

PERENCANAAN JARINGAN NG-PON2 MENGGUNAKAN TEKNOLOGI TWDM PADA PERUMAHAN GRAND SHARON BANDUNG

Andi Muh B Soelkifly¹⁾, Dwiki Kurnia²⁾, Ahmad Hidayat³⁾ Hervyn Junianto Kuen⁴⁾ Erna Sri Sugesti⁵⁾

^{1),2),3)4)5)}Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom Bandung
Jl. Telekomunikasi No.1, Terusan Buah Batu Bandung
Email : andisoelkifly@gmail.com

Abstrak. Pada saat ini, teknologi serat optik hanya mampu mengirimkan data dengan laju bit hingga 10 Gbps. Teknologi serat optik yang sedang dikembangkan saat ini yaitu teknologi NG-PON2 dengan kemampuan laju bit hingga lebih dari 10 Gbps. NG-PON2 dapat menjadi salah satu teknologi dalam mengatasi permasalahan bandwidth pada teknologi PON saat ini. Pada NG-PON2, teknik multiplexing yang digunakan adalah Time-and-Wavelength Division Multiplexing (TWDM) yang telah distandarisasi oleh ITU-T. Pada penelitian ini dilakukan perancangan jaringan NG-PON2 berbasis TWDM pada perumahan Grand Sharon Bandung. Perancangan dilakukan pada perangkat lunak Google Earth Pro dan Optisystem. Parameter kualitas yang digunakan yaitu Link Power Budget, Signal Noise Ratio, Q-Factor, Bit Error Rate (BER). Berdasarkan perancangan jaringan tersebut menghasilkan nilai LPB maksimum yaitu -23.688 dBm, SNR maksimum yaitu 24.597 dB, Q-Factor maksimum yaitu 13.386, dan BER minimum 33.135×10^{-42} .

Kata kunci : Komunikasi Serat Optik, NG-PON2, TWDM.

1. Pendahuluan

Pada era digital saat ini, kebutuhan *bandwidth* dengan kecepatan *transfer* data yang tinggi semakin meningkat. Keterbatasan *bandwidth* dan laju bit yang belum cukup untuk menangani layanan *broadband* merupakan alasan bagi para pengembang jaringan akses untuk meneliti teknologi yang dapat menyelesaikan permasalahan tersebut. Permasalahan tersebut terpecahkan saat ditemukannya teknologi jaringan akses optik yang baru. Jaringan akses optik dipilih karena kebutuhan layanan *broadband* yang terus meningkat, sehingga dibutuhkan jaringan akses yang mampu melayani layanan suara, data, maupun video kualitas tinggi dengan performansi yang sangat baik. Jaringan akses optik yang sering dipakai yaitu pengembangan dari teknologi *Passive Optical Network* (PON). Salah satu teknologi PON yang sedang dikembangkan saat ini yaitu NG-PON2. NG-PON2 diharapkan dapat memenuhi kebutuhan teknologi komunikasi di masa depan yang membutuhkan *bandwidth* yang besar. Teknologi NG-PON2 telah distandarisasi pada tahun 2015 oleh ITU-T.

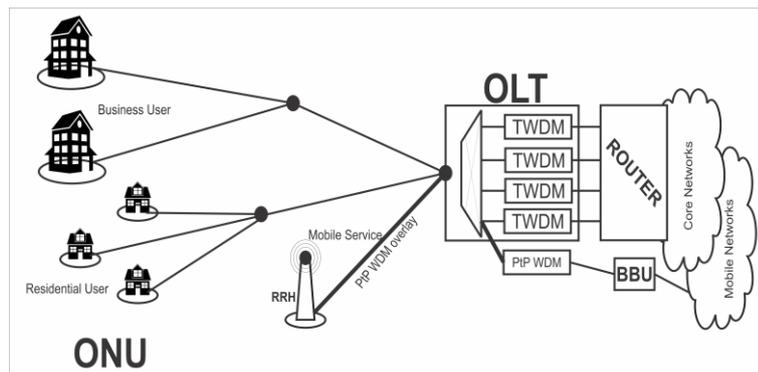
Persyaratan utama pada NG-PON2 untuk laju bit rate terdapat 3 macam yaitu 2.5 simetris *upstream* dan *downstream*, 2.5 Gbps *downstream* dan 10 Gbps *upstream*, dan 10 Gbps simetris *upstream* dan *downstream* dengan sistem utamanya yaitu TWDM-PON [1]. Pada NG-PON2, teknik multiplexing yang digunakan yaitu TWDM dengan skema *Wavelength Division Multiplexing* (WDM) untuk arah *link downstream* dan skema *Time Division Multiplexing* (TDM) pada saat arah *link upstream*. Pada penelitian ini dilakukan perancangan jaringan NG-PON2 berbasis TWDM pada perumahan Grand Sharon Bandung. Perancangan dilakukan pada perangkat lunak Google Earth Pro dan Optisystem. Parameter kualitas yang digunakan yaitu LPB, SNR, Q-Factor, Bit Error Rate (BER).

