

Pemanfaatan Jaringan SDH berbasis program MatLab untuk Layanan Multimedia

Endah Budi P., M Fauzan Edy P., Sholeh Hadi P., Wahyu Adi P., Rusmi Ambarwati, Dwi utari S.,
Reza Sugandi dan Widhi Setya Wahyudhi

Abstrak—Synchronous Digital Hierarchy (SDH) merupakan teknologi yang mempunyai struktur *transport* secara hierarki dan didesain untuk mengangkut informasi (*payload*) yang disesuaikan dengan tepat dalam sebuah jaringan yang telah ditetapkan oleh ITU-T G.707. Transmisi sinkron digital merupakan proses multiplex sinyal tributari secara multiplexing sinkron yang rekonstruksi sinyalnya melalui elemen jaringan SDH yaitu : Terminal Multiplexer, Add/Drop Multiplexer (ADM) atau Digital Cross-Connect (DXC) dan akhirnya ditransmisikan melalui jaringan optik. Pada penelitian ini teknik multiplexing yang digunakan adalah *Time Division Multiplexing* (TDM). *Time-Division Multiplexing* (TDM) adalah suatu jenis digital yang terdiri dari banyak bagian di mana terdapat dua atau lebih saluran yang sama diperoleh dari spektrum frekuensi yang diberikan yaitu, bit arus, atau dengan menyisipkan detakan-detakan yang mewakili bit dari saluran berbeda. Penulisan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses simulasi *Bit Error Rate* (BER) SDH dengan *Time Division Multiplexing* (TDM) pada STM-4. Proses simulasi SDH khususnya pada STM-4 memiliki *bit error rate* yang bervariasi namun dalam kisaran 0.2800-0.2900, hal ini mengindikasikan bahwa data yang salah saat proses pengiriman dalam kisaran 4970 – 5000 merupakan kesalahan pengiriman data yang cukup besar.

Kata Kunci— SDH, TDM, BER, STM-4.

I. PENDAHULUAN

PERKEMBANGAN komunikasi data yang sangat pesat belakangan ini semakin menuntut adanya peningkatan efisiensi dalam penggunaan perangkat komunikasi. Dalam hal ini teknologi *multiplexing* memiliki peranan yang sangat penting. *Multiplexing* memungkinkan beberapa sumber transmisi berbagi satu saluran transmisi yang sama sehingga penggunaan perangkat komunikasi dapat dimaksimalkan.

Teknik multiplexing *Time Division Multiplexing*

Endah Budi P. adalah dosen Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang, Indonesia

Fauzan Edy P. adalah dosen Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang, Indonesia

Sholeh Hadi P adalah dosen Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang, Indonesia.

Wahyu Adi P adalah dosen Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang, Indonesia.

Rusmi Ambarwat adalah dosen Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang, Indonesia.

Dwi utari S., Reza Sugandi dan Widhi Setya Wahyudhi adalah alumni jurusan teknik elektro Universitas Brawijaya.

merupakan proses pentransmisi beberapa sinyal informasi pada periode waktu tertentu. TDM digunakan karena dengan lebar bandwidth yang kecil membuat bitrate semakin cepat. Oleh karena itu dalam pentransmisi dengan menggunakan TDM pasti terdapat error dari data yang diterima dengan data yang dikirimkan.

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dirancang sebuah perangkat lunak untuk mensimulasikan *besar bit error rate* (BER) dengan teknik modulasi TDM pada performansi SDH.

Mengacu pada permasalahan yang telah diuraikan dalam latar belakang maka rumusan masalah ditekankan mengenai bagaimana simulasi *Bit Error Rate* (BER) SDH dengan *Time Division Multiplexing* (TDM) ?

Penulisan penelitian ini bertujuan untuk menganalisis *besar bit error rate* (BER) dengan TDM pada performansi SDH.

II. JARINGAN SDH (SYNCHRONOUS DIGITAL HIERARCHY)

Jaringan transmisi sinkron merupakan usaha untuk menyatukan berbagai hirarki digital yang telah ada dan membentuk hirarki digital baru yang mendukung berbagai jenis pelayanan sinyal kecepatan tinggi dan rendah sehingga jaringan bisa dikembangkan dari jaringan komunikasi *plesinchronous* atau *Plesinchronous Digital Hierarchy* (PDH) yang telah dipakai selama ini sebagai dasarnya, selanjutnya memultiplex keberadaan tributari PDH dalam metoda sinkron. Tawaran-tawaran spesifik yang diciptakan oleh SDH diantaranya termasuk:

1. *Self-Healing ring* (SHR) yang akan bekerja secara otomatis jika jalur yang bekerja mengalami gangguan dengan cara mengalihkan informasi yang ada pada jalur trafik ke jalur yang lain.
2. Fleksibilitas yang tinggi dalam hal konfigurasi - konfigurasi kanal pada simpul - simpul jaringan dan meningkatkan kemampuan - kemampuan manajemen jaringan baik untuk *payload traffic*-nya maupun elemen - elemen jaringan.
3. *Service on demand* yakni provisi yang cepat end-to-end customer services on demand.
4. Akses yang flexibel dalam arti manajemen yang flexibel dari berbagai lebar pita tetap ke tempat - tempat pelanggan.

