

Implementasi OTN Pada Sistem Transmisi DWDM

S. El Yumin¹ dan Mifta Hul Fitri²

¹Prodi Teknik Elektro, FTI-ISTN, Jakarta
Email: sel_yumin@yahoo.com

²Peneliti Join Research Departement, Technology and System Division
PT. Telkomsel, Jl.Gatot Subroto Kav 52 Jakarta
Email: mita.hulfitri@gmail.com

Abstrak - Optical Transport Network (OTN) merupakan suatu teknologi yang dapat meningkatkan bandwidth dan realibility (kehandalan) jaringan dengan membangun fungsi – fungsi jaringan ke dalam jaringan optik. Sebuah OTN terdiri dari satu set elemen jaringan optik yang dikoneksikan dengan link serat optik. OTN dapat menyediakan kegunaan dari transport, multiplexing, perutean, manajemen, supervision dan ketahanan dari kanal optik yang membawa sinyal klien. Dalam paper ini, menjelaskan implementasi OTN pada sistem transmisi DWDM. Penilaian kualitas transmisi menggunakan parameter – parameter seperti Optical Signal to Noise Ration (OSNR) dan Bit Error Rate (BER). Hasil dari implementasi OTN ini membuktikan bahwa FEC mampu memperbaiki error yang terjadi sebagai akibat adanya noise, dispersi maupun redaman yang muncul pada saat proses transmisi berlangsung. Hal terpenting dalam pengukuran performance adalah nilai factor Q, karena semakin besar nilai factor Q berarti bit errornya semakin kecil serta performance dari jaringan tersebut semakin baik.

Kata kunci: OTN, DWDM, FEC, OSNR, BER

Abstract - Optical Transport Network (OTN) is a technology that can increase the bandwidth and reliability in network by building the networking functions into optical networks. An OTN is composed of a set of optical network elements are connected by fiber-optic link. OTN can provide the usability of transport, multiplexing, routing, management, supervision, and resilience of optical channels carrier client signal. In this paper, describes the implementation of OTN in DWDM transmission systems. Assessment of quality of transmission using parameters - parameters such as Optical Signal to Noise Ration (OSNR) and Bit Error Rate (BER). The results proved that the implementation of OTN FEC able to fix errors that occur as a result of noise, dispersion and attenuation that arise during the process of casting. The most important thing in the performance measurement is the value of the Q factor, because the larger the value of Q factor means that the bit error is getting smaller and the performance of the network be better.

Keywords: OTN, DWDM, FEC, OSNR, BER

1. PENDAHULUAN

Perkembangan dan trend trafik data yang sangat cepat telah mendorong semakin berkembangnya teknologi jaringan optik yang mampu mengakomodasi kebutuhan bandwidth yang sangat besar (Next Generation Optical Transport Network). Untuk itu diperlukan teknologi jaringan transport yang handal. Optical Transport Network (OTN) merupakan suatu teknologi yang dapat meningkatkan bandwidth dan realibility (kehandalan) jaringan dengan membangun fungsi – fungsi jaringan ke dalam jaringan optik. Sebuah OTN terdiri dari satu set elemen jaringan optik yang dikoneksikan dengan link serat optik. OTN dapat menyediakan kegunaan dari transport, multiplexing, pe-rute-an, manajemen, supervisi dan ketahanan dari kanal optik

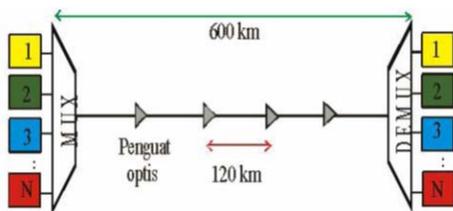
yang membawa sinyal klien.

Dalam penelitian ini, dijelaskan implementasi OTN pada sistem transmisi DWDM. Penilaian kualitas transmisi menggunakan parameter – parameter seperti Optical Signal to Noise Ration (OSNR) dan Bit Error Rate (Rate). Penelitian ini dilakukan pada link Buaran – TB Simatupang yang telah menggunakan OTN.

