Polarization mode dispersion	Individual fiber	≤ 0.2 ps/ $\sqrt{\text{km}}$
Polarization mode dispersion	Link value	≤ 0.1 ps/ $\sqrt{\text{km}}$
Point Discontinuity	1310 & 1550 nm	≤ 0.05 dB
Attenuation uniformity	1310 & 1550 nm	≤ 0.05 dB/km
Reflections		None allowed
Group refractive index (typical)	1310/1550 nm	1.466/1.467

II.4. E1 dengan Sistem transmisi HDSL

E1 merupakan transmisi digital dengan 30 kanal suara digital berkecepatan 2.048 megabit per detik. Pada E1 transmisi yang dilewatkan adalah transport dengan metode HDSL (*High Data Subscriber Lines – Rate*).^[4] Link E1 mengoperasikan lebih dari dua set kabel, biasanya *twisted pair* kabel.

Bit rate E1 adalah 2.048Mbit/s (*full duplex*, yaitu 2.048 Mbit/s *downstream* dan 2.048 Mbit/s *upstream*) yang dibagi menjadi 32 *timeslots*, masing-masing dialokasikan 8 bit. Jadi masing-masing *timeslot* mengirim dan menerima sebuah 8-bit PCM sampel. Setiap *timeslots* akan diberi nomor dari 0 sampai 31.

Timeslot 0 (TS0) disediakan untuk tujuan framing dan bergantian mengirimkan pola tetap. Full *Cyclic Redundancy Check* akan dilakukan di semua bit yang ditransmisikan di setiap frame, untuk mendeteksi apakah sirkuit ini kehilangan bit (informasi).

Timeslot 16 (TS16) dicadangkan untuk tujuan signaling atau untuk mengontrol call setup. *Channel Associated Signaling* (CAS) menetapkan bahwa satu set bit dapat digunakan untuk mereplikasi membuka dan menutup sirkuit atau menggunakan sinyal nada yang melewati sirkuit tersebut. Teknologi terbaru dan telah digunakan adalah sistem *Common Channel Signaling* (CCS) seperti ISDN atau *Signalling System 7* (SS7) yang mengirim pesan singkat disandikan dengan lebih banyak informasi tentang panggilan termasuk caller ID.

Jenis transmisi yang dibutuhkan ISDN sering digunakan antara sentral telepon lokal, sementara SS7 hampir secara eksklusif digunakan operator. Secara keseluruhan link E1 akan menggunakan semua 31 *channel* untuk suara. Berikut ini adalah tabel besar kapasitas tingkatan *E-carrier* :

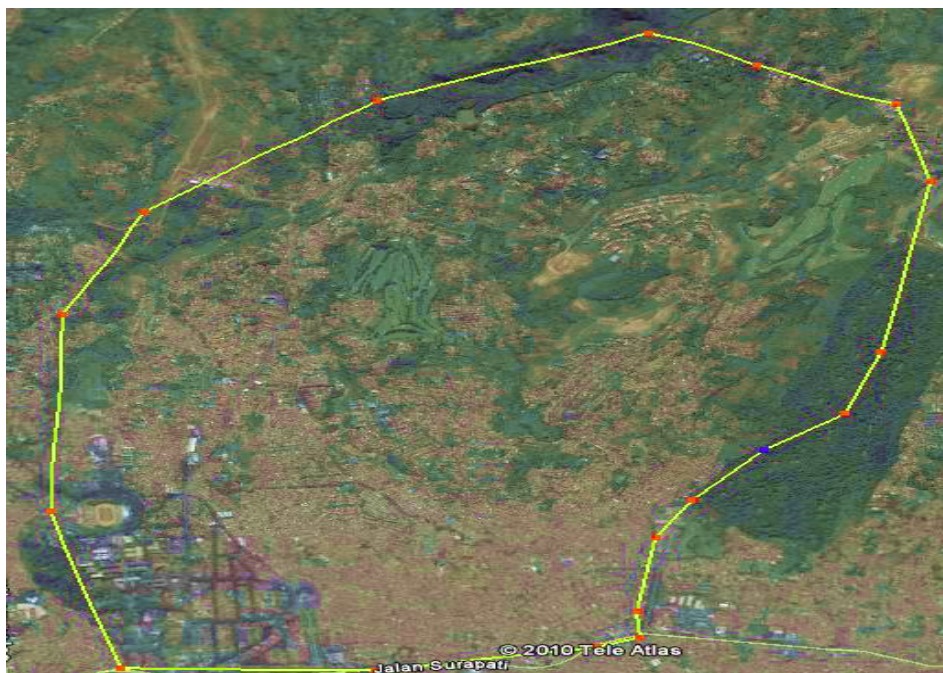
TABEL 2. TABEL BESAR KAPASITAS *E-CARRIER* ^[6]