Sebelum munculnya SDH, hirarki pemultipleksan sinyal digital untuk Amerika / Kanada, Jepang dan Eropa berbeda - beda seperti dinyatakan pada Tabel 1.

TABEL 1. HIRARKI MULTIPLEKSING SINYAL DIGITAL

Level hirarki ke	Amerika/Kanada (Mbps)	Jepang (Mbps)	Eropa (Mbps)
1	1,544	1,544	2,048
2	6,312	6,312	8,442
3	44,736	32,064	34,368
4	274,176	97,728	139,264

Dengan SDH akan mendukung jaringan dari berbagai vendor secara uniform dengan manajemen jaringan berdasarkan antarmuka node jaringan (Network Node Interface/NNI) yang distandarkan oleh ITU-T dimana level hirarki SDH seperti pada Tabel 2.

TABEL 2. HIRARKI SDH

Level	Rate
STM-1	155,520 Mbps (155 Mbps)
STM-4	622,080 Mbps (620 Mbps)
STM-16	2488,320 Mbps (2,5 Gbps)
STM-64	9953,280 Mbps (10 Gbps)

Struktur multiplexing SDH mengijinkan sinyal - sinyal plesiochronous dari berbagai vendor dimultiplex secara langsung dan sederhana ke sinyal STM-1, untuk ke orde bit rate yang lebih tinggi akan dimultiplexing secara *byte interleaved* misalnya dari sinyal STM-1 ke STM-4 seterusnya ke STM-16. Keuntungan penggunaan struktur multiplexing sinkron adalah :

- Teknik multiplexing / demultiplexing sederhana
- Akses langsung untuk tributary - tributari kecepatan rendah
- Peningkatan kemampuan operasi dan pemeliharaan
- Kemudahan transisi ke bit rate yang lebih tinggi.

Karena *Synchronous Digital Hierarchy* (SDH) merupakan hirarki pemultipleksan yang berbasis pada transmisi sinkron yang telah ditetapkan oleh ITU-T sehingga menghasilkan beberapa keunggulan, yaitu :

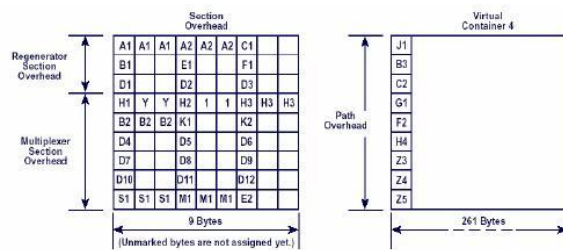
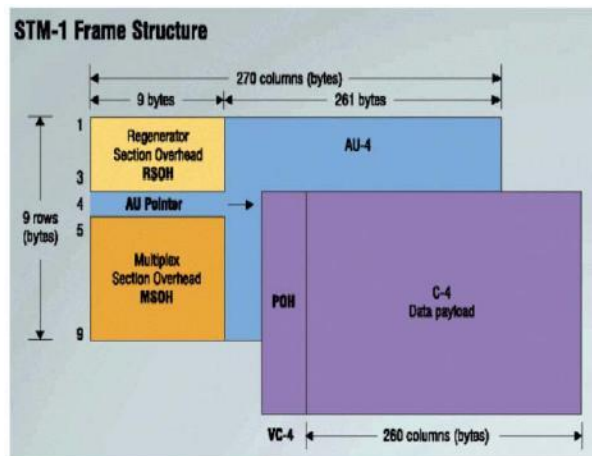
- Kode saluran (*Line code*) yang dipakai merupakan standar untuk transmisi sinyal optik, sehingga menjamin kompatibilitas perangkat dari berbagai merek.
- Strukturanya modular. Dari bitrate dasar (155,52Mbps) dapat disusun tingkatan multipleks yang lebih tinggi dengan bitrate kelipatan bilangan bulat dari bitrate sinyal STM-1. Struktur frame untuk STM-N (N=1,4,16,64) identik, tidak didefinisikan sebagai frame baru seperti

pada PDH.

- Pengaksesan kanal tertentu dari sinyal multipleks secara langsung dengan bantuan pointer. Hal ini merupakan keuntungan pada aplikasi sistem Digital Cross Connector dan teknik percabangan ADM (Add Drop Multiplexer)
- Adanya byte - byte overhead untuk keperluan supervisi, kontrol, dan manajemen.
- Dimungkinkan transmisi sinyal PDH melalui teknik SDH.