Hasil dari implementasi OTN ini membuktikan bahwa FEC mampu memperbaiki error yang terjadi sebagai akibat adanya noise, dispersi maupun redaman yang muncul pada saat proses transmisi berlangsung. Hal terpenting dalam pengukuran performansi adalah nilai factor Q, karena semakin besar nilai factor Q berarti bit errornya semakin kecil serta performansi dari jaringan tersebut semakin baik.

2. METODA

DWDM merupakan suatu teknik transmisi yang memanfaatkan cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda-beda sebagai kanal-kanal informasi, sehingga setelah dilakukan proses *multiplexing* seluruh panjang gelombang tersebut dapat ditransmisikan melalui sebuah serat optic, seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Teknologi DWDM

Teknologi DWDM memanfaatkan sistem SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*) yang sudah ada (solusi terintegrasi) dengan memultiplekskan sumber-sumber sinyal yang ada. Teknologi DWDM ini sebagai suatu teknologi jaringan *transport*, memiliki kemampuan untuk membawa sejumlah panjang gelombang dengan berbagai kapasitas informasi, mulai dari 4 Gbps, 8 Gbps, 16 Gbps, 32 Gbps, dan seterusnya, dalam satu serat optik tunggal. Artinya, apabila dalam satu serat optik itu dipakai empat gelombang, maka kecepatan transmisinya menjadi 4×10 Gbs (kecepatan awal dengan menggunakan teknologi SDH).

2.1. Teknik Operational DWDM

Algoritma kriptografi bernama Rijndael yang didesain oleh Vincent Rijmen dan John Daemen asal

Pada dasarnya, teknologi WDM (awal adanya teknologi DWDM) memiliki prinsip kerja yang sama dengan media transmisi yang lain. Yaitu untuk mengirimkan informasi dari suatu tempat ke tempat yang lain. Namun, dalam teknologi ini serat optik dapat melakukan pengiriman secara bersamaan banyak informasi melalui kanal yang berbeda. Setiap kanal ini dibedakan dengan menggunakan prinsip perbedaan panjang gelombang yang dikirimkan oleh sumber informasi. Sinyal informasi yang dikirimkan awalnya diubah menjadi panjang gelombang yang sesuai dengan panjang gelombang yang tersedia pada kabel serat optik kemudian dimultipleksikan pada satu fiber. Dengan teknologi DWDM ini, pada satu kabel serat optik dapat tersedia beberapa panjang

gelombang yang berbeda sebagai media transmisi yang biasa disebut dengan kanal.

2.2. Jaringan OTN (Optical Transport Network)

ITU-T mendefinisikan Optical Transport Network (OTN) sebagai satu set Optical Network Elements (SATU) dihubungkan dengan link fiber optik, mampu memberikan fungsi transportasi, multiplexing, switching, manajemen, pengawasan dan bertahan hidup saluran optik yang membawa sinyal klien.

ITU-T G.709 Rekomendasi yang biasa disebut Optical Transport Network (OTN) (juga disebut teknologi wrapper digital atau optik saluran wrapper). Pada proses lapisan Optical Channel adalah:

- a. OTN
- b. SONET / SDH
- c. Ethernet / FibreChannel
- d. Paket

Beberapa fungsi utama yang dilakukan pada sinyal-sinyal ini adalah pengolahan Protokol semua sinyal. Beberapa proses yang lebih kompleks adalah

- a. Koreksi kesalahan maju (FEC) pada sinyal OTN
- b. Multiplexing dan de-multiplexing sinyal OTN
- c. Pemetaan dan de-pemetaan sinyal non-OTN masuk dan keluar sinyal OTN
- d. Pemrosesan paket dalam hubungannya dengan pemetaan paket masuk dan keluar dari sinyal OTN

Sinyal OTN di semua data-suku memiliki struktur rangka yang sama tetapi periode bingkai mengurangi dengan meningkatnya data rate. Pada OTN link point-to-point ada latency karena maju koreksi kesalahan (FEC) pengolahan.