Signal	Rate
E0	64 kbit/s
E1	2.048 Mbit/s
E2	8.448 Mbit/s
E3	34.368 Mbit/s
E4	139.264 Mbit/s
E5	564.992 Mbit/s

III. PERANCANGAN DAN PENEMPATAN OAN MENURUT DATA KOORDINAT

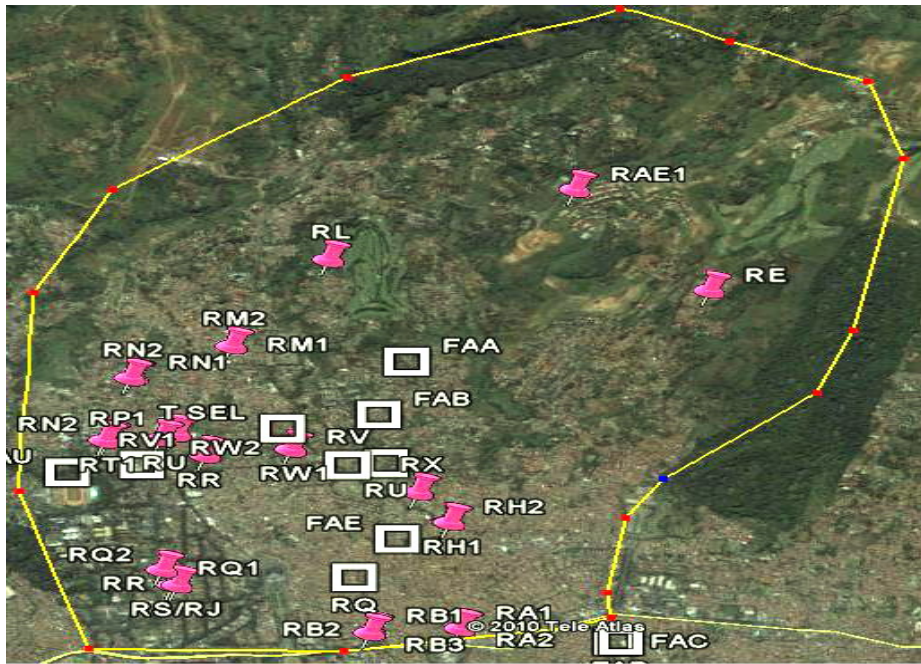
III.1. Pemetaan Daerah Dago

Pemetaan daerah Dago dilakukan untuk mengetahui berapa luas wilayah yang akan diubah jalur transmisinya. Pemetaan daerah Dago dapat dilihat pada Gambar 3 sedangkan pemetaan daerah yang telah dilengkapi dengan perangkat OAN (*Optical Access Network*) dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 3. Peta wilayah dago

Pemetaan ini dilakukan dengan Google map yang dapat mewakili kontur daerah dan jalan yang ada.



Gambar 4. Peta Dago dilengkapi dengan penempatan OAN dan RKFO

Pada Gambar 4, yang berwarna putih adalah letak dari RKFO (Rumah Kabel Fiber Optik) dan yang berwarna pink/jingga adalah letak dari OAN (*Optical Access Network*), tersebar di daerah Sentral Dago. Setelah selesai dipetakan akan diketahui luas wilayah yang dicakup atau daerah yang akan menjadi daerah pengamatan. Luas dari daerah tersebut adalah 15.70 km. Pemetaan ini bertujuan untuk mengetahui letak-letak OAN

III.2. Perhitungan Jarak Penarikan Jalur Transport

Untuk perhitungan jarak akan dilakukan penarikan garis untuk setiap titik OAN ke RKFO yang terdekat. Tetapi sebelumnya harus terlebih dahulu diukur jarak RKFO ke STO Dago. STO Dago terletak di koordinat S 53 22.64, E 37 34.07 yaitu di Jl. Sadang Serang. Berikut ini adalah data jarak yang telah dihitung dari RKFO ke STO Dago:

TABEL 3. JARAK RKFO KE STO DAGO

NO.	Kode RKFO	Jarak dari RKFO ke STO Dago (km)
1	TSEL	1.83
2	PAU	2.49
3	RQ	3.06
4	RR	3.02
5	RV	1.43
6	RU	1.12
7	FAB	1.06
8	FAE	2.10
9	FAD	1.23
10	FAC	1.92
11	RAF	1.12
12	FAA	3.07

Penarikan jarak dari STO ke RKFO dilakukan berdasarkan letak RKFO tersebut berada. Jarak yang ditempuh dari RKFO ke STO akan ditambahkan dengan jarak dari OAN ke RKFO yang terdekat. Setelah dilakukan pengukuran tersebut seluruh jumlah jarak akan diperhitungkan dengan menggunakan Tabel 4.