1.1 NG-PON2

Selama perkembangannya, teknologi PON selalu dikaitkan dengan kemajuan dalam inovasi *multiplexing*. Pada awalnya pemanfaatan PON dikaitkan dengan teknik *Asynchronous Transfer Mode* (ATM) yang lebih dikenal dengan A-PON dan B-PON, dengan kapasitas transmisi 155 dan 622 Mbit/s untuk *upstream/downstream*, yang mengacu pada standar ITU-T G.983.1/x. Kemudian penggunaan *Time Division Multiplexing* (TDM) memungkinkan untuk mencapai kecepatan transmisi 2.5/1.5 Gbit/s (*downstream/upstream*) yang mengacu pada standar G-PON (ITU-T G.984). Dengan cepat TDM mendorong perkembangan PON sampai ke 10/2.5 Gbit/s (*downstream/upstream*) yang mengacu pada standar XG-PON1/NG-PON1 (ITU- G.987), dan 10/10 Gbit/s untuk *downstream* dan *upstream* yang mengacu pada standar NG-PON2 (ITU-T G.989). Namun, untuk Ethernet PON (E-PON) dan 10 Gigabit Ethernet PON (GE-PON) merupakan teknologi yang dikembangkan oleh IEEE [2].

NG-PON2 berdasarkan ITU-T G.989 [3], yaitu:

1. ITU-T G.989.1 *40-Gigabit capable passive optical network*: berisikan pembahasan tentang ketentuan umum dari jaringan NG-PON2.
2. ITU-T G.989.2 *40-Gigabit capable passive optical network*: berisikan pembahasan spesifikasi *Physical Media Dependent (PMD) layer*, yaitu perencanaan panjang gelombang, *Link Power Budget*, *line rates*, format modulasi, *wavelength channel parameters*, dan ONU.
3. ITU-T G.989.3 *40-Gigabit capable passive optical network*: berisikan spesifikasi *transmission convergence layer protocol*.



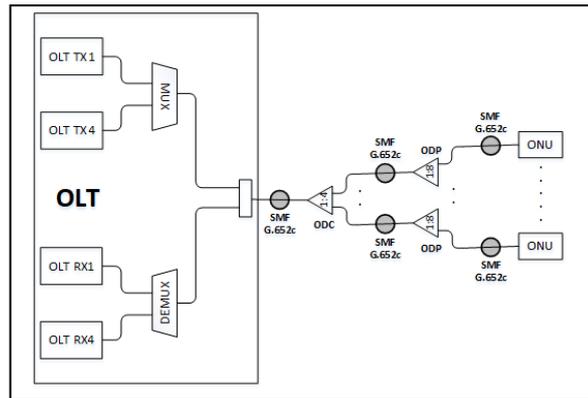
Gambar 1. Arsitektur umum pada NG-PON2^[4]

Gambar 1. merupakan arsitektur umum dari penerapan teknologi NG-PON2. Terdapat beberapa komponen utama seperti *Optical Line Termination* (OLT) yang di dalamnya terdapat perangkat *Multiplexer* TDM dan WDM, sedangkan *Optical Network Unit* (ONU) merupakan representasi dari user.

