

ANALISIS JARINGAN *TRANSPORT BACKBONE LINK* MEDAN – SUBULUSALAM MENGGUNAKAN TEKNOLOGI SDH DENGAN SERAT OPTIK

Reni Risca T, Naemah Mubarakah

Konsentrasi Teknik Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara (USU)
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA
e-mail: reni.risca@yahoo.co.id, naemah@usu.ac.id

Abstrak

Synchronous Digital Hierarchy (SDH) adalah protokol multiplexing standard yang berfungsi mentransfer bit-bit digital melalui serat optik menggunakan *Light Amplification by Stimulate Emission of Radiation* (LASER) atau *Light Emitting Diode* (LED). SDH merupakan salah satu pendukung dalam jaringan *transport* atau perencanaan sebuah desain jaringan *Metropolitan Area Network* (MAN). Tujuan dari paper ini yaitu menganalisis jaringan *transport backbone* mulai dari daerah Medan sampai daerah Subulusalam menggunakan teknologi transmisi SDH dengan serat optik dengan cara mengukur parameter *Probabilitas Ring* dan *Link Power Budget* dengan menggunakan beberapa alat bantu analisis seperti OTDR dan Power Meter. *Link* tersebut mencapai target ketersediaan (*Availability*) yang diinginkan yaitu 99.88 % dengan nilai total sambungan 85 splice dan nilai total redaman dari hasil pengukuran sebesar 60.4 dB serta nilai total *level margin* sebesar 30.5 dB.

Kata Kunci: SDH, *backbone*, fiber optik

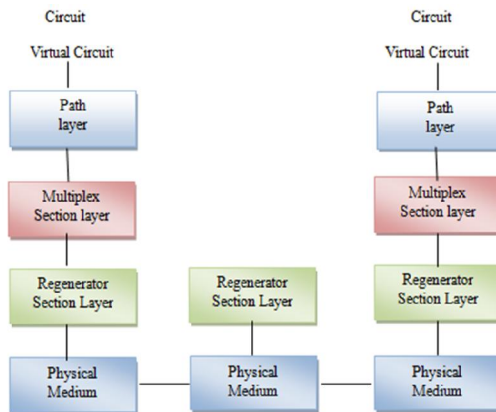
1. Pendahuluan

Saat ini perkembangan telekomunikasi sangat pesat. Hal ini disebabkan karena kebutuhan telekomunikasi yang semakin luas dan menuntut pelayanan yang semakin baik. Oleh sebab itu operator penyedia layanan telekomunikasi bergerak dengan selalu meningkatkan pelayanan dalam kualitas suara dan data. SDH yang diimplementasikan pada jaringan fiber optik memberikan solusi sistem *transport* yang secara signifikan mampu menambah ketersediaan bandwidth sekaligus juga mengurangi jumlah perangkat yang digunakan dalam suatu jaringan. Penggunaan SDH dalam manajemen jaringan terbukti lebih fleksibel untuk diterapkan pada jaringan telekomunikasi karena dalam SDH terdapat integrasi berbagai tipe perangkat yang berbeda beda sehingga mampu memberikan keleluasaan baru dalam perancangan jaringan. Dari latar belakang inilah maka penulis tertarik untuk melakukan analisis pada jaringan *transport* daerah Medan sampai daerah Subulusalam.

2. Konsep Transmisi SDH

SDH merupakan sebuah *transport* atau pembawa untuk trafik *Plesynchronous Digital Hierarchy* (PDH) dan ATM cell melalui jaringan transmisi yang biasanya berbasis optik. Pada hal ini SDH dapat dilihat sebagai layer (lapisan) bawah yang berfungsi sebagai pembawa untuk *layer* di atasnya. Konsep pembagian *layer* ini sangat penting dan juga merupakan salah satu ciri yang membedakan SDH dengan Sistem *transport* lainnya. Konsep dari *layering* telah membawa proses rekonstruksi dari frame standar menjadi lebih modern dan membentuk konsep "*layer network*" pada dunia telekomunikasi. Dengan adanya konsep *layering* pada transmisi digital, maka keseluruhan fungsi transmisi akan dibagi-bagi menjadi beberapa fungsi disetiap *layer*-nya, dimana fungsi pada setiap *layer* terpisah satu dengan lainnya. Implementasinya pada transmisi SDH dengan adanya penggunaan *overhead* di setiap *layer*-nya dan berfungsi mengatur alokasi data informasi (trafik) pada disetiap *layer*-nya.