TABEL 4. REDAMAN PADA JARINGAN OPTIK^[5]

Redaman pada Jaringan Optik	
Jenis Redaman	Besar Redaman
Redaman kabel / Optik / Bahan	$\pm 0.25 - 0.33$ dB/km
Redaman <i>Splicing</i>	± 0.1 dB/ <i>splicing</i>
Redaman Konektor	± 0.5 dB/konektor

TABEL 5. PERHITUNGAN JARAK OAN KE RKFO YANG TERDEKAT

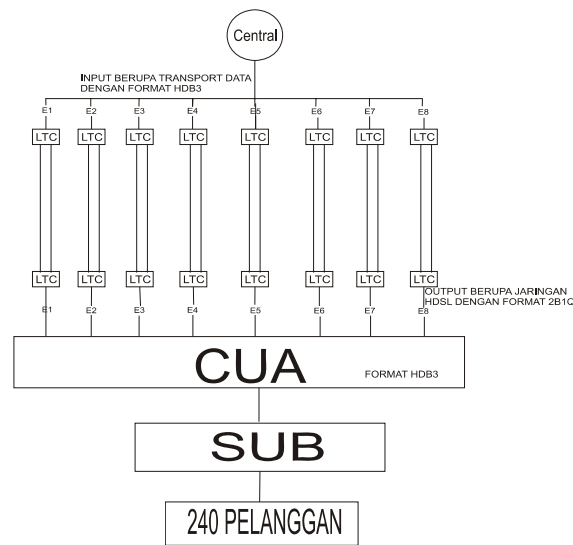
No.	Nama Perangkat		Jalur yang ditempuh	Jarak (km)
	Kode OAN	Kode RKFO		
1	RH1	FAD	Jl. Sadang serang - Jl.Cikutra - Jl.Batik Kumeli	1.03
2	RA1	FAC	Jl. Surapati - Jl.Pahlawan	0.97
3	RA2	FAC	Jl.Surapati - Jl.Pahlawan	0.97
4	RAE	FAA	Komp. Dago Resort - Jl. Raya Resort - Jl.Cigadung	1.28
5	RB1	FAC	Jl.Surapati - Jl.Pahlawan	1.46
6	RB2	FAC	Jl.Surapati - Jl.Pahlawan	1.46
7	RE	FAB	Jl.Awiligar ria - Jl.Ligar Taqwa - Jl.Ligar Indah - Jl.Pesantren- Jl.Cigadung Raya Barat	2.70
8	RL	FAA	Jl.Cipaheut Kaler - Jl.Cigadung Raya - Jl.Cigadung (Dago Resort)	0.80
9	RM2	TSEL	Jl. H. Juanda - Jl. Dago Atas	0.62
10	RM1	TSEL	Jl. H. Juanda - Jl. Dago Atas	0.62
11	RN1	TSEL	Jl.Cisitu Lama - Jl.Dago Asri - Jl.Dago Vila Asri - Jl.Ir.H.Juanda - Jl.Dago Atas	0.92
12	RP1	TSEL	Jl.Ir.H.Juanda - Jl.Dago Atas	0.19
13	RQ2	RQ	Jl.Ganesa	0.02
14	RQ1	RQ	Jl.Ganesa	0.02
15	RR	RR	Jl.Hassanudin	0.02
16	RS/RJ	RR	Jl.Hassanudin	0.01
17	RT1	RAF	Jl.Cisitu - Jl.Ir.H.Juanda - Jl.Simpang Dago	0.41
18	RU	RAF	Jl.Ir.H.Juanda - Jl.Simpang Dago	0.03
19	RV2	RV	Jl.Tubagus Ismail	0.01
20	RV1	RV	Jl.Tubagus Ismail	0.01
21	RW1	RV	Jl.Tubagus Ismail	0.45
22	RW2	RV	Jl.Tubagus Ismail	0.45
23	RH2	FAD	Jl. Sadang serang - Jl.Cikutra - Jl.Batik Kumeli	1.03
24	RB3	FAC	Jl.Surapati - Jl.Pahlawan	1.46
25	RN2	TSEL	Jl.Cisitu Lama - Jl.Dago Asri - Jl.Dago Vila Asri - Jl.Ir.H.Juanda - Jl.Dago Atas	0.92
26	RT2	RAF	Jl.Cisitu - Jl.Ir.H.Juanda - Jl.Simpang Dago	0.66
27	RX	FAB	Jl.Sadang Serang - Jl.Sadang Hegar - Jl.Cibeunying Kolot - Jl. Cigadung Raya Barat	0.94

Perhitungan jarak ini dilakukan dengan melihat Gambar 4. Rute yang diambil adalah rute terdekat. Penentuan rute tergantung panjang jalan. Semakin pendek jarak antara OAN dan RKFO akan semakin baik, karena semakin dekat maka penarikan *fiber optic* semakin mudah dan rugi – rugi yang terjadi juga akan semakin berkurang. Walaupun pada dasarnya redaman yang terjadi pada *fiber optic* tidak akan sebesar redaman yang terjadi pada kabel tembaga.

