

OPTIMALISASI DAN PENGUKURAN KINERJA PERANGKAT FTTB DI SISI PELANGGAN DI EASTON PARK RESIDENCE

OPTIMIZATION AND PERFORMANCE MEASUREMENT DEVICES FTTB ON THE CUSTOMERS IN EASTON PARK RESIDENCE

Anisa Prakastia Murdiyana¹, Hafidudin, S.T.,M.T.², Dudung Ruhimat, S.T³

^{1,2,3}Prodi D3 Teknik Telekomunikasi ,Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

¹anisaprakastia@gmail.com, ²hafid@tass.telkomuniversity.ac.id ³dudung.ruhimat@gmail.com

Abstrak

Apartemen Easton Park Residence merupakan hunian yang sudah dilengkapi dengan jaringan *Fiber To The Building* (FTTB) untuk memenuhi kebutuhan pelanggan akan jaringan internet, akses multimedia, dan komunikasi telepon. Namun selama jaringan FTTB tersebut dibangun, belum ada analisa khusus terhadap kinerja perangkat FTTB yang telah dibangun pada apartemen. Analisa perangkat FTTB sangat diperlukan untuk melihat apakah perangkat yang digunakan sudah layak digunakan atau tidak. Untuk itu, penulis ingin membantu menganalisis agar pihak apartemen dapat memasarkan sesuai standar yang telah ditentukan.

Pada proyek akhir ini akan dilakukan analisis performansi perangkat pada Apartemen Easton Park Residence dengan beberapa parameter yaitu *Power Link Budget*, *Rise Time Budget*, dan *Bit Error Rate*. Untuk parameter tersebut akan dilakukan dengan menggunakan perhitungan manual dan dibandingkan dengan hasil simulasi menggunakan Optisystem. Analisis yang digunakan adalah dengan melakukan studi literature terlebih dahulu dan dilanjutkan dengan pengumpulan data pada kondisi lapangan yang sesungguhnya.

Berdasarkan hasil uji link yang dilakukan dengan melakukan perhitungan pada kondisi jaringan yang sesungguhnya pada perhitungan *power link budget* didapat nilai daya terima perangkat (Prx) pada sisi *downstream* memiliki nilai lebih kecil dari nilai sensitivitas detector yang digunakan yaitu -27 dB. Nilai BER yang dapat dilihat pada simulasi untuk link optik *downstream* juga memiliki hasil yang kurang baik. Kemudian setelah dilakukan optimalisasi didapat nilai *power link budget* untuk simulasi pada *downstream* -21,651 dBm dan untuk *upstream* -6,133 dBm sedangkan untuk nilai BER yang didapat adalah untuk *downstream* dan 0 untuk *upstream*. Nilai tersebut lebih baik dibandingkan dengan nilai sebelumnya. Begitu juga dengan hasil perhitungan untuk *power link budget* untuk daya terima perangkat (Prx) sebesar -25,242 dBm dan redaman total 22,242 dB. Dari hasil tersebut didapat nilai Prx yang lebih baik dan memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan sensitivitas detector yang digunakan.

Kata kunci: *Link Power Budget, Rise Time Budget, BER*

Abstract

Easton park apartment residence is residence that have been equipped with *Fiber To The Building* (FTTB) network to fullfill customer's needs of internet networks, multimedia access and communication by phone. However, as long as FTTB networks under construction, spesific analyze about the FTTB device performance isn't available yet. FTTB device analyze is needed to see if the used device is proper or not. For that reason, writer wants to to help with analysing so the apartment side can promote it according to standard specified.

This final project will analyze the device performance at easton park residence with some parameters such as *Power Link Budget*, *Rise Time Budget*, and *Bit Error Rate*. Those parameters will use manual calculation then compared with result from optisystem simulation. The analysis is doing some studies of literature first then continued with collecting data in the real area.

Based on link test that done by calculating the real network condition by *power link budget* calculation we found that device receptivity (prx) at *downstream* side have lower value than the value of detector sensitivity that is -27 dB. The BER value that can be seen by simulation for optical *downstream* link gain low result too. Then after doing some optimalization we get the value of *power link budget* on simulation at *downstream* is -21,651 dBm and *upstream* is -6,133 dBm and for BER value is $1,030^{-023}$ for *downstream* and 0 for *upstream*. This value is better than before. And so with the result from calculation of *power link budget* for receptivity device (Prx) is -25,242 dBm and total attenuation is 22,242 dB. Based on that result we get a better and bigger value for (Prx) than detector sensitivity that used.