Dengan adanya pengaturan tersebut, akan meningkatkan efisiensi dari proses transmisi, dimana pada setiap layer secara keseluruhan akan bertanggung jawab atas fungsinya masing-masing tanpa harus mempengaruhi *layer-layer* lainnya. Hal ini memungkinkan bahwa *overhead* pada suatu *layer* dapat diakses tanpa harus membongkar *overhead* pada *layer* lainnya terlebih dahulu. Gambar 1 menunjukan secara berurutan layer arsitektur dari SDH.



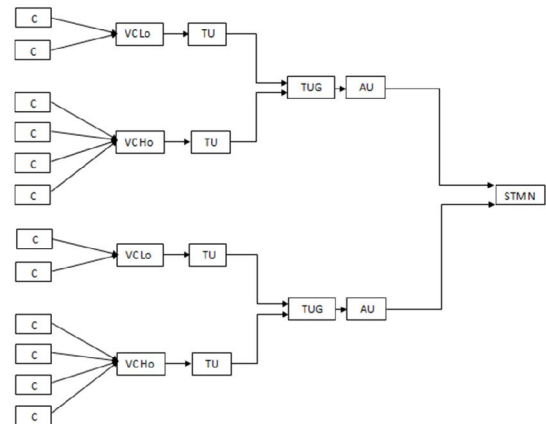
Gambar 1. Arsitektur Layer dari SDH

Pada aliran *circuit* berupa fisik yaitu kabel dari pelanggan dan masuk ke *virtual circuit* yang berisi gabungan dari kabel – kabel pelanggan tersebut kemudian data masuk ke path layer. Disinilah awal mula pengiriman data dari satu *backbone* pelanggan ke *backbone* pelanggan yang lain. Data tersebut masuk ke *multiplex section layer* yang akan memultiplex jalur – jalur (path) tersebut sehingga menghasilkan STM – N. Kemudian jika dibutuhkan data akan masuk ke *regenerator section layer* yang berupa *repeater* atau penguat sinyal karena *backbone* pada umumnya jika jarak jauh maka sinyal akan melemah. Tetapi jika tidak dibutuhkan maka data tersebut langsung ke *physical medium layer* yang berupa kabel serat optik.[4]

3. Proses Multiplexing SDH

Sinyal dari STM-*n* berasal dari proses multiplexing yang melewati beberapa tahap dalam proses, dimulai dengan proses memappingkan sinyal dari sebuah *Container* dan beberapa proses multiplexing sampai terbentuk sinyal STM-*n*. Tahapan dari proses multiplexing dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini. Dari gambar tersebut disimpulkan bahwa dalam pembentukan sinyal STM-*n* dapat

dilakukan dengan berbagai cara dari berbagai jenis *Container* yang akan digunakan. Gambar 2 adalah proses multiplexing dari berbagai jenis *Container*.



Gambar 2. Struktur proses multiplexing SDH

Keterangan Gambar :

a. *Container* (C)

Container adalah struktur informasi yang akan membentuk *Virtual Container* pada payload. Jenis container dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1 Jenis Container

Container	Bit-rate (Mbit/s)
C-11	1,544
C-12	2.048
C-2	6,311
C-3	34,368 atau 44,736
C-4	139,264

b. *Virtual Container* (VC-n)

Virtual Container merupakan gabungan antara container dengan POH (*Path Overhead*). VC dibedakan menjadi 2 tingkatan:

1. *Lower Order Virtual Container* (n = 1, 2, 3)
Komponen ini terdiri atas sebuah container-n (n = 1, 2, 3) dengan *lower Order Virtual Container* POH yang sesuai untuk level ini.
2. *High Order Virtual Container* (n = 3, 4)
Komponen ini tersusun atas sebuah container-n (n = 3, 4)

c. *Tributary Unit* (TU-n)

Merupakan struktur informasi yang menyediakan adaptasi antara LO-VC dengan HO-VC.

- d. *Tributary Unit Group* (TUG- n)
Sebuah TUG merupakan gabungan satu atau beberapa TU. Sebelum digabungkan kedalam HO-VC
- e. *Administrative Unit* (AU- n)
AU merupakan struktur informasi yang menyediakan adaptasi antara HO dan LO kedalam STM-N.
- f. *Synchronous Transport Module* (STM- N)
STM adalah struktur informasi yang mendukung hubungan section layer dan terdiri dari *payload* informasi dan SOH (*Section Overhead*) untuk manajemen sistem. Laju data dasar dari STM adalah 155,520 Mbit/s dan jalur data STM-N adalah kelipatan N dari 155,520 Mbit/s. Sebagai contoh STM4 yang memiliki kecepatan sebesar $4 \times 155,520 \text{ Mbps} = 622,08 \text{ MBps}$. Beberapa type STM lainnya adalah STM16 dan STM64. [4]