A. *Komponen Pada SDH*

STM-1 (Synchronous Transport Module) adalah modul transport sinkron level-1. Sebuah frame tunggal STM-1 dinyatakan dengan terdiri dari sembilan baris dan 270 kolom. Frame ini dibentuk dari 2430 byte, setiap byte terdiri dari 8 bit. Frame STM-1 berisi dua bagian, bagian *SOH (Section Overhead)* dan bagian *VC (Virtual Container)* yang merupakan *payloadnya* atau informasi intinya. Frame SDH terlihat pada Gambar 1.



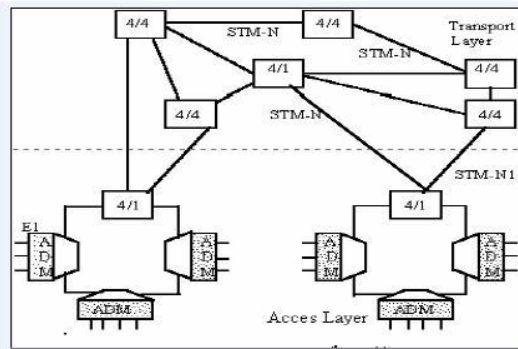
Gambar 1. Frame SDH

B. *Arsitektur umum jaringan SDH*

Level yang paling tinggi, jaringan transport adalah n x STM-1 (n x 155 Mbps) yang dihubungkan secara bersilangan oleh peralatan DXC 4/4 (DXC). DXC ini berfungsi untuk menyediakan tempat bagi interkoneksi hubungan hubungan jalur kawatnya (hardwire) serta pemeliharaan rutin maupun *troubleshooting*-nya.

Jaringan akses SDH umumnya tersusun dalam ring - ring STM-1. ADM 4/1 (*Add and Drop Multiplexer*) untuk mendemultipleks aliran STM-1 ke aliran E1 atau

memultiplek aliran E1 ke dalam aliran STM-1. Mengacu pada gambar 2 jaringan SDH dibagi menjadi 2 lapisan yaitu lapisan transport dan lapisan akses. Lapisan transport terdiri dari peralatan-peralatan DXC yang berlokasi di sentral-sentral telepon serta koneksi-koneksi kapasitas tinggi diantara sentral - sentral telepon. Sedangkan lapisan akses terdiri dari peralatan ADM yang berlokasi di sentral - sentral telepon / kabinet - kabinet di jalanan yang merupakan penyedia lebar pita saluran bagi para user.



Gambar 2. Jaringan SDH

C. Karakteristik Sinyal Synchronous Digital Hierarchy (SDH)

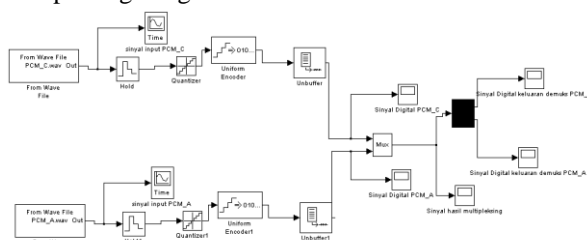
Karakteristik sinyal SDH adalah sebagai berikut (Divlat PT TELKOM) :

Bit Rate dasar (CCITT G. 707-708-709) : 155,2 Mbps (STM-1), bit rate untuk tingkatan yang lebih tinggi (STM-N) : $N \times 155,2$ Mbps . Nilai N dapat bernilai $N = 4$ atau $N = 16$. STM = Synchronous Transport Module.

1. Jaringan transmisi yang sinkron dengan adanya clock acuan
2. Multiplexing (penggabungan sinyal) dengan teknik pointer.
3. Dimungkinkannya transmisi sinyal PDH melalui teknik SDH
4. Struktur frame dari sinyal Synchronous Transport Module-N (STM-N) identik dengan struktur frame dari sinyal Synchronous Transport Module-1 (STM-1), dibentuk dengan cara multiplex byte per byte.

III. HASIL DAN ANALISIS

Simulasi dengan Matlab 7.5.0. Block simulink multiplexing dengan Matlab 7.5.0.

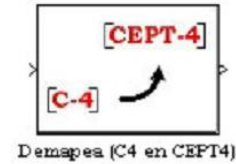


Block di atas merupakan proses multiplexing, dimana terlihat terdapat 2 sinyal masukan dikumpulkan dalam 1 kanal. Di bawah ini akan dijelaskan proses mendapatkan hasil BER (Bit Error Rate) pada SDH khususnya STM-4 dengan menggunakan simulink matlab.

A. DEMAPEO C4 a CEPT-4 (ASINCRONO)

Tujuan : Virtual Container C4 DEMAP sebuah CEPT-4 sinyal Asynchronous.

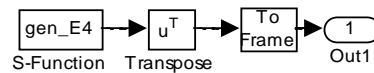
Deskripsi : Blok C4 ini merupakan wadah virtual untuk CEPT-4 sinyal Asynchronous. Ini adalah dibuat berdasarkan muatan atau informasi yang membawa STM 1.



Blok di atas merupakan simulasi dasar multiplexing dengan 2 sinyal masukan dalam 1 kanal.