2. Pembahasan

2.1 Model Sistem

Model Perancangan sistem jaringan NG-PON2 berbasis teknologi TWDM seperti pada Gambar 2. yang di adaptasi dari rekomendasi ITU-T. Terdapat beberapa bagian utama pada sistem jaringan tersebut yaitu bagian pengirim berupa OLT, bagian kanal transmisi, dan bagian penerima berupa ONU. Perancangan sistem ini menggunakan 4 lamda OLT yang terdiri dari transmitter dan receiver. Pada blok transmisi ODN (*Optical Distribution Network*) yang terdiri dari serat optik G.652c serta dua tingkat titik pembagi dengan total rasio *splitter* 1:64.



Gambar 2. Diagram Sistem TWDM-PON^[4]

Bagian utama yang berfungsi sebagai pengirim informasi dari sentral ke pelanggan yaitu *optical transmitter* atau OLT. Pada Tabel 1. Dituliskan parameter yang digunakan pada blok transmitter OLT sesuai dengan rekomendasi dari ITU-T G.989.2 [4]. Pada blok *transmitter* menggunakan 4 OLT dengan *bitrate downlink* per kanal yaitu 10 Gbps sehingga menghasilkan total agregasi *bitrate* 40 Gbps. Pada arah *uplink*, *bitrate* per kanal yaitu 2,5 Gbps sehingga menghasilkan total agregasi *bitrate* 10 Gbps.

Tabel 1. Parameter *transmitter* NG-PON2

Parameter	Nilai
<i>Bitrate per channel (DS)</i>	10 Gbps
<i>Bitrate per channel (US)</i>	2.5 Gbps
<i>Transmit power (DS)</i>	5 dBm
<i>Transmit power (US)</i>	5 dBm
<i>Channel spacing</i>	100 Ghz
<i>Bandwidth</i>	2.5 Ghz

Daya pancar yang dapat digunakan pada transmitter *downstream* yaitu 3-9 dBm, namun pada penelitian ini menggunakan 5 dBm yang dihitung berdasarkan perhitungan manual *Link Power Budget* dibawah ini.

$$\begin{aligned}
 a_{tot} &= L_{af} + N_c \cdot a_c + N_s \cdot a_s + S_p + O_{iso} + M_s \dots \dots \dots (1) \\
 a_{tot} &= (3.5 \times 0.3) + (2 \times 0.35) + (8 \times 0.25) + (1 \times 0.1) + 7.25 + 3.7 + 10.38 + (2 \times 0.1) + 5 \\
 a_{tot} &= 31.33 \text{ dB} \\
 P_r &= 5 \text{ dBm} - 31.33 \text{ dB} = -26.33 \text{ dBm} \dots \dots \dots (2)
 \end{aligned}$$

dengan menggunakan 5 dBm, dihasilkan daya terima (P_r) sebesar -26.33 dBm yang masih sesuai dengan spesifikasi daya terima berdasarkan ITU-T G.989.2.

Tabel 2. Frekuensi NG-PON 2

Kanal	<i>Downstream</i> (THz)	<i>Upstream</i> (THz)
1	187.8	195.6
2	187.7	195.5
3	187.6	195.4
4	187.5	195.3

Kanal spasi yang digunakan pada Tabel 2. yaitu 100 THz atau 0.85 nm dengan frekuensi *downstream* dan *upstream* dimulai dari 187.5 THz sampai 187.8 THz. Frekuensi dan panjang gelombang NG-PON2 menurut (ITU-T G.989.2) telah diterapkan pada penelitian ini.

Pada penelitian ini menggunakan *two stage* dengan *splitter* pertama 1:2 diletakkan pada sisi ODC dan *splitter* kedua 1:8 diletakkan pada sisi ODP, ditambah satu *splitter* di sisi OLT. Berikut dibawah ini spesifikasi komponen distribusi yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi Komponen Distribusi

Komponen	Redaman (dB)
Konektor SC/UPC	0.25
Konektor SC APC	0.35
Sambungan	0.10
<i>Splitter</i> 1:2	3.70
<i>Splitter</i> 1:4	7.25
<i>Splitter</i> 1:8	10.38

Setelah cahaya ditransmisikan melewati ODN, cahaya tersebut sampai pada bagian penerima dengan terlebih dahulu melewati *filter* dan *photodiode*. Tabel 4. merupakan parameter blok *receiver* yang digunakan pada penelitian ini yang mengacu pada standar ITU-T G.989.2.