Menurut Tabel 4 terdapat tiga buah redaman yang akan terjadi saat penggantian transport ini, yaitu redaman yang ditimbulkan oleh kabel, *splicing* dan konektor yang digunakan. Ketiga redaman ini tergantung pada jarak yang dibutuhkan oleh sebuah OAN untuk sampai ke sebuah RKFO.

III.3. Transport Sebelum Perubahan

Pada awalnya sistem transport di daerah Sentral Dago merupakan sistem transport yang didasarkan pada kabel tembaga. Sentral akan menyambungkan E1 ke LTC. Sebuah LTC hanya dapat terkoneksi dengan satu buah E1 saja. Sebuah LTC ini membawahi 30 orang pelanggan yang berada dalam satu area. Jika satu pelanggan bermasalah maka dipastikan seluruh pelanggan yang ada di dalam LTC yang sama pun akan bermasalah. Untuk menambah kapasitas banyaknya pelanggan maka yang harus ditambah adalah perangkat LTC. Jika ingin menambah kapasitas pelanggan menjadi 240 pelanggan maka perangkat harus ditambah sebanyak 8 buah perangkat LTC. Penggunaan kabel tembaga sebagai media transportasi untuk mentransmisikan data memiliki banyak kendala baik secara teknis atau non-teknis. Untuk komunikasinya pun dibutuhkan 4 buah kawat yang akan bekerja sebagai *transmitter* (Tx) dan *receiver* (Rx). Berikut ini adalah bagan untuk kejelasan transport dengan LTC.

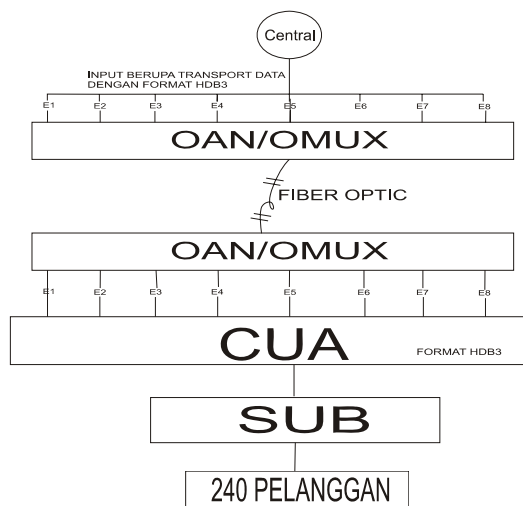


Gambar 5. Mapping Existing

Pada Gambar 5 dapat dilihat dari arah sentral terdapat input transport data E1 yang memiliki format HDB3 yang dilewatkan pada perangkat LTC dan outputnya berupa jaringan HDSL yang memiliki format 2B1Q. Setelah itu data diubah kembali ke dalam format HDB3 yang disalurkan pada CUA (*Control Unit Access*). Dalam CUA terjadi proses multiplexing dan akan membagi-bagi data kepada SUB sebelum disalurkan ke pelanggan.

III.4. Transport Setelah Perubahan

Setelah penggantian sistem akan bekerja seperti Gambar 6. Sentral akan menghubungkan E1 dengan perangkat OMUX (*Optical Multiplexer*) sebuah OMUX dapat membawahi 8 buah E1 sekaligus. Dengan kata lain sebuah OMUX dapat membawahi langsung 240 buah pelanggan sekaligus. Untuk memperjelas cara kerja dari penggantian transport berikut adalah bagan cara kerjanya:



Gambar 6. Mapping Penggantian Transport

IV. DATA TRANSPORT *OPTIC* OAN DI SENTRAL DAGO

IV.1. Perhitungan Redaman pada Perangkat OAN

Perhitungan redaman memiliki ketentuan sesuai dengan Tabel 4. Untuk perhitungan redaman pada saat penggantian transport, ada beberapa jenis redaman yang terjadi yaitu:

A. Redaman oleh Panjang Kabel (km)

Besar redaman yang disebabkan oleh panjang kabel adalah sebagai berikut:

$$\text{Redaman [L1]} = 0.33 \text{ dB/km} \times \text{panjang kabel OAN sampai STO (km)}$$

Besarnya redaman yang dihasilkan akan dimisalkan dengan L1. Tabel 6 menunjukkan besar redaman hasil perhitungan untuk setiap perangkat OAN yang ada. Dalam perencanaan ini semakin panjang atau jauhnya jarak dari OAN maka redaman yang ditimbulkan pun akan semakin besar.