4. Sistem Proteksi SDH

Skema proteksi pada sistem SDH ada bermacam-macam, yang umum dipakai pada PT. Telkom selaku penyedia jasa jaringan berbasis media transmisi serat optik adalah MSP 1+1, MSP I:n dan SNCP sebagai sistem proteksi transmisi pada jaringan backbone. Setiap macam proteksi link tersebut mempunyai karakteristik, mekanisme, kelebihan dan penggunaan yang berbeda beda sesuai dengan topologi jaringan yang digunakan.

I. MSP 1+1

Pada MSP 1+1 berarti satu kanal digunakan sebagai operational (working link) yaitu kanal yang membawa trafik dan working kanal ini akan diproteksi oleh sebuah kanal lain yang khusus digunakan sebagai kanal cadangan (*protection link*). Sehingga jika jalur pengirim dan penerima ada 2, 4 atau 5 maka channel backup nya (proteksi) juga ada 2, 4 atau 5.

II. MSP I:n

MSP I:n berarti ada sebuah kanal yang digunakan sebagai proteksi dari n kanal operational (*working channel*) yang tiap kanal yang operating membawa trafik yang berbeda. Lain halnya dengan MSP 1+1, pada kanal proteksi MSP I:n ini bisa juga membawa trafik

tambahan, namun bersifat *low priority* atau biasa disebut juga dengan *extra traffic* atau *occasional traffic*, sehingga jika terjadi kegagalan pada salah satu working channel maka *extra traffic* yang ada pada protection channel tersebut akan dihentikan dan trafik pada working channel yang mengalami gangguan akan dialihkan ke *protection channel* tersebut. Sehingga jika jalur pengirim dan penerima ada 2, 4 atau 5 maka channel backup nya (proteksi) hanya satu.

III. Subnetwork Connection Protection (SNCP)

Sistem proteksi SNCP merupakan path proteksi yang dapat digunakan pada struktur jaringan yang berbeda-beda, seperti pada jaringan mesh, ring, point-to-point dan sebagainya. Sistem proteksi SNC ini dapat bekerja pada Low order dan High order path SDH. Pada sisi transmitter terdapat *bridge* dimana trafik akan ditransmisikan dalam 2 arah, yaitu *working* dan proteksi *link* melalui *bridge* tersebut.[1]

5. Peta Jaringan Transport Backbone menggunakan teknologi SDH dengan Serat Optik

Pada peta jaringan serat optik dapat dilihat jalur *transport backbone* yang dilalui oleh serat optik link Medan - Subulusalam. Gambar 3 menunjukkan peta jaringan *transport backbone* serat optik Sumatera Utara jalur Barat.

Adapun Konfigurasi jaringan Ring 1B terbagi atas dua jalur yaitu Jalur Barat dan Jalur Timur. Namun pada paper ini hanya membahas Ring jalur barat antara Medan – Subulusalam. Dimana Ring 1B jalur Barat meliputi daerah Medan - PuloBrayan - Kabanjahe - Sidikalang-Subulusalam - Bakongan - Blang Pidie - Meulaboh - Calang - Lamno - Banda Aceh. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.

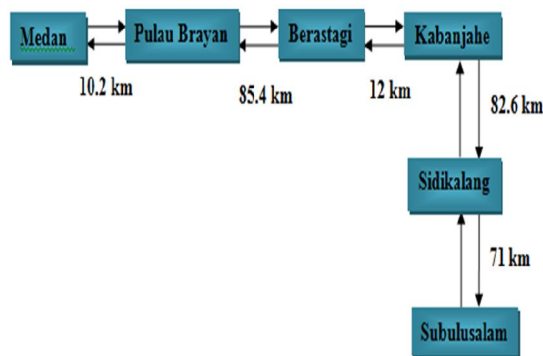


Gambar 3. Peta Ring 1B Medan – Subulusalam

Garis berwarna hitam menunjukkan media transmisi pada jalur Timur yang terhubung dengan beberapa kota sebagai *sublink*. Sedangkan jaringan serat optik yang dibahas berada pada jalur Barat dengan keterangan garis berwarna Merah yang merupakan media transmisi optik *link* Medan – Subulusalam. Sedangkan Berastagi hanya sebagai *sublink* yang ditandai dengan simbol lingkaran hitam.