Tabel 4. Parameter *Receiver* NG-PON 2

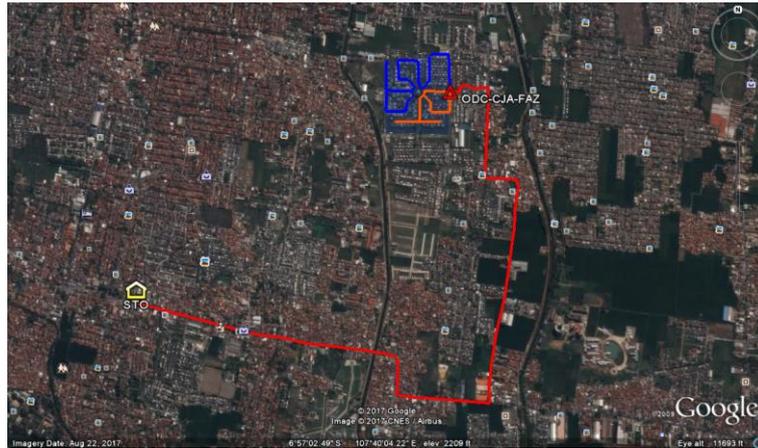
Parameter	Nilai
<i>Photodetector</i>	APD
<i>Bandwidth</i>	2.5 GHz
<i>Filter type</i>	<i>Bessel</i>
<i>Temperature</i>	298 ^o K
<i>Responsivity</i>	0.85 A/W
<i>Avalanched gain</i>	10
<i>Resistance</i>	50 Ohm
<i>Ionization ratio</i>	0.45

2.2 Perancangan Jaringan

Perumahan Grand Sharon merupakan daerah pemukiman yang terletak di wilayah Bandung timur dengan luas \pm 43 Ha dengan total rumah yang ada sekitar 345 unit. Pada perancangan jaringan ini, didapatkan spesifikasi sebagai berikut :

1. Jarak STO – ODC : 3.48 km
2. Jarak maksimal ODC – ODP
 - a. Distribusi 1 : 1.1 km
 - b. Distribusi 2 : 0.49 km
3. Jarak maksimal ODP – ONT : 150 m
4. Jumlah ODP : 33 unit
5. Jumlah dsitribusi : 2 kabel distribusi 24 core

Dari spesifikasi yang telah ditentukan maka dilakukan *drafting* untuk menentukan jalur penarikan kabel *feeder* dari STO – ODC yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. *Drafting* STO - ODC

Pada gambar diatas, simbol rumah berwarna kuning merupakan lokasi dari STO Cijawura. STO merupakan titik terminasi awal pada NG-PON2, kemudin garis merah merupakan kabel optik jenis feeder yang berfungsi sebagai media transmisi antara STO – ODC. Garis biru dan *orange* merupakan kabel optik jenis distribusi yang berfungsi sebagai media transmisi antara ODP – ONT/User.



Gambar 4. *Drafting* Daerah Perumahan Grand Sharon

Setelah melakukan *drafting* dari STO – ODC, selanjutnya dilakukan *drafting* pada daerah perumahan Grand Sharon untuk menentukan letak *Optical Distribution Cabinet* (ODC), tiang baru, *Optical Distribution Point* (ODP), dan alur kabel distribusi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Proses *drafting* yang dilakukan pada perancangan ini mengacu pada ketentuan perancangan jaringan akses optik *Fiber to The Home* (FTTH) dari PT. Telekomunikasi Indonesia.