Blok simulink Matlab 6.5:

Blok simulink CEPT – 4 merupakan sinyal masukan untuk melihat BER (Bit Error Rate) pada STM – 4, di dalam CEPT – 4 terdapat beberapa blok simulink lainnya :

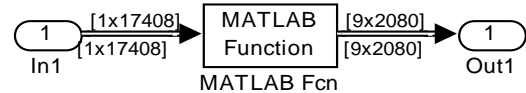


Pada blok simulink di atas masuk pada container 4 atau yang disimbolkan dengan C-4. Kontainer adalah struktur informasi yang akan membentuk Virtual Container pada payload. Untuk setiap jenis Virtual Container (VC) yang telah didefinisikan pada sistem SDH memiliki jenis container yang sesuai. Fungsi utama dari container adakah untuk membentuk bit rate dari sinyal informasi tributari agar sesuai dengan rekomendasi sistem SDH (Recommendation ITU-T G.702)

TABEL 3. 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

Di dalam block simulink kontainer 4 atau C-4



1) Path Overhead (POH_Tx)

Tujuan : Digunakan untuk Tambahkan Rute Header (POH) untuk sinyal-1 SPE STS.

Deskripsi : Blok digunakan untuk menambahkan header rute, Jalur Overheader disebut (POH) untuk sinyal SPESTS-1. Sembilan byte menambahkan, untuk jenis header adalah :

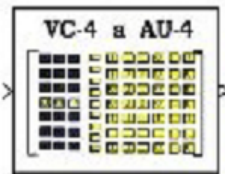


- J1 : STS Path Trace
 - B3 : Path BIP-8
 - C2 : STS Path Signal Label
 - G1 : Status Path
 - F2 : Path Channel Pengguna
 - H4 : Indikator Multiframe VT
 - Z3-Z5 : Pertumbuhan
- Dimensi dari sinyal input [9 * N ° Frames, 688]. Dengan menambahkan byte POH, ukuran dari sinyal output akan [9 * N ° Frames, 696] bit.

2) VC4_a_AU4

Tujuan : Digunakan untuk memberikan tingkat keterlambatan informasi masukan. Dan menambahkan Signage pointer untuk sinyal AU4.

Deskripsi : Blok ini menambahkan sinyal yang mengarah ke sinyal VC4 wadah virtual atau masukan. Dengan kata lain, mengubah sinyal menjadi sinyal atau AU4 VC 4 unit administrative. Byte ditambahkan, untuk jenis header adalah:



- H1: Pointer
- H2: Pointer
- H3: Pointer Action Byte

Blok ini memberikan tingkat pertama keterlambatan informasi input, jika keinginan pengguna. Memang, keterlambatan ini didefinisikan dalam kisaran tertentu akan sesuai dengan dengan standart. Kemudian menghasilkan pointer dan menulis dan menulis dalam posisi yang benar di dalam, secara khusus dalam header transportasi.

Virtual container merupakan gabungan antara container dengan POH (Path Overhead). Setiap container akan diberikan byte tambahan yaitu byte POH untuk keperluan monitoring container tersebut, sehingga dapat mengetahui status hubungan dari layer trafik selama proses transmisi. VC dibedakan menjadi 2 tingkatan:

- Lower Order Virtual Container: LO VC-n (n=1,2,3)

Komponen ini terdiri atas sebuah container-n (n=1,2,3) dengan lower Orde Virtual Container POH yang sesuai untuk level ini. Sebelum disusun ke dalam frame STM-1, Lower Order VC ini akan dimultipleks terlebih dahulu kedalam VC yang lebih tinggi (High Order VC)

- High Order Virtual Container: HO VC-n (n=3,4)

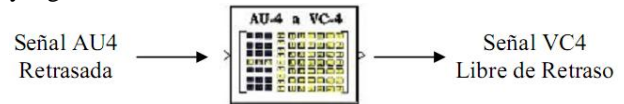
Komponen ini tersusun sebuah container-n (n = 3,4) atau beberapa gabungan dari tributary Unit Group (TUG-2 atau TUG-3) yang ditambahkan dengan Virtual Container POH yang sesuai dengan level High Order ini.

3) AU4_a_VC4

Tujuan : untuk mengambil informasi yang tiba terakhir. Pointer mengeluarkan Signaling Transport Header (OLT) untuk sinyal AU4.

Deskripsi : Blok ini mengeluarkan header transportasi, dikenal sebagai Overhead Transport (TOH) ke sinyal AU4 unit administrasi atau input. Byte “penunjuk” ditambah pada pemancar dikeluarkan oleh blok ini.

Dalam gambar di bawah ini, mengidentifikasi port yang membentuk blok ini :



Administrative Unit (AU) merupakan struktur informasi adaptasi antara HOVC kedalam STM-n, AU terdiri dari HOVC dengan AU-Pointer. AU-Pointer ini menunjukkan posisi awal HOVC didalam frame STM-n. ada 2 jenis AU yaitu AU-4 dan AU-3. Dalam satu frame STM-1 bisa terdapat 1 x AU – 4 atau 3 x AU – 3. Penempatan VC – 3 bisa langsung kedalam payload STM – 1dengan melalui AU – 3 atau secara tidak langsung melalui AU – 4, dimana 3 buah VC – 3 dimapping kedalam VC – 4.