6. Analisis Topologi Jaringan Serat Optik *link* Medan – Subulusalam

Topologi jaringan merupakan bentuk jalur pengkabelan yang diimplementasikan pada jaringan. Topologi jaringan serat optik yang menghubungkan kota Medan dengan Subulusalam dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Topologi Jaringan Serat Optik *Link* Medan – Subulusalam

Secara topologi, jalur Medan – Subulusalam termasuk pada jalur topologi ring barat antara Medan – Aceh. Topologi ring merupakan topologi umum yang digunakan dalam jaringan SDH yang memiliki tingkat kehandalan yang tinggi yang dapat diimplementasikan dalam memenuhi kebutuhan akan proteksi pada level yang diinginkan. Sistem proteksi ini yang akan *memback up* jaringan apabila terjadi gangguan pada kabel serat optik. Jumlah sambungan yang digunakan pada perancangan ini ada 85 *splice* (sambungan) dan jumlah sambungan tersebut didapat dari hasil bagi antara jarak pemasangan kabel Medan - Subulusalam dengan kapasitas maksimal panjang kabel serat optik yaitu 3000 meter.[2]

7. Probabilitas *Availability* Jaringan Jalur Barat antara Medan – Subulusalam

Availability merupakan persentasi dari probabilitas ring, dimana mengacu pada kualitas kinerjanya. Probabilitas yang dihasilkan memungkinkan untuk menghitung angka keandalan (*reliability*) dan ketersediaan (*availability*). Sistem *availability* (A) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1 :

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100 \% \quad (1)$$

Dimana :

- A = Availability Jaringan
 MTBF = Mean time between failures yaitu perkiraan waktu antara terjadinya gangguan.
 MTTR = Mean time to repair yaitu perkiraan waktu untuk perbaikan setelah terjadinya gangguan (asumsi 2 – 4 jam).

Dari persamaan 1 didapat :

- Availability* jaringan Medan – Pulau Brayan adalah 99,93 %
- Availability* jaringan Pulau Brayan – Kabanjahe adalah 99,89 %
- Availability* jaringan Kabanjahe – Sidikalang adalah 99,86 %
- Availability* jaringan Sidikalang – Subulusalam adalah 99,86 %

Sehingga rata – rata *Availability* untuk jaringan Medan - Subulusalam 99.88 %

8. Link Power Budget

Power budget merupakan suatu hal yang sangat menentukan apakah suatu sistem komunikasi optik dapat berjalan dengan baik atau tidak. Perhitungan dan analisis *power budget* merupakan salah satu metode untuk mengetahui performansi suatu jaringan. Dalam perhitungan *link power budget* yang dihitung yaitu jumlah sambungan yang digunakan, redaman dan *level margin* Medan – Subulusalam.

Dalam perhitungan *link power budget* yang harus dihitung :

$$\text{Link budget} = \text{Slope} \times \text{jarak kabel} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{Total Loss Perhitungan} = & (\text{Jarak} \times \text{redaman/km}) \\ & + (\text{Jumlahs} \\ & \text{Sambungan} \times 0,15) + \\ & (\text{Jumlah} \text{ Conector} \times \\ & \text{Loss Conector}) \quad (3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total loss Pengukuran} = & \text{Jarak} \times \text{Redaman/km} \\ \text{Level Margin} = & \text{Redaman Nominal} - \\ & \text{Redaman Total} \quad (4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Optikal PowerBudget} = & \text{Total link loss} \\ & \text{pengukuran} - \\ & \text{Level Margin} \quad (5) \end{aligned}$$

$$N = (L_{\text{sist}} / L_f) - 1 \quad (6)$$

dimana :

L_{sist} = Panjang *link* transmisi

L_f = Panjang maksimum serat optik

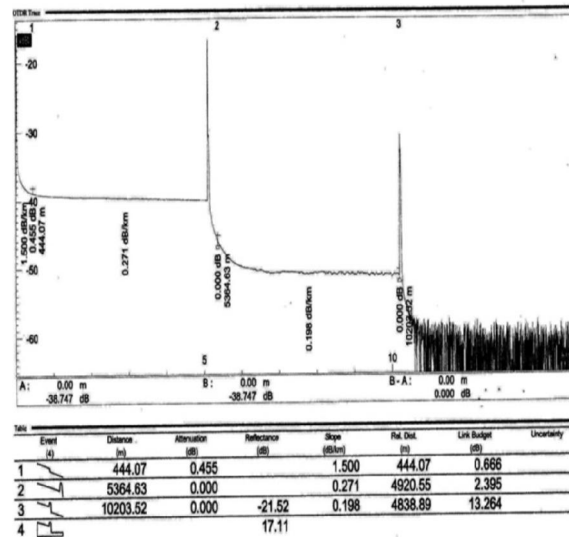
Dari hasil analisis perhitungan didapat nilai total *loss* redaman *link* Medan – Subulusalam sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran *Link Budget* Medan – Subulusalam