TABEL 6. PERHITUNGAN BESAR REDAMAN YANG DITIMBULKAN OLEH PANJANG KABEL OAN SAMPAI DENGAN STO

No.	Nama Perangkat		Jarak yang ditempuh OAN sampai STO (km)	Besarnya redaman/km	Besarnya Redaman OAN sampai STO (dB)
	Kode OAN	Kode RKFO			
1	RH1	FAD	2.26	0.33	0.7458
2	RA1	FAC	2.89	0.33	0.9537
3	RA2	FAC	2.89	0.33	0.9537
4	RAE	FAA	4.35	0.33	1.4355
5	RB1	FAC	3.38	0.33	1.1154
6	RB2	FAC	3.38	0.33	1.1154
7	RE	FAB	3.76	0.33	1.2408
8	RL	FAA	3.87	0.33	1.2771
9	RM2	TSEL	2.45	0.33	0.8085
10	RM1	TSEL	2.45	0.33	0.8085
11	RN1	TSEL	2.75	0.33	0.9075
12	RP1	TSEL	2.02	0.33	0.6666
13	RQ2	RQ	3.08	0.33	1.0164
14	RQ1	RQ	3.08	0.33	1.0164
15	RR	RR	3.04	0.33	1.0032
16	RS/RJ	RR	3.03	0.33	0.9999
17	RT1	RAF	1.78	0.33	0.5874
18	RU	RAF	1.15	0.33	0.3795
19	RV2	RV	1.44	0.33	0.4752
20	RV1	RV	1.44	0.33	0.4752
21	RW1	RV	1.88	0.33	0.6204
22	RW2	RV	1.88	0.33	0.6204
23	RH2	FAD	2.26	0.33	0.7458
24	RB3	FAC	3.38	0.33	1.1154
25	RN2	TSEL	2.75	0.33	0.9075
26	RT2	RAF	1.78	0.33	0.5874
27	RX	FAB	2	0.33	0.66

B. Redaman oleh Splicing

Media yang digunakan adalah *fiber optic*, maka dalam pelaksanaan perhitungan redaman akan dipengaruhi juga oleh redaman yang ditimbulkan oleh *splicing* (penyambungan). Redaman yang terjadi karena *splicing* memiliki ketentuan yaitu setiap *splicing* yang terjadi di *fiber optic* memiliki redaman sebesar 0.1 dB/*splice*. Besar redaman *splicing* untuk setiap OAN ditunjukkan pada Tabel 7.

Setiap OAN memiliki redaman *splicing* yang sama, karena setiap *fiber optic* yang digunakan hanya membutuhkan *splicing* sebanyak dua kali. Redaman yang ditimbulkan oleh

splicing akan diperhitungkan untuk penggantian transport OAN yang ada.

TABEL 7. BESAR REDAMAN *SPLICING* SETIAP OAN

No	Nama Perangkat		Jumlah Splicing	Redaman Splicing (dB/splicing)	Total Redaman (dB)
	Kode OAN	Kode RKFO			
1	RH1	FAD	2	0.1	0.2
2	RA1	FAC	2	0.1	0.2
3	RA2	FAC	2	0.1	0.2
4	RAE	FAA	2	0.1	0.2
5	RB1	FAC	2	0.1	0.2
6	RB2	FAC	2	0.1	0.2
7	RE	FAB	2	0.1	0.2
8	RL	FAA	2	0.1	0.2
9	RM2	TSEL	2	0.1	0.2
10	RM1	TSEL	2	0.1	0.2
11	RN1	TSEL	2	0.1	0.2
12	RP1	TSEL	2	0.1	0.2
13	RQ2	RQ	2	0.1	0.2
14	RQ1	RQ	2	0.1	0.2
15	RR	RR	2	0.1	0.2
16	RS/RJ	RR	2	0.1	0.2
17	RT1	RAF	2	0.1	0.2
18	RU	RAF	2	0.1	0.2
19	RV2	RV	2	0.1	0.2
20	RV1	RV	2	0.1	0.2
21	RW1	RV	2	0.1	0.2
22	RW2	RV	2	0.1	0.2
23	RH2	FAD	2	0.1	0.2
24	RB3	FAC	2	0.1	0.2
25	RN2	TSEL	2	0.1	0.2
26	RT2	RAF	2	0.1	0.2
27	RX	FAB	2	0.1	0.2

C. Redaman oleh Konektor

Redaman yang terakhir yang akan dianalisis adalah redaman yang disebabkan oleh konektor. Setiap *fiber optic* membutuhkan konektor untuk menghubungkan perangkat satu dan yang lainnya. Redaman yang dihasilkan oleh sebuah konektor besarnya adalah 0.5 dB/konektor. Tabel 8 menunjukkan besar redaman yang dihasilkan oleh konektor.