2.3. FEC (Forward Error Correction)

Dalam telekomunikasi dan teori informasi, forward error correction (FEC), juga disebut pengkodean kanal, adalah suatu sistem dari kontrol kesalahan untuk transmisi data dimana pengirim secara sistematis menambahkan data lebih pada pesan di dalamnya, juga dikenal sebagai error-correcting kode (ECC).

Redundansi yang dirancang dengan baik memungkinkan penerima untuk mendeteksi dan memperbaiki sejumlah kesalahan yang terjadi di mana saja di pesan tanpa perlu meminta pengirim data tambahan. FEC penerima memberikan kemampuan untuk memperbaiki kesalahan tanpa perlu kanal reverse untuk meminta pengiriman ulang data, biaya saluran bandwidth tetap tinggi. Oleh karena itu FEC diterapkan dalam situasi di mana transmisi ulang relatif mahal, atau mungkin seperti ketika siaran ke beberapa penerima. Secara khusus,

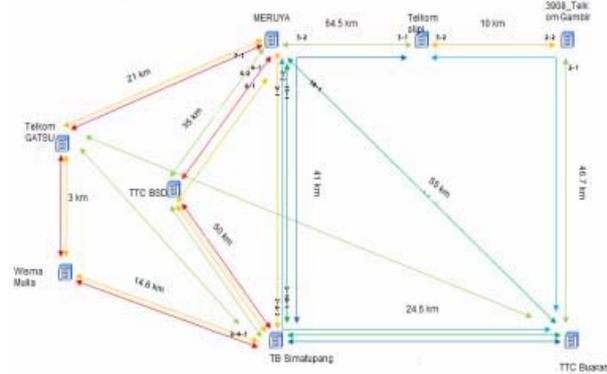
FEC informasi biasanya ditambahkan ke penyimpanan massal perangkat untuk memungkinkan pemulihan data yang rusak.

FEC pengolahan dalam penerima dapat diterapkan ke aliran bit digital atau dalam demodulasi dari pembawa termodulasi digital. Untuk yang terakhir, FEC merupakan bagian integral dari konversi analog-ke-digital awal di penerima. Banyak FEC coders juga bisa menghasilkan error bit rate (BER) sinyal yang dapat digunakan sebagai umpan balik untuk menyempurnakan elektronik penerima analog.

Fraksi-fraksi maksimum kesalahan atau bit hilang yang dapat dikoreksi ditentukan oleh desain dari kode FEC, kesalahan maju begitu berbeda kode koreksi yang cocok untuk kondisi yang berbeda.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Jaringan OTN



Gambar 3.1. Jaringan OTN

Pada gambar 3.1 di atas terlihat bahwa jarak link buaran – simatupang adalah 24,6 km dengan redaman sebesar 9,765 dB

Tabel 3.1 Daya Pancar dan Daya Terima

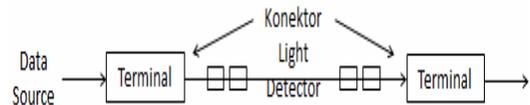
Buaran - TB Simatupang			
Buaran (dBm)		TB Simatupang(dBm)	
TX	-2,2	RX	-11,965
RX	-11,665	TX	-1,9

Dari Table 3.1 di atas, daya pancar dari sisi pemancar sebesar -2.2 dB dan di sisi penerima menerima sebesar -9,4 dB. Dan sebaliknya daya pancar dari sisi penerima sebesar -1,9 dB dan di sisi pemancar menerima sebesar -9,9 dB.

3.2. Jenis Serat Optik Yang Digunakan

Penentuan serat optic yang digunakan juga merupakan poin terpenting dalam implementasi jaringan optikal transport network, jika jarak antar

terminal cukup 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 ketidakefektifan dari segi ekoomis atau pemborosan, sehingga diperlukan serat optic dengan attenuasi yang rendah, dan biasanya pada jenis serat optic single mode. Terlihat pada konfigurasi antar terminal yang dijelaskan pada gambar jarak antar terminal berkisar antara 24,6 km.