Keywords : *Link Power Budget, Rise Time Budget, BER*

1. Pendahuluan

Kebutuhan dan kemudahan dalam layanan di bidang teknologi informasi dan komunikasi semakin berkembang. Dengan kebutuhan teknologi yang semakin berkembang tersebut maka dibutuhkan sarana komunikasi yang mampu memberikan kualitas layanan yang tinggi dan kapasitas *bandwidth* yang besar. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka PT Jabar Telematika membangun jaringan sistem komunikasi serat optik yang dapat memberikan layanan dengan *bandwidth* besar.

Dengan menggunakan fiber optik operator telekomunikasi dapat memberikan layanan ke pelanggan dengan jangkauan yang semakin luas dibanding teknologi akses tembaga. Salah satu teknologi komunikasi yang menggunakan serat optik adalah teknologi FTTx yang dapat berupa *fiber to the home, fiber to the zone, fiber to the curb, fiber to the building*.

Apartemen Easton Park Residence di Bandung merupakan apartemen yang terletak di Jatinangor yang sudah terimplementasi oleh jaringan FTTB dengan teknologi GPON yang dibangun oleh PT Jabar Telematika. Sebuah jaringan yang dapat memberikan layanan dengan *bandwidth* yang besar diperlukan optimalisasi dengan tujuan untuk meningkatkan performa dan kualitas jaringan. Tugas akhir ini bertujuan untuk membantu dalam menganalisis kinerja perangkat FTTB tersebut agar dapat memberikan layanan yang maksimal pada pengguna.

Dalam proyek akhir ini akan dilakukan analisis pengujian terhadap kinerja perangkat FTTB pada Apartemen Easton Park Jatinangor, dengan parameter uji berupa nilai *Power Link Budget, Rise Time Budget, dan Bit error Rate*.

Dasar Teori

3.1 Jaringan Lokal Akses Fiber (Jarlokaf) ^[3]

Selama ini fiber optic hanya digunakan untuk transmisi antar sentral, sebagai *backbone*, dan digunakan untuk komunikasi jarak jauh. Kemudian saat ini mulai dikembangkanlah jaringan local bahkan sampai ke terminal pelanggan menggunakan fiber optic. Sistem transmisi fiber optic yang digunakan pada jaringan local tersebut dinamakan Jaringan Lokal Akses Fiber (Jarlokaf).

Jarlokaf setidaknya memiliki 2 buah perangkat opto elektronik yaitu satu perangkat disisi sentral dan satu perangkat disisi pelanggan. Lokasi perangkat opto elektronik disisi

pelanggan kemudian disebut dengan TKO (Titik Konversi Optik). Secara praktis TKO berarti batas terakhir kabel optic ke arah pelanggan yang berfungsi sebagai lokasi konversi sinyal optik ke elektronik.

3.2 Parameter Kinerja Sistem

2.2.1 Power Link Budget

Link Power budget digunakan untuk mengetahui redaman total pada suatu *link* optik. Batasan redaman total tersebut diperhitungkan dari redaman konektor, sambungan, dan redaman dari serat itu sendiri. Untuk menghitung *power link budget* dapat dihitung dengan rumus :

$$(2.1)$$

$$(2.2)$$

2.2.2 Rise Time Budget

Rise Time Budget adalah metode untuk menentukan batasan *dispersi* suatu *link serat optik*. Metode ini sangat berguna untuk menganalisa sistem transmisi digital. Tujuan dari metode ini adalah untuk menganalisa apakah performansi jaringan secara keseluruhan telah tercapai dan mampu memenuhi kapasitas kanal yang diinginkan. Untuk mengukur *Rise time budget* dapat menggunakan rumus :