TABEL 8. BESAR REDAMAN KONEKTOR

No.	Nama Perangkat		Jumlah Konektor	Redaman Konektor (dB/Konektor)	Total Redaman (dB)
	Kode OAN	Kode RKFO			
1	RH1	FAD	6	0.5	3
2	RA1	FAC	6	0.5	3
3	RA2	FAC	6	0.5	3
4	RAE	FAA	6	0.5	3
5	RB1	FAC	6	0.5	3
6	RB2	FAC	6	0.5	3
7	RE	FAB	6	0.5	3
8	RL	FAA	6	0.5	3
9	RM2	TSEL	6	0.5	3
10	RM1	TSEL	6	0.5	3
11	RN1	TSEL	6	0.5	3
12	RP1	TSEL	6	0.5	3
13	RQ2	RQ	6	0.5	3
14	RQ1	RQ	6	0.5	3
15	RR	RR	6	0.5	3
16	RS/RJ	RR	6	0.5	3
17	RT1	RAF	6	0.5	3
18	RU	RAF	6	0.5	3
19	RV2	RV	6	0.5	3
20	RV1	RV	6	0.5	3
21	RW1	RV	6	0.5	3
22	RW2	RV	6	0.5	3
23	RH2	FAD	6	0.5	3
24	RB3	FAC	6	0.5	3
25	RN2	TSEL	6	0.5	3
26	RT2	RAF	6	0.5	3
27	RX	FAB	6	0.5	3

Besarnya redaman untuk setiap konektor, *splicing* atau jarak merupakan ketentuan standard yang digunakan untuk setiap *fiber optic* G.652.

D. Kesimpulan Perhitungan

Total *Loss* akan mempengaruhi perangkat yang lama, karena itu dapat digantikan dengan perangkat OAN dengan menggunakan *fiber optic* atau perlu perhitungan redaman ulang. Tabel 9 menunjukkan jumlah total redaman yang dihasilkan.

Setelah dihitung ternyata semua OAN Siemens yang berada di sentral dago memenuhi persyaratan. Standard yang ditetapkan PT. Telekomunikasi Indonesia, bahwa perangkat dapat diubah transportnya jika total *loss* yang terjadi pada perangkat tersebut kurang dari 28 dB.

Total *loss* terbesar terjadi pada perangkat OAN dengan kode RL sebesar 4.4771 dB. Ini membuktikan bahwa semua perangkat LTC yang dilewatkan kabel tembaga yang ada di daerah Sentral Dago dapat diganti dengan OAN yang sudah memenuhi persyaratan rugi redaman.

TABEL 9. HASIL AKHIR PERANCANGAN

No.	Nama Perangkat		Jumlah Redaman Jarak (dB)	Jumlah Redaman Splicing (dB/splicing)	Jumlah redaman konektor (dB/konektor)	Total Redaman (dB)	Keterangan
	Kode OAN	Kode RKFO					
1	RH1	FAD	0.7458	0.2	3	3.9458	Memenuhi syarat kurang dari 28 dB
2	RA1	FAC	0.9537	0.2	3	4.1537	Memenuhi syarat kurang dari 28 dB
3	RA2	FAC	0.9537	0.2	3	4.1537	Memenuhi syarat kurang dari 28 dB
4	RAE	FAA	1.4355	0.2	3	4.6355	Memenuhi syarat kurang dari 28 dB
5	RB1	FAC	1.1154	0.2	3	4.3154	Memenuhi syarat kurang dari 28 dB
6	RB2	FAC	1.1154	0.2	3	4.3154	Memenuhi syarat kurang dari 28 dB
7	RE	FAB	1.2408	0.2	3	4.4408	Memenuhi syarat kurang dari 28 dB
8	RL	FAA	1.2771	0.2	3	4.4771	Memenuhi syarat kurang dari 28 dB
9	RM2	TSEL	0.8085	0.2	3	4.0085	Memenuhi syarat kurang dari 28 dB
10	RM1	TSEL	0.8085	0.2	3	4.0085	Memenuhi syarat kurang dari 28 dB
11	RN1	TSEL	0.9075	0.2	3	4.1075	Memenuhi syarat kurang dari 28 dB
12	RP1	TSEL	0.6666	0.2	3	3.8666	Memenuhi syarat kurang dari 28 dB
13	RQ2	RQ	1.0164	0.2	3	4.2164	Memenuhi syarat kurang dari 28 dB
14	RQ1	RQ	1.0164	0.2	3	4.2164	Memenuhi syarat kurang dari 28 dB
15	RR	RR	1.0032	0.2	3	4.2032	Memenuhi syarat kurang dari 28 dB
16	RS/RJ	RR	0.9999	0.2	3	4.1999	Memenuhi syarat kurang dari 28 dB
17	RT1	RAF	0.5874	0.2	3	3.7874	Memenuhi syarat kurang dari 28 dB