Gambar 3.2 Transmisi Antar Terminal

Redaman dari terminal penerima ke terminal pengirim, sebesar 9.765 dB dengan atenuasi konektor dikedua sisi = 2 dB.

- Margin penyambungan jika putus = 5 dB
- Redaman serat optik = 9,765 dB – 2 dB = 7,765 dB

Jenis serat optic yang digunakan adalah serat optic single mode dengan attenuasi < 0,35dB/km.

3.3. Analisa Pemilihan OTN

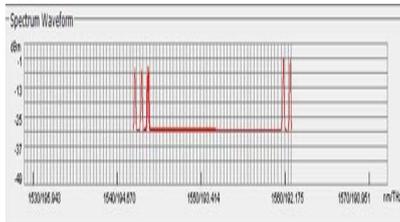
Dengan memperhatikan faktor ekonomis, fleksibilitas dan kebutuhan pemenuhan kapasitas jaringan jangka panjang, maka solusi untuk mengimplementasikan NG-DWDM, terutama jika dorongan pertumbuhan trafik dan proyeksi masa depan terbukti sangat besar. Secara umum ada beberapa faktor yang menjadi landasan pemilihan teknologi NG-DWDM ini :

- Menurunkan biaya instalasi awal, karena implementasi NG-DWDM berarti kemungkinan besar tidak perlu menggelar fiber baru, cukup menggunakan fiber existing dan mengintegrasikan SDH dan DWDM existing dengan perangkat NG-DWDM atau OTN.
- Dapat dipakai untuk memenuhi demand yang berkembang, dimana teknologi NG- DWDM menyediakan fleksibilitas untuk ketersediaan bandwidth.
- Dapat mengakomodasi layanan baru (meningkatkan proses rekonfigurasi dan transparency). Hal ini dimungkinkan karena sifat dari operasi teknologi NG-DWDM yang terbuka terhadap protokol dan format sinyal (mengakomodasi format frame SDH)

3.4. Pengukuran Spektrum Sinyal

- Pengukuran spectrum link Buaran – TB Simatupang

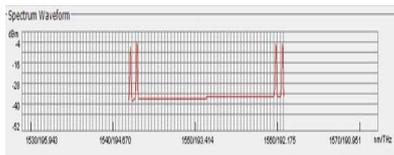
Pengukuran pertama dilakukan pada sisi pemancar di link buaran, untuk mengetahui sinyal sisi receiver di TBS. Gambar spektrum sinyal OTN dari hasil pengukuran dapat dilihat pada gambar 3.3. dibawah ini.



Gambar 3.3 Spektrum sinyal pada link buaran – tbs

B. Pengukuran spectrum link tbs - buaran

Dari gambar 3.4 hasil pengukuran, dapat dilihat ada 4 panjang gelombang yang memiliki daya rata – rata sebesar -5.275 dBm pada sisi pengirim di link buaran. Panjang gelombang pertama memiliki frekuensi 194,400 THz, panjang gelombang kedua memiliki frekuensi 194,300 THz , panjang gelombang ketiga memiliki frekuensi 194,200 THz , dan panjang gelombang keempat memiliki frekuensi 192.100 THz. Jarak dari panjang gelombang pertama sampai panjang gelombang kelima adalah 2,3 THz.



Gambar 3.4 Spektrum sinyal pada link TBS – Buaran

3.5. Pengukuran OSNR (Optical Sinyal to Noise Ratio)

A. OSNR Buaran – TBS

Optical Signal to Noise Ration (OSNR) adalah perbandingan antara tingkat daya sinyal dengan daya gangguan (noise). Pada sistem komunikasi serat optik menggunakan OSN 8800, lazimnya dituntut agar OSNR dari sinyal ditransmisikan adalah > 20 dB.