Overhead.

Dibagi menjadi 2, yaitu:

a. Section Overhead (SOH)

Section Overhead terletak pada 9 kolom awal sebagai monitoring, maintenance, dan servis. Terbagi menjadi dua berdasarkan fungsinya, yaitu:

1. Regeneration Section Overhead (RSOH) berfungsi untuk memonitor regeneration section dari SDH. Terletak pada baris ke 1 sampai 3 dan kolom ke 1 sampai 9.
2. Multiplex Section Overhead (MSOH) berfungsi untuk memonitor multiplex section dari SDH. Terletak pada baris ke 5 sampai 9 dan kolom ke 1 sampai 9.

b. Path Overhead (POH)

Path Overhead terletak pada VC (Virtual Container). Berfungsi sebagai label VC , error

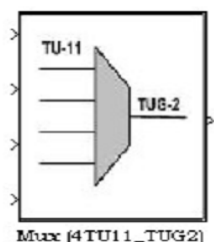
checking dan path status. Terbagi menjadi 2 berdasarkan letaknya, yaitu:

1. *High Order Path Overhead* (HPOH), merupakan POH untuk beberapa VC-12.
2. *Low Order Path Overhead* (LPOH), merupakan POH untuk VC-12

4) MUX (4TU11_TUG2)

Tujuan : Multiplexing 4 kepada sekelompok TUG2

Deskripsi : Blok MUX (4TU11_TUG2) mencampur empat sinyal dalam-11 unit TU aliran kelompok TUG2. Proses ini dicapai dengan menerapkan metode *interleaving byte*.



Kemudian, kecepatan dari sinyal output adalah empat kali kecepatan sebuah-TU 11 bernilai 1.728 Mbps

Struktur multiplexing SDH mengizinkan sinyal - sinyal pliesiochronous dari berbagai vendor dimultiplex secara langsung dan sederhana ke sinyal STM-1, untuk ke orde bit rate yang lebih tinggi akan dimultiplexing secara byte interleaved misalnya dari sinyal STM-1 ke STM-4 seterusnya ke STM-16.

Keuntungan penggunaan struktur multiplexing sinkron adalah :

- a. Teknik multiplexing / demultiplexing sederhana
- b. Akses langsung untuk tributary - tributari kecepatan rendah
- c. Peningkatan kemampuan operasi dan pemeliharaan
- d. Kemudahan transisi ke bit rate yang lebih tinggi.

Karena *Synchronous Digital Hierarchy* (SDH) merupakan hirarki pemultiplekan yang berbasis pada transmisi sinkron yang telah ditetapkan oleh ITU-T sehingga menghasilkan beberapa keunggulan, yaitu :

1. Kode saluran (*Linecode*) yang dipakai merupakan standar untuk transmisi sinyal optik, sehingga menjamin kompatibilitas perangkat dari berbagai merek.
2. Strukturnya modular. Dari bit rate dasar (155,52Mbps) dapat disusun tingkatan multipleks yang lebih tinggi dengan bitrate kelipatan bilangan bulat dari bitrate sinyal STM-1. Struktur frame untuk STM-N (N=1,4,16,64 identik, tidak didefinisikan sebagai frame baru seperti pada PDH.
3. Pengaksesan kanal tertentu dari sinyal multipleks secara langsung dengan bantuan pointer. Hal ini merupakan keuntungan pada aplikasi sistem Digital Cross Connector dan teknik percabangan ADM (Add Drop Multiplexer)
4. Adanya byte - byte overhead untuk keperluan

supervisi, kontrol, dan manajemen.

5. Dimungkinkan transmisi sinyal PDH melalui teknik SDH.

5) Serializador

Tujuan : Serial input.

Deskripsi : Blok ini menserialkan sinyal input. Dengan kata lain, mengubah dua dimensi (atau dalam bingkai) ke sinyal satu dimensi (atau aliran serial).



6) Láser (Fuente de Luz)

Tujuan : Mengubah input sinyal listrik ke sinyal keluaran optik (cahaya), sehingga dapat menyebar melalui media optik.

Deskripsi : blok Laser menyediakan jenis sinyal optik modulasi intensitas koheren (IM).

7) Serat Optik



Tujuan : Transportasi sinyal optik (cahaya) dari transmisi ke titik penerima akan memberikan redaman pada tingkat tertentu.

Keterangan:

Blok serat optik ini dirancang sedemikian rupa sehingga, tergantung pada nilai panjang gelombang (Nm) dan panjang bentang (km) yang nantinya ketika digunakan memberikan redaman pada tingkat tertentu. Penting untuk dicatat bahwa juga terlibat factor-faktor lain dalam redaman seperti jarak maksimum antara repeater (Jarak Pendek atau Panjang Jarak Jauh-SH-LH) dan jumlah konektor (jika ada) yang hadir di seluruh jaringan serat optik.