$$(2.3)$$

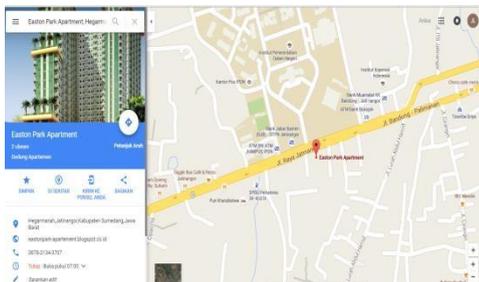
2. Kondisi Jaringan Existing

3.1 Pengambilan Data

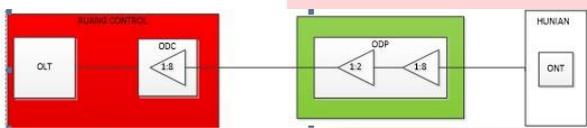
Data diambil di Apartemen Easton Park Residence yang berada di Jl. Raya Cirebon- Bandung seperti yang ditunjukkan oleh gambar 3.3. Pada apartemen tersebut terdapat 25 lantai yang terdiri dari tempat parkir, lobby dan hunian. Pada pengambilan data diambil berdasarkan data eksisting yang dimiliki oleh teknisi JATEL dan juga melakukan pengukuran langsung dengan menggunakan OPM untuk mengetahui besar redaman *splitter* dan redaman yang ada di ONT.

Pengumpulan data dilakukan dengan maksud agar mengetahui bagaimana kondisi jaringan eksisting yang diterapkan, jenis perangkat yang digunakan, spesifikasi perangkat, dan letak perangkat yang ada. Untuk kondisi jaringan yang dibuat oleh PT Jabar Telematika terpasang OLT

yang ada di ruang control kemudian 1 port OLT dihubungkan dengan satu buah splitter 1:8 kemudian dihubungkan dengan satu buah *splitter* 1:2 dan dihubungkan dengan splitter 1:8 sebanyak satu buah di setiap lantainya untuk mendistribusikan layanannya



Gambar 1. Peta Lokasi Apartemen



Gambar 2. Konfigurasi Umum

Peletakan Perangkat FTTB (OLT-ONT)

Jenis *passive splitter* yang digunakan merupakan *two-stage* yaitu *passive splitter* 1:4 dan dilanjut dengan *passive splitter* 1:8 dengan total akhirnya ada 1010 buah keluaran. Pada sentral terdapat OLT yang akan mengeluarkan sumber cahaya yang kemudian diteruskan ke ODC. Pada ODC terdapat *passive splitter* 1:4 untuk membagi daya keluaran yang masing-masing akan diteruskan ke ODP. Pada ODP terdapat *passive splitter* 1:8 yang akan diteruskan ke unit pelanggan (ONT).

3. Pengujian dan Analisis

3.1 Analisis Perhitungan

3.1.1 Link Power Budget

Perhitungan *power link budget* digunakan untuk mengetahui besar nilai redaman total yang diperbolehkan antara daya pemancar dan sensitivitas penerima. Perhitungan *power link budget* menggunakan persamaan 2.1 dan 2.2.

Perhitungan *power link budget* akan dibagi menjadi dua bagian yaitu perhitungan *upstream* dan *downstream*. Perhitungan *power link budget* akan dihitung berdasarkan jarak terjauh antara user dengan sentral dengan total jarak dari sentral sampai ke user terjauh 0,21 Km

Downstream

Dengan menggunakan **Persamaan 2.1** maka didapatkan nilai redaman total () sebesar 26,822 dB. Hasil perhitungan tersebut masih berada di bawah nilai redaman maksimal yang ditentukan oleh ITU-T, yaitu sebesar 28 dB. Dapat dikatakan bahwa *link downstream* tersebut masih memenuhi syarat dari sisi redaman.

Dengan **Persamaan 2.2** didapat nilai daya terima (Prx) sebesar -29,822 dBm. Agar penerima dapat bekerja dengan baik dan maksimal, maka nilai daya terima receiver harus lebih besar atau sama dengan nilai sensitivitas detector. Dan dari hasil perhitungan tersebut nilai sensitivitas detector yang didapat lebih kecil dari nilai sensitivitas detector yang digunakan -27 dB.

Upstream

Untuk perhitungan *upstream* dengan menggunakan **Persamaan 2.1** maka didapatkan nilai redaman total () sebesar 5,8135 dB. Nilai redaman ini masih berada dibawah nilai redaman maksimal yang di tetapkan oleh ITU-T, yaitu

sebesar 28 dB. Dapat dikatakan bahwa link *upstream* tersebut masih memenuhi syarat dari sisi redaman.

Nilai daya terima (Prx) didapatkan dengan

Persamaan 2.2, yaitu sebesar -11,3135 dBm.