18	RU	RAF	0.3795	0.2	3	3.5795	Memenuhi syarat kurang dari 28 dB
19	RV2	RV	0.4752	0.2	3	3.6752	Memenuhi syarat kurang dari 28 dB
20	RV1	RV	0.4752	0.2	3	3.6752	Memenuhi syarat kurang dari 28 dB
21	RW1	RV	0.6204	0.2	3	3.8204	Memenuhi syarat kurang dari 28 dB
22	RW2	RV	0.6204	0.2	3	3.8204	Memenuhi syarat kurang dari 28 dB
23	RH2	FAD	0.7458	0.2	3	3.9458	Memenuhi syarat kurang dari 28 dB
24	RB3	FAC	1.1154	0.2	3	4.3154	Memenuhi syarat kurang dari 28 dB
25	RN2	TSEL	0.9075	0.2	3	4.1075	Memenuhi syarat kurang dari 28 dB
26	RT2	RAF	0.5874	0.2	3	3.7874	Memenuhi syarat kurang dari 28 dB
27	RX	FAB	0.66	0.2	3	3.86	Memenuhi syarat kurang dari 28 dB

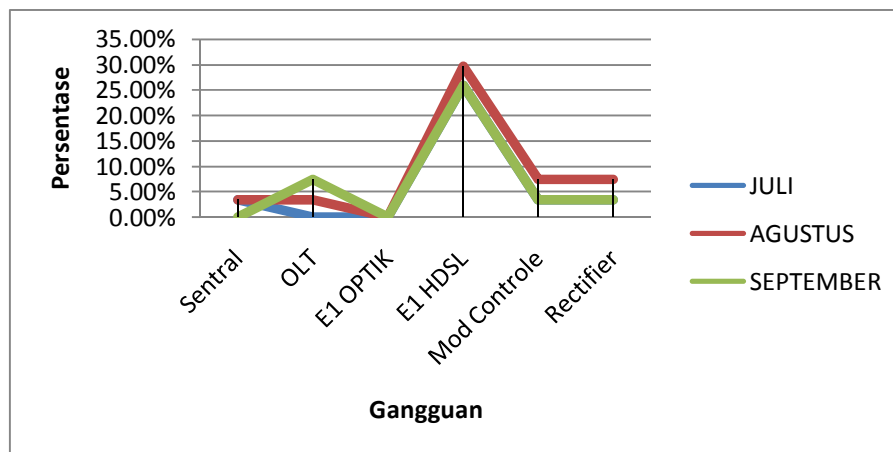
IV.2. Analisis Performansi Gangguan

Analisis tentang performansi erat hubungannya dengan gangguan yang terjadi pada sistim yang ada. Gangguan yang terjadi bukan hanya karena kabel tembaga yang rusak atau karena keadaan cuaca yang buruk, tetapi ada banyak faktor-faktor yang menyebabkan gangguan terjadi. Gangguan pada sisi pelanggan mengakibatkan performansi yang buruk untuk perangkat.

A. Gangguan Sebelum Perubahan Transport

Gangguan yang diambil datanya adalah gangguan yang terjadi hanya pada perangkat OAN Siemens saja. Di daerah Sentral Dago ada 45 OAN aktif yang tersebar. Berikut ini analisis data dari setiap gangguan yang terjadi di OAN Siemens. Pada bulan September terlihat belum ada perbaikan disisi HDSL. Gangguan terbesar masih disebabkan oleh E1 HDSL yang menandakan bahwa belum ada perbaikan disisi kabel tembaga yang berfungsi sebagai pengantar transport data. Bulan Juli hingga September perangkat masih menggunakan kabel tembaga yang dilewatkan pada LTC sedangkan pada bulan Oktober pergantian perangkat sudah mulai dilakukan untuk sebagian wilayah.

Gambar 7 memperlihatkan grafik dari gangguan yang terjadi sebelum perubahan transport.



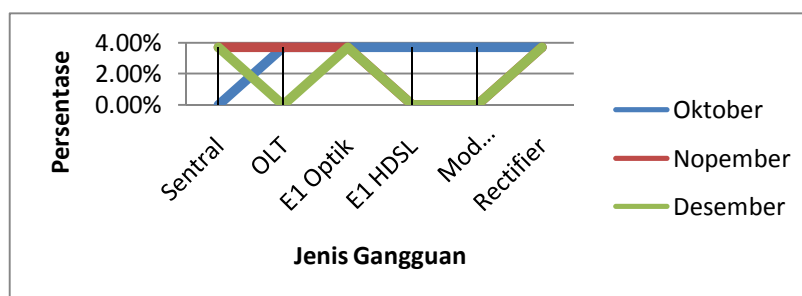
Gambar 7. Diagram gangguan sebelum transport diubah

Jika dilihat dari grafik (Gambar 7) besarnya gangguan yang terjadi pada bulan Juli hampir serupa dengan gangguan yang terjadi pada bulan September.