No.	Wavelength No.	Standard Wavelength (nm)	Frequency (THz)	Central Wavelength (nm)	Prv Wavelength Deviation (nm)	Optical Power (dBm)	OSNR (dB)	
1	34	1542.14	194.400	1542.14	194.400	0.0	-4.9	23.4
2	36	1542.04	194.300	1542.02	194.302	-0.02	-5.5	22.9
3	38	1542.02	194.200	1542.02	194.201	-0.01	-4.6	23.7
4	78	1559.79	192.200	1559.81	192.198	0.02	-0.8	27.4
5	80	1560.62	192.100	1560.62	192.098	0.01	-1.5	27.3

Gambar 3.5 Pengukuran OSNR Buaran – TBS

Dari hasil pengukuran pada Gambar 3.5, dapat dilihat nilai OSNR diatas 20 dB. Maka dapat disimpulkan bahwa apabila OSNR >20 dB performance dari jaringan OTN ini baik dan apabila

nilai OSNR < 20 dB maka perlu dilakukan perbaikan pada link tersebut.

B. OSNR TBS - Buaran

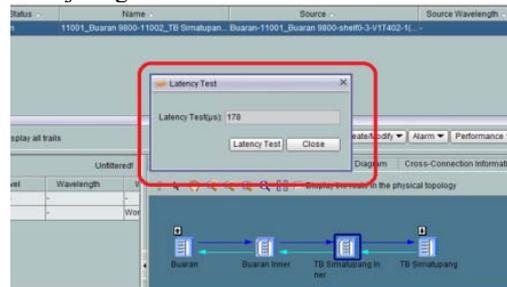
No.	Wavelength No.	Standard Wavelength (nm)	Frequency (THz)	Central Wavelength (nm)	Prv Wavelength Deviation (nm)	Optical Power (dBm)	OSNR (dB)	
1	34	1542.14	194.400	1542.14	194.400	0.0	-4.8	23.3
2	36	1542.04	194.300	1542.02	194.302	-0.02	-3.9	31.1
3	78	1559.79	192.200	1559.81	192.198	0.02	-5.1	28.8
4	80	1560.62	192.100	1560.62	192.098	0.01	-5.3	28.7

Gambar 3.6 Pengukuran OSNR TBS – Buaran

Dari hasil pengukuran pada Gambar 3.6, dapat dilihat nilai OSNR diatas 20 dB. Maka dapat disimpulkan bahwa apabila OSNR > 20 dB performance dari jaringan OTN ini baik dan apabila nilai OSNR < 20 dB maka perlu dilakukan perbaikan pada link tersebut.

3.6. Pengukuran Latency

Latency merupakan jumlah waktu yang dibutuhkan paket data untuk berpindah di seluruh koneksi jaringan.

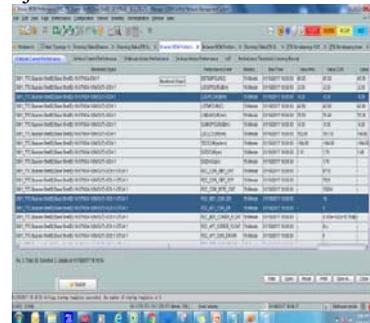


Gambar 3.7 Pengukuran latency

Dari pengukuran latency yang telah dilakukan dari buaran ke simatupang, membutuhkan waktu dari pemancar ke penerima sebesar 178 µs atau 0,178 ms.

3.7. Pengukuran Kinerja

A. Kinerja WDM link Buaran ke TBS

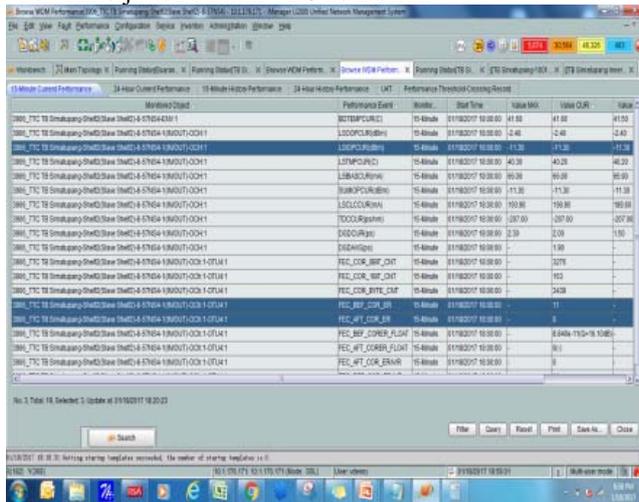


Gambar 3.8. Performance Buaran ke TBS

Pada gambar 3.8 di atas dijelaskan pengukuran performance di link TBS . Pengukuran ini dilakukan