Atenuasi dari jalur optik (Tx-Rx) dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$A_{TOTAL} = 10^{[-(\alpha_n * L_n + \alpha_s * X + \alpha_c * Y) / 20]} (mW)$$

Dimana:

- a: koefisien atenuasi serat ke-n dari bagian dasar. (Lihat Rec ITU-T G.652)

Panjang gelombang (nm)	Panjang redaman (dB / Km)		
	Minimal	tipikal	maksimal
1310	0.3	0.35	0.4
1550	0.15	0.2	0.25

L: Maksimum jarak antar repeater (lihat ITU-T Rec G.957)

Aplikasi	Short Haul (Short Course)		Long Haul (Jarak Jauh)	
	λ (nm)	1310	1550	1310
jarak (Km)	15		40	80

α : Rugi Rata-rata per sambatan.

Solder Penyambungan Serat Single Mode ≅ 0.3 dB rugi

X: Jumlah Bagian Cable Splices Dasar.

Cα : Kehilangan Line Jacks Media.

Rugi ≅ 0,4 dB

Y: Jumlah Konektor yang berisi jaringan serat optik. (Jika ada)

Bagian _ Elemental _ panjang: Panjang setiap baris serat optik, yang memiliki nilai-nilai maksimum. (Lihat Jarak Maksimum antara repeater)

Bagian Panjang _ n _ th: Panjang dari gulungan serat optik. Menurut produsen, panjang ini adalah 2 km. (2000 m.). Fitur blok, mengacu pada serat optik mode tunggal atau single mode (SMF).

a) **jarak maksimum antara repeater (km)**

Penentuan jarak maksimum antara repeater dalam sistem komunikasi optik untuk simulator ini: Haul Pendek, Long Haul.

b) **Khas Panjang gelombang (nm)**

Menentukan nilai panjang gelombang operasi serat optik (Laser): 1310 nm atau 1550 nm. Parameter ini terlibat dalam redaman yang disediakan oleh serat optik.

c) **Total Jumlah Konektor**

Menentukan apakah konektor antara (Serat Optic Transmitter) dan (Serat Optic Transceiver). Jika ada lokasi link ada garis tunggal serat optik, parameter ini harus sama dengan 2. Jika ada dua bagian serat optik (dua blok), parameter ini harus sama dengan 1 di setiap bagian. Namun, jika ada lebih dari dua bagian serat antara Tx dan Rx, parameter ini harus 1 pada bagian serat pada ujung link (Point dan Point Tx Rx) dan, untuk bagian menengah, parameter ini harus menjadi nol.

8) **Optical Regenerator**



Tujuan : menumbuhkan aliran data yang masuk

Keterangan : Blok Regenerative menyediakan restorasi sinyal optik yang rusak oleh suara berisik saat

ditularkan melalui serat optik. blok ini sesuai dengan prinsip tumpang tindih yang memiliki kemungkinan output dari "1" atau "0", yang dikenal sebagai Gaussian ganda. tumpang tindih ini disebut BER, yang merupakan probabilitas untuk memutuskan "1" ketika sebuah "0" diterima dan sebaliknya. Dapat dinyatakan sebagai:

$$BER = \frac{1}{2} [P(0/1) + P(1/0)]$$

Sinyal Type SONET / SDH

Menentukan tipe input sinyal / SONET SDH: STS-12/STM- 4, STS-48/STM-16, STS-192/STM-64, STS-768/STM-256.

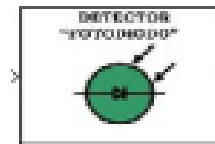
Khas Panjang gelombang (nm)

Menentukan nilai panjang gelombang operasi sumber optik (laser): 1310 nm atau 1550 nm.

Sinyal Terhadap Kebisingan (dB)

Nilai minimum adalah 0 dB. Default adalah 60 dB.

Sub Block Optical Regenerator detektor fotodioda



Tujuan : Mentransformasikan sinyal input optik ke sinyal listrik.

Blok fotodioda yang menghasilkan sinyal listrik. Prinsip operasi dari blok ini dari karena laser langsung termodulasi sinyal optik, property deteksi photodetektor langsung dari pentransmisian sinyal optik Properti Deteksi Langsung sinyal dapat dinyatakan melalui persamaan berikut:

$$I = Responsividad * Ganancia_{APD} * P_{Rx}$$

Persamaan ini bekerja dengan konvensi sebagai berikut: Suhu (@ 25 ° C) dan nilai-nilai khas responsivitas (() mW d mA η), dan keuntungan APD. Range Operasi Panjang gelombang (nm) antara 1000 dan 1700 [1] fitur Blok tersebut, merujuk ke Photodiode Avalanche (APD) InGaAs.