Kota	Total Loss Pengukuran	Total Loss Perhitungan	Splice	Level Margin	Optical Power Budget
MDC – Pulau Brayan	15.3 dB	16.75 dB	3	8.1 dB	7.2 dB
Pulau Brayan - Kabanjahe	27.2 dB	33 dB	32	6.9 dB	20.3 dB
Kabanjahe - Sidikalang	26.4 dB	31.45dB	27	5 dB	21.4 dB
Sidikalang - Subulusalam	22.01 dB	26.46 dB	23	10.5 dB	11.51 dB

9. Analisis Hasil Pengukuran OTDR

OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) adalah sebuah sistem yang digunakan untuk mengukur dan mengetest serat optik. OTDR dapat menganalisis setiap dari jarak akan *insertion loss*, *reflection*, dan *loss* yang muncul pada setiap titik, serta dapat menampilkan informasi ini pada layer tampilan. Salah satu contoh pengukuran OTDR adalah *sublink* Medan – Pulau Brayan. Gambar 5 menunjukan hasil Pengukuran OTDR Medan – Puba (Pulau Brayan). Event merupakan gambaran kondisi kabel serat optik, jarak digambarkan pada sumbu X dan redaman pada sumbu Y.[2]



Gambar 5. Hasil Pengukuran OTDR Medan – Puba (Pulau Brayan)

Dari hasil pengukuran OTDR didapat nilai total redaman *link* Medan – Subulusalam. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengukuran OTDR *Link Budget* Medan – Subulusalam

KOTA	TOTAL DAYA / REDAMAN				
	Distance (Jarak)	Attenuation (dB)	Reflection (dB)	Slope (dB/km)	Link Budget
Medan – Pulau Brayan	5.7 km	0.45	-21.52	0.19	13.2
Pulau Brayan - Kabanjahe	89 km	0.16	-15.1	0.68	32.7
Kabanjahe - Sidikalang	85.1 km	0.82	-34.23	2.08	23.7
Sidikalang - Subulusalam	70 km	1.31	-24.13	0.49	25.5

10. Kesimpulan

Dari hasil analisis jaringan *transport backbone link* Medan – Subulusalam menggunakan teknologi SDH dengan serat optik, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Hasil analisis *Availability* untuk *link* Medan – Subulusalam mencapai target ketersediaan yang diinginkan *Management Network Backbone* yaitu 99.88 %. Yang menyatakan efektifnya kinerja jaringan tersebut yaitu diatas 95 %.
- Total sambungan *link* Medan – Subulusalam adalah 85 *splice* dengan Nilai total redaman sebesar 60.4 dB dan nilai total *level margin*

- yang diperoleh dari perhitungan sebesar 30.5 dB.
3. Nilai total daya dari hasil pengukuran OTDR *link* Medan – Subulusalam adalah total *attenuation* 2.74 dB, total *reflection* 94.98 dB, total *Slope* 3.44 dB/km, total *Link Budget* 95.1 dB dengan total jarak 249.8 km.

11. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua penulis serta keluarga besar penulis, Ibu Naemah Mubarakah ST, MT, selaku dosen pembimbing, juga Bapak Ir. M. Zulfin, MT, Bapak Maksum Pinem ST, MT, Bapak Ir Sihar Panjaitan, MT selaku dosen penguji penulis yang sudah membantu penulis dalam menyelesaikan makalah ini, serta teman-teman penulis yang sudah memberikan dukungan selama pembuatan makalah ini.

10. Daftar Pustaka

- [1] Roddy, Dennis dan Jhon, Coolen. *Komunikasi Elektronika*. Jakarta: Erlangga, 1999.
- [2] *Panduan Penyambungan dan Pengukuran Kabel Serat Optik*. Divlat.PT. TELKOM Medan Sumatera Utara.
- [3] William Stallings. *Dasar Dasar Komunikasi Data*. Salemba Teknik, 2001.
- [4] [http://www.lontar.ui.ac.id/Pdf/analisa sistem proteksi jaringan transmisi optik/M. Giri Indrawardana. 2008. 12 September 2012](http://www.lontar.ui.ac.id/Pdf/analisa%20sistem%20proteksi%20jaringan%20transmisi%20optik/M.%20Giri%20Indrawardana.2008.12%20September%202012)