untuk mengetahui kualitas performansi jaringan OTN, dan pengukuran kualitas dilakukan di sisi penerima yaitu di link Simatupang. Pada saat proses transmisi terjadi error transmisi hanya sebesar 10^{-10} , karena adanya fitur FEC pada jaringan OTN yang mampu mengurangi jumlah error transmisi, dengan nilai factor Q sebesar 15,76 dB.

B. Kinerja WDM link TBS ke Buaran



Gambar 3.9 Performance Buaran ke TBS

Pada gambar 3.9 di atas dijelaskan pengukuran performance di link Buaran. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui kualitas performansi jaringan OTN, dan pengukuran kualitas dilakukan di sisi penerima yaitu di link Buaran. Pada saat proses transmisi terjadi error transmisi hanya sebesar 10^{-11} , karena adanya fitur FEC pada jaringan OTN yang mampu mengurangi jumlah error transmisi, dengan nilai factor Q sebesar 16.10 dB.

4. SIMPULAN

Jaringan OTN ini mempunyai kualitas kinerja yang bagus, ini dibuktikan oleh FEC yang mampu memperbaiki error yang terjadi sebagai akibat adanya noise, dispersi maupun redaman yang muncul pada saat proses transmisi berlangsung.

Daya yang dipancarkan dan daya yang diterima tidak selalu sama, karena kualitas link tidak bisa diprediksi.

Hal terpenting dalam pengukuran performance adalah nilai factor Q, karena semakin besar nilai factor Q berarti bit errornya semakin kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Schubert, Andreas, *G.709 – The Optical Transport Network (OTN)*, America, 2007.
- [2]. Meyer, Jurgen. R.(1989).Introduction to Classical and Modern Optics. Prentice Hall, Inc UnitedStates of America.
- [3]. IEEE JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATIONS”, VOL. 23, NO. 8, AUGUST 2005
- [4]. Komputer, Wahana. 2010.*The Best Encryption Tools*. Jakarta : Elex Media Komputindo. “The Simulation Model of Optical Transport System and Its Applications to Efficient Error Control Techniques Design. ELECTRONICS”, VOL. 13, NO. 2, DECEMBER 2009 .
- [5] Hasian S M H, “Perencanaan Sistem Komunikasi Kabel Laut Link Batam-Pontianak Dengan Teknologi Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) Untuk Mengakomodasi Kebutuhan Kanal S/D 2009” Tugas Akhir, Institut Teknologi Telkom, Bandung, 2009.
- [6] Rodney S. Tucker, “Optical Time-Division Multiplexing For Very High Bit-Rate Transmission”, Journal of Lightwave Technology, 1988.
- [7] Samuel Albert Parlindungan Sirait, “ Analisis Pengaruh Kinerja Reed-Solomon Codes Untuk Peningkatan Transmisi Data Berkecepatan Tinggi Pada Serat Optik” Tugas Akhir, Institut Teknologi Telkom, Bandung, 2009.
- [8] S. A. Fauzi, “Analisis kinerja Sistem Format Modulasi Optik Pada Sistem Lightwave Berkecepatan Tinggi”, Tugas Akhir. STT TELKOM, Bandung, 2006.
- [9] Gendron, Robert and Amato Gidaro, “The G.709 Optical Transport Network - An Overview”, Canada, 2006.
- [10] G. P. Agrawal, “Fiber Optic Communication Systems: Third Edition”, A John Wiley and Sons, Inc., US, 2002.
- [11] Kazi, Khurram. “Optical Networking Standards: A Comprehensive Guide”: Springer. 2006.