Blok juga memberikan informasi pada bahan semikonduktor yang dibuat photodetektor tersebut. Hal ini sebagai pengetahuan yang penting dalam hal umum, karena data ini tidak terlibat dalam perhitungan di blok tersebut, hanya dalam karakteristiknya

Bahan Semikonduktor

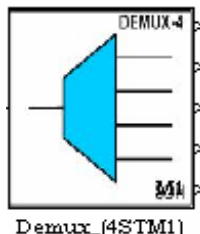
Nilai mengungkapkan bahan semikonduktor yang dibuat photodetektor tersebut. Defaultnya adalah InGaAs. Perubahan No. Rentang panjang gelombang Tenaga Kerja (mikron) Menentukan rentang operasi photodetektor dengan panjang gelombang berkisar antara 1,0 mikron sampai 1,7 mikron. Perubahan No. Responsivitas (mA / mW) Nilai default adalah 5 mA / mW. APD Keuntungan Nilai default adalah 10.

9) **Serial**

Blok ini menjalin sinyal input. Jadi, untuk mengubah

input satu-dimensi (atau aliran serial) dalam sinyal dua dimensi (atau dalam plot a). Pemilihan jenis blok tergantung pada jenis sinyal SDH yang ditularkan. Dalam hal ini, sinyal input harus dari STM-4. Sebagai pintu masuk dimensi adalah $[1 * a, b]$ bit, maka dimensi dari sinyal output akan $[ab]$ bit.

10) Demultiplexer



Tujuan : demultiplexing sinyal STM-4. 1 sinyal menjadi 4 sinyal STM.

Blok DemuxBits_ (4STM-1) demuxes STM-4 di empat (4) sinyal menjadi 1 sinyal STM. Proses demultiplexing dilakukan dengan menggunakan metode bit interleaving. Perhatikan bahwa blok memiliki output tambahan. Melalui port ini dapat mengambil nilai byte M1 untuk Pelaporan Kesalahan.

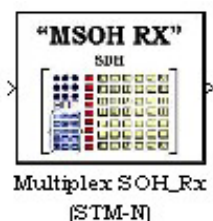
11) MSOH RX



Tujuan : MSOH untuk sinyal STM-1

Blok ini merupakan ekstrak baris header, yang dikenal sebagai Overhead Bagian Multiplex (MSOH) untuk input sinyal STM-N. 17 bytes ditambahkan pada pemancar dikeluarkan oleh blok yang terletak di tingkat penerima.

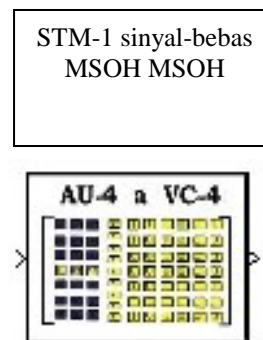
Dalam gambar di bawah ini, mengidentifikasi port yang membentuk blok ini:



Dalam blok MSOH seperti untuk STM-1, tidak dihitung byte M1 Pelaporan Kesalahan. Hal ini karena untuk STM-N dengan $N = 4, 16, \dots$, byte ini dihitung pada multiplexer yang sesuai. Hal ini berarti, bahwa blok ini hanya dirilis ke bagian header frame STM-n MSOH. Dimensi dari sinyal input $[9 * N \text{ } ^\circ \text{ Pola}, 2160 * N]$ dimana $N = 4, 16, \dots$. Ketika menghapus MSOH byte, ukuran dari sinyal keluaran akan sama dengan sinyal input.

Sub block MSOH :

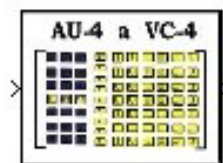
a) AU4_a_VC4



Tujuan: Ambil informasi yang datang di belakang. Pointer ekstrak Signaling Transport Header (OLT) untuk sinyal AU3.

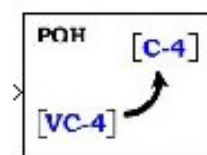
Blok ini mengeluarkan header transportasi, dikenal sebagai Overhead Transport (Toh) ke sinyal AU4 unit administrasi atau input. Byte "Penunjuk" ditambahkan pada pemancar dikeluarkan oleh blok ini. Penting untuk dicatat bahwa dalam blok ini dikeluarkan nilai penunjuk dalam Toh, Toh akan dihapus dan, akhirnya, untuk mengambil muatan yang tertunda dari pemancar.

Dalam gambar di bawah ini, mengidentifikasi port yang membentuk blok ini:



Dimensi dari sinyal output adalah $[9 * N \text{ } ^\circ \text{ Pola}, 2088]$, setelah mengeluarkan pointer dan memulihkan sinyal.

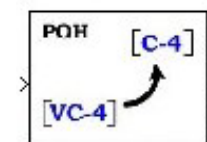
b) POH



Tujuan: mengeluarkan byte POH untuk sinyal VC4, hitung byte G1.

Blok ini ekstrak header routing, disebut Path Overhead (POH) ke sinyal VC4 sebagai wadah virtual atau masukan. Kesembilan bytes ditambahkan pada pemancar dikeluarkan oleh blok ini.