2.3 Analisis Parameter Kualitas

Hasil perencanaan jaringan NG-PON2 berbasis TWDM pada perumahan Grand Sharon Bandung menghasilkan LPB maksimum yaitu -23.688 dBm, SNR maksimum yaitu 24.597 dB, *Q-Factor* maksimum yaitu 13.386, dan BER minimum 33.135×10^{-42} . Hasil parameter kualitas ditunjukkan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Hasil LBP, SNR, Q-Factor dan BER

Frekuensi	LPB (dBm)	SNR (dB)	<i>Q-Factor</i>	<i>Bit Error Rate</i>
187.8	-24.162	21.963	12.390	12.575×10^{-36}
187.7	-24.205	15.327	13.386	33.135×10^{-42}
187.6	-23.688	24.597	10.938	0.319×10^{-27}
187.5	-24.182	23.437	11.292	6.136×10^{-30}

Berdasarkan hasil simulasi, link power budget yang didapatkan dari setiap frekuensi berada diatas -28 dBm. Dimana LPB ini digunakan untuk mengetahui besar nilai redaman total yang diperbolehkan antara daya pemancar dan sensitivitas penerima [5]. Menurut ketentuan ITU-T, daya terima yang diizinkan dalam teknologi GPON minimal sebesar -28 dBm. Selanjutnya, dalam menentukan kualitas transmisi, digunakan parameter Signal to Noise Ratio (S/N) dan Bit Error rate (BER). S/N merupakan perbandingan antara daya sinyal terhadap daya noise pada satu titik yang sama [6]. Sehingga semakin besar nilai SNR maka kualitas transmisinya semakin baik juga. Nilai SNR minimum yang di tetapkan oleh ITU-T adalah 10.79 dB sedangkan pada perancangan ini nilai SNR yang didapatkan diatas 10.79 dB, Bit Error Rate merupakan laju kesalahan bit yang terjadi dalam mentransmisikan sinyal digital , pada perancangan ini didapatkan nilai BER lebih kecil dari 10⁻⁹ . Sehingga dapat disimpulkan nilai tersebut memenuhi nilai minimum BER yang ditentukan untuk optik yaitu 10⁻⁹. Q-Factor adalah faktor kualitas yang akan menentukan bagus atau tidaknya kualitas suatu link atau jaringan TWDM Dalam sistem komunikasi serat optik khususnya GPON, minimal ukuran Q-Factor yang bagus adalah 6 sedangkan pada perancangan ini menghasilkan Q-Factor diatas 6. Sehingga dari hasil perancangan tersebut dapat disimpulkan bahwa perancangan jaringan NG-PON2 berbasis TWDM pada perumahan Grand Sharon Bandung dapat diterapkan dengan parameter yang digunakan karena telah memenuhi standar yang telah di tentukan oleh ITU-T.

3. Simpulan

Dengan demikian penelitian ini menghasilkan sebuah perancangan jaringan NG-PON2 yang telah berbasis TWDM untuk Perumahan Grand Sharon Bandung. Berdasarkan hasil simulasi, didapatkan parameter kualitas *Q-Factor* maksimum yaitu 13.386 dan BER minimum 33.135×10^{-42} . Sehingga berdasarkan nilai *Q-Factor* dan BER tersebut, jaringan NG-PON2 pada Perumahan Grand Sharon Bandung memiliki kualitas jaringan yang baik dan dapat diimplementasikan pada kondisi nyata. Sehingga dengan adanya perancangan ini diharapkan dapat menjadi rujukan dalam melakukan perancangan sistem NG-PON2 yang berbasis TWDM pada perumahan lainnya.

Daftar Pustaka

- [1]. Asaka, K., & Kani. (2015: 2). Standardization Trends for Next-Generation Passive Optical Network Stage 2 (NG-PON2).
- [2]. Caroll dkk. (2015). FSAN Highlights & NG-PON2 Standards Update.
- [3]. B. Pamukti, Evaluation of Performance NG-PON2 using Arrayed Waveguide Grating and Dispersion Compensation Fibre, Bandung, Indonesia: Telkom University, 2016.
- [4]. ITU-T G.989.2. (2014). 40-Gigabit-capable passive optical networks 2 (NG-PON2): Physical media dependent (PMD) layer specification.
- [5]. G. Keiser, Optical Fiber Communication Third Edition, McGraw-Hill Higher Education, 2010.
- [6]. G. Keiser, Optical Fiber Communications (Second Edition), McGraw-Hill, 1991.