Agar

penerima dapat bekerja dengan baik dan maksimal, maka nilai daya terima receiver harus lebih besar atau sama dengan nilai sensitivitas detector. Dan dari hasil perhitungan tersebut nilai sensitivitas detector yang didapat lebih kecil dari nilai sensitivitas detector yang digunakan -27 dB.

3.1.2 Rise Time Budget

Perhitungan *rise Time Budget* adalah metode untuk menentukan batasan *dispersi* suatu link serat optik. Tujuan dari metode ini adalah untuk menganalisa apakah performansi jaringan secara keseluruhan telah tercapai dan mampu memenuhi kapasitas kanal yang diinginkan. Umumnya degradasi total waktu transisi dari link digital tidak melebihi 70 persen dari satu periode bit untuk data NRZ (Non Return to Zero) atau 35 persen dari satu periode bit RZ. Satu periode bit didefinisikan sebagai kebalikan dari kecepatan data.

Perhitungan *rise time budget* diperlukan untuk tujuan menganalisis kemampuan komponen system yang telah ada dapat menjamin bahwa system yang digunakan dapat mentransmisikan *bit rate* yang di telah dirancang. Terutama pada *single mode* ini sangat perlu dilakukan perhitungan *rise time budget* karena terdapat keterbatasan pengaruh disperse pada saluran transmisi optik.

Downstream

$$tr = \frac{0,21}{0,8} = 0,28135 \text{ ns} ;$$

pengkodean NRZ

$$tr = \frac{0,21}{0,15} = 1,40675 \text{ ns} ;$$

pengkodean RZ

$$= 1 \times 0,21 \times 0,018$$

$$= 0,00378 \text{ ns}$$

Karena pada serat optik yang digunakan *single mode*, maka $\alpha = 0$. Sehingga nilai adalah sebagai berikut:

$$\sqrt{\frac{2 \times 0,21 \times 0,003}{2 \times 0,21 \times 0,003}} = 0,2500285752 = 0,25 \text{ ns}$$

Dari hasil perhitungan tersebut, didapatkan nilai t_{system} sebesar 0,2500285752 ns. Nilai tersebut masih berada di bawah waktu batasan maksimum yang bernilai 0,28135 ns untuk pengkodean NRZ dan berada di atas batasan maksimum pada pengkodean RZ yang bernilai 0,1407 ns.

Upstream

$$tr = \frac{1}{2} \times \frac{1}{0,21} = 0,5627 \text{ ns}$$

$$tr = \frac{1}{2} \times \frac{1}{0,21} = 0,2814 \text{ ns}$$

$$= 1 \times 0,21 \times 0,003 = 0,00063 \text{ ns}$$

Karena pada serat optik yang digunakan *single mode*, maka $\alpha = 0$. Sehingga nilai adalah sebagai berikut:

$$\sqrt{\frac{2 \times 0,21 \times 0,003}{2 \times 0,21 \times 0,003}} = 0,250001704 \text{ ns} = 0,25 \text{ ns}$$

Dari hasil perhitungan di atas di dapat nilai dari t_{system} sebesar 0,250001704 ns. Nilai tersebut masih berada di bawah nilai waktu maksimum pengkodean NRZ yang sebesar 0,5627 ns dan pada pengkodean RZ yang bernilai 0,2814.

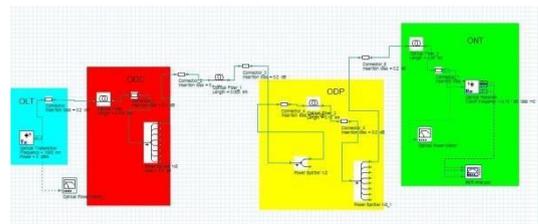
Dilihat dari hasil perhitungan, dapat disimpulkan bahwa system *downstream* dan *upstream* pada jaringan tersebut telah memnuhi *rise time budget* dengan pengkodean NRZ karena nilai dari sisi *downstream* dan *upstream* berada dibawah batasan waktu pada pengkodean NRZ yang sama standar pengkodean yang digunakan oleh teknologi GPON.