Dalam gambar di bawah ini, mengidentifikasi port yang membentuk blok ini:



Selain itu, di blok ini dihitung byte G1 atau Byte Pelaporan Kesalahan (FEBE). " Byte ini ditentukan oleh jumlah biner dari byte yang diterima dan B3 dihitung pada penerima, jika informasi tersebut telah mencapai byte yang salah. Byte G1 dikirim kembali, sebagai alarm RDI-L. Dimensi dari sinyal output adalah $[9 * N \text{ } ^\circ \text{ Pola}, 2080]$ bit, untuk mengekstrak byte POH.

c) BER (Bit Error Rate)



Tujuan : Mengukur Bit Error Rate (BER) antara sinyal pada pemancar dan sinyal pada penerima.

Blok ini mengukur kecepatan bit error (BER) antara sinyal meninggalkan transmitter dan sinyal yang diterima. Seperti yang Anda ketahui, Bit Error Rate, menyatakan jumlah bit yang rusak atau hilang selama jalur transmisi, dan keterlambatan, hilang dalam pemancar atau penerima, antara lain. Dalam gambar di bawah ini, mengidentifikasi port yang membentuk blok ini:



Hal ini dapat dilihat bahwa blok atau data menampilkan tiga nilai: Nilai Bit Error Rate, Bit Error Nomor dan Jumlah bit ditransmisikan, yang dapat dilihat menggunakan blok yang disebut Tampilan.

Bit Error Rate (BER) merupakan banyaknya bit yang salah ketika sejumlah bit data ditransmisikan dari titik asal ke titik tujuan.

$BER = \text{jumlah data yang salah} / \text{jumlah data yang dikirim}$.

TABEL 4. NILAI BER DENGAN JUMLAH DATA TERKIRIM 17408

No	Jumlah data yang dikirim	Jumlah data yang salah	BER
1	17408	5002	0.2873
2	17408	5095	0.2927
3	17408	5054	0.2903
4	17408	5051	0.2902
5	17408	5041	0.2896
6	17408	5046	0.2899
7	17408	4973	0.2857
8	17408	5006	0.2876
9	17408	5049	0.2900
10	17408	5000	0.2872

Pada perhitungan BER, kami melakukan beberapa kali proses simulasi untuk mengetahui variasi data yang salah.

Terlihat dari data di atas bahwa proses simulasi SDH khususnya pada STM-4 memiliki bit error rate yang bervariasi namun dalam kisaran 0.2800-0.2900, hal ini mengindikasikan bahwa data yang salah saat proses pengiriman dalam kisaran 4970 – 5000. Menurut kami data yang salah saat pengiriman data ini cukup besar.

Pada perhitungan BER display2, kami telah melakukan beberapa kali proses simulasi untuk mengetahui variasi data yang salah.

TABEL 5. NILAI BER DENGAN JUMLAH DATA TERKIRIM 233280

No	Jumlah data yang dikirim	Jumlah data yang salah	BER
1	233280	23003	0.0986
2	233280	22337	0.0958
3	233280	22809	0.0978
4	233280	22571	0.0968
5	233280	22677	0.0972
6	233280	22502	0.0965
7	233280	22423	0.0961
8	233280	22389	0.0982
9	233280	23107	0.0991
10	233280	23188	0.0994

Berdasarkan data di atas diperoleh bahwa proses simulasi SDH khususnya pada STM-4 memiliki bit error rate yang bervariasi namun dalam kisaran 0.0958 – 0.0994, hal ini mengindikasikan bahwa data yang salah saat proses transmisi yang terjadi pada serat optik dalam kisaran 22389 - 23188. Menurut kami data yang salah saat pengiriman data ini cukup besar.

IV. KESIMPULAN

Pada simulasi SDH khususnya pada blok STM-4 diperoleh Bit Error Rate (BER) yang bervariasi. Hasil penelitian ini didapatkan bahwa data salah yang dikirim cukup besar, hal ini nampak saat melakukan 10 kali pengambilan data, dengan membandingkan data yang dikirim dengan data yang diterima.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ANSI T1.105-1991, "Digital Hierarchy-Optical interface rates and format specification (sonet)", 1991.
- [2] ANSI T1.117, "Digital Hierarchy-Optical Interface specification (sonet)".
- [3] Kumar, Balaji, "Broadband Communication", McGraw-Hill Internationals edition, 1996.
- [4] www.ctr.Colombia.edu/~dimitri/teaching/E6761/lecture11/sonnet.pdf, "Telecommunication Standart Primer ". Tektronik . 1997.
- [5] Y. Nakano, "Signal Processing for SDH Digital Cross-Connect System", IEEE International Conference on Communication ICC '93 (23–26 May 1993).
- [6] Osiris.teccart.qc.ca/telecom/download/doc_pdf/sonet.pdf. "Sonet 102 an Introduction to Basic Synchronous Optical Network".