Pada bulan November seluruh perangkat sudah diubah menjadi perangkat OAN dan transportnya menggunakan *fiber optic*. Pengamatan penggantian dilakukan pada bulan Oktober hingga Desember.

B. Gangguan Setelah Perubahan Transport

Data pengamatan diambil setelah pergantian perangkat dari LTC menjadi OAN. Gangguan yang terjadi pada bulan Desember lebih sedikit dibanding bulan-bulan yang sebelumnya. Walaupun pada E1 *optic* terjadi gangguan namun gangguan ini cenderung stabil seperti bulan-bulan sebelumnya. Gangguan yang terus terjadi akan membuat kinerja pengiriman data sangat buruk. Berikut ini grafik dari gangguan yang terjadi setelah perubahan transport:



Gambar 8. Diagram gangguan setelah transport diubah

Jika dilihat dari grafik maka gangguan yang terjadi pada bulan Oktober dan Nopember cenderung sama.

IV.3. Analisis Sebelum dan Sesudah Pergantian Transport

Hasil analisis performansi selama bulan Juli hingga Desember dapat ditunjukkan pada Tabel 10.

TABEL 10. TABEL ANALISIS PERFORMANSI JULI – DESEMBER

GANGGUAN OAN BULAN JULI - DESEMBER									
Bulan Gangguan	PERFORMANSI GANGGUAN (%)							Rata-Rata Gangguan (%)	Keterangan
	Sentral	OLT	E1 Optik	E1 HDSL	Modifier Controle	Rectifier	Jumlah Gangguan		
SEBELUM PENGGANTIAN TRANSPORT									
Juli	3.703	0	-	25.925	3.703	3.703	10	5.924	Performansi Buruk
Agustus	3.703	3.703	-	29.629	7.407	7.407	14	8.641	Performansi Buruk
September	0	7.407	-	25.925	3.703	3.703	11	6.789	Performansi Buruk
SESUDAH PENGGANTIAN TRANSPORT									
Oktober	0	3.703	3.703	3.703	3.703	3.703	5	3.085	Peformansi Baik
Nopember	3.703	3.703	3.703	0	0	3.703	4	2.468	Peformansi Baik
Desember	3.703	0	3.703	0	0	3.703	3	1.851	Peformansi Baik

Performansi terburuk terjadi pada bulan Agustus dengan rata-rata gangguan sebesar 8.641% dengan jumlah gangguan sebanyak 14 buah gangguan/bulan dan gangguan terbesar disebabkan oleh gangguan E1 HDSL. Sebelum pergantian transport, gangguan terbanyak yaitu pada E1 HDSL. Setelah pergantian transport, gangguan terbanyak berada pada bulan Oktober yang berjumlah 5 gangguan/bulan. Gangguan pada bulan Desember terjadi pada sentral, E1 Optik dan rectifier. Prosentase rata-rata gangguan pada bulan Desember dapat dihitung sebagai $(3 \times 3.703\%)/6 = 1.851\%$. Setelah perbaikan, gangguan berangsur-angsur berkurang. Gangguan pada E1 *optic*, setiap bulannya tetap yaitu sebesar 3.703%, atau sama dengan 1 gangguan, yang menunjukkan performansi baik^[5].

V. KESIMPULAN

1. Hasil perhitungan *total loss* dari STO sampai dengan OAN kurang dari 28 dB sehingga dapat disimpulkan bahwa seluruh perangkat LTC dapat diganti dengan perangkat OAN.
2. Setelah pergantian transport, gangguan semakin berkurang yaitu dari 29.629% menjadi hanya 3.703%, sehingga dapat disimpulkan bahwa performansi E1 Optik lebih baik dibandingkan dengan E1 HDSL.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Girard, *FTTx PON Technology and Testing*. EXFO, Inc., 2005
- [2] G. P. Agrawal, *Fiber-Optic Communication Systems*, 3rd Ed., New-York: John Wiley & Sons, Inc., 2002.
- [3] ITU-T, “*ITU-T Newslog - Voice Codec Gets New Lossless Compression*”, 2009
- [4] Zuhail dan Zhanggishan, *Prinsip Dasar Elektroteknik*, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2004
- [5] PT. Telekomunikasi Indonesia, *Dasar Sistem Komunikasi Optik*, 2004
- [6] L. Dryburgh and J. Hewett, *Signaling System No. 7 (SS7/C7): Protocol, Architecture, and Services*, 2004

[7] ITU-T, *Telecommunication Standardization Sector of ITU*, 2004

[8] TELKOMRisTI (R & D Center), *PL 1.1 - Dasar Sistem Komunikasi Optik*, 2004.