3.2 Analisis Simulasi

3.2.1 Bit Error Rate (BER)

Seluruh elemen perangkat yang digunakan dalam simulasi disesuaikan dengan spesifikasi perangkat yang digunakan di lapangan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan aslinya. Pada simulasi system ini akan dilakukan pengukuran untuk *upstream* dan *downstream* berdasarkan jarak ONT yang terjauh dari OLT yang berjarak 0,21 km. elemen yang digunakan pada simulasi adalah sebagai berikut:

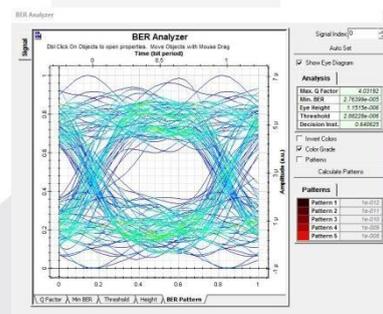
1. *Transmitter* (Tx) dari OLT dengan daya senilai 3 dBm untuk *downstream* dan 0,5 dBm daya dari ONT untuk *upstream*.
2. serat optik *single mode* dengan panjang gelombang 1310 nm untuk *upstream* dan 1550 nm untuk *downstream*.
3. Konektor sebanyak 8 buah untuk link OLT sampai dengan ONT.
4. *Receiver* (Rx) sebagai ONT pada *downstream* dan OLT pada *upstream*.



Gambar 3. Link downstream pada Optisystem

Gambar 3 menunjukkan *link* optik dari *transmitter* yang berada di OLT kemudian dihubungkan dengan *splitter* 1:8 yang ada di ODC, dan dilanjutkan dengan *splitter* 1:2 dan 1:8 yang berada di ODP. Kemudian pada *receiver* yang ada pada blok ONT yang akan merubah sinyal optik menjadi sinyal elektrik sehingga dapat digunakan oleh pelanggan. Daya yang diterima pada Optisystem yaitu sebesar -25,447 dBm.

Berdasarkan hasil simulasi tersebut didapatkan nilai BER sebesar $2,7639 \times 10^{-11}$. Nilai tersebut lebih besar dibandingkan dengan nilai BER maksimal yaitu 10^{-12} . Hasil yang buruk juga ditunjukkan oleh bentuk diagram mata yang buruk yang ditunjukkan pada gambar 4 berikut.



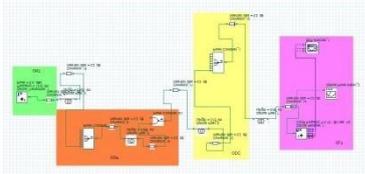
Gambar 4. BER Analyzer Optisystem pada *link downstream*

Upstream

Simulasi *link* optik untuk *upstream* menggunakan panjang gelombang 1310 nm sesuai dengan yang digunakan di lapangan. Pada simulasi menggunakan daya pancar pada ONT yang berupa *transmitter* untuk *upstream* adalah sebesar 0,5 dBm.

Serat optic diberi redaman sebesar 0,35 dB pada masing-masing serat optic berdasarkan panjang gelombang yang digunakan yaitu 1310 nm. Jumlah konektor 8 buah dengan masing-masing

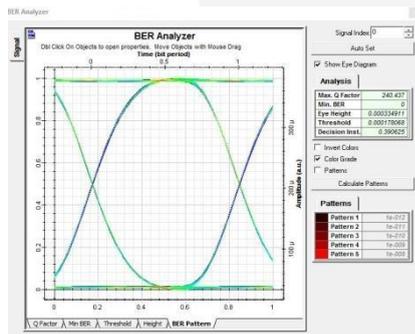
redaman 0,2 dB. Gambar simulasi *link upstream* dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 5. Link upstream pada Optisystem

Link upstream pada Optisystem

Daya yang diterima pada Optisystem yaitu sebesar -6,840 dBm. Berdasarkan hasil simulasi tersebut didapatkan nilai BER sebesar 0. Artinya nilai BER hampir mendekati nilai sempurna karena hampir tidak ada data yang hilang saat dikirim. Performansi yang baik juga ditunjukkan oleh gambar diagram mata yang dapat dilihat pada gambar 7. Pada diagram mata tersebut menunjukkan bahwa pengaruh redaman hampir tidak ada. Maka dari itu performansi system pada *link optic* ini dapat dikatakan sangat baik.



Gambar 7. BER Analyzer Optisystem pada link upstream

3.3 Optimalisasi

Optimalisasi secara umum didefinisikan sebagai pencarian nilai terbaik (minimum atau maksimum) dari beberapa fungsi yang diberikan pada suatu konteks. Optimasi juga dapat berarti upaya untuk meningkatkan kinerja sehingga mempunyai kualitas yang baik dan hasil yang tinggi.

Berdasarkan hasil simulasi didapatkan hasil *Bit Error Rate* pada *link* optik untuk *downstream* yang tidak baik maka perlu dilakukannya optimasi. Optimasi dilakukan dengan melakukan perhitungan *power link budget* dan *rise time budget*, dan melakukan simulasi untuk mencari nilai terbaik dari *bit error rate*.

3.3.1 Simulasi pada Optisystem

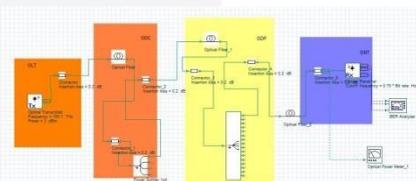
Simulasi yang dilakukan akan berbeda dengan simulasi sebelumnya yang sesuai dengan kondisi di lapangan, hal ini bertujuan untuk mendapatkan hasil performansi yang lebih baik dibandingkan dari simulasi sebelumnya.

Pada simulasi sistem ini memiliki perbedaan pada jumlah *splitter* yang akan digunakan. Simulasi ini akan mengambil hasil pengukuran pada *link upstream* dan *link downstream* berdasarkan jarak terjauh dari OLT yang ada di ruang kontrol sampai ke ONT yang berjarak 0,21 km. Elemen yang digunakan pada simulasi system sebagai berikut :

1. *Transmitter* (Tx) dari OLT dengan daya senilai 3 dBm untuk *link downstream* dan 0,5 dBm untuk *link upstream*.
2. Konektor yang digunakan sebanyak 6 buah untuk *link* dari OLT sampai ONT.
3. *Receiver* (Rx) sebagai ONT pada *downstream* dan sebagai OLT pada *upstream*.

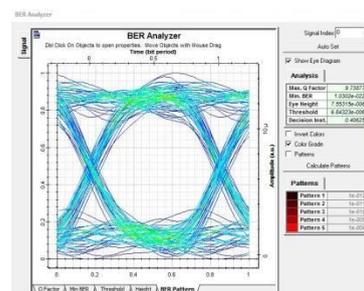
Downstream.

Pada simulasi untuk *link downstream* panjang gelombang yang digunakan masih sama seperti yang digunakan pada Apartemen Easton Park Residence Jatiningor yaitu menggunakan panjang gelombang 1550 nm. Dengan daya pancar pada *transmitter* OLT sebesar 3 dBm. Jumlah konektor yang digunakan adalah 6 buah dengan masing masing redaman 0,2 dB.



Gambar 8. Link downstream pada Optisystem

Daya terima yang terukur untuk *link optic downstream* yang terukur pada Optisystem yaitu -21,651 dBm. Nilai daya terima *receiver* lebih rendah dibandingkan nilai daya terima *receiver downstream*. Oleh karena itu percobaan optimasi ini dapat dikatakan baik. Hasil yang lebih baik juga ditunjukkan oleh diagram mata dari *bit error rate* yang di tunjukkan oleh gambar 9.

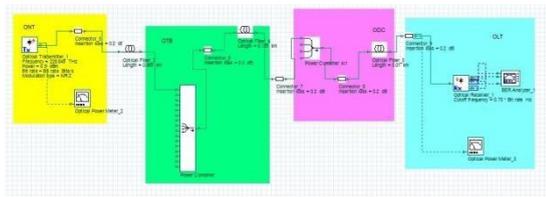


Gambar 9. BER analyzer Optisistem pada link downstream optimalisasi

Upstream

Untuk simulasi *link optic upstream* masih menggunakan panjang gelombang 1310 nm sesuai

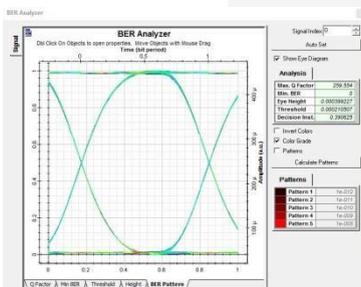
dengan yang digunakan di lapangan. Perbedaannya terletak pada jumlah *splitter*, konektor, dan jenis *splitter* yang digunakan. Pada simulasi ini menggunakan 6 buah konektor dan 2 buah *splitter*. Gambar simulasi *link upstream* dapat dilihat pada gambar 10



Gambar 10 Optimasi *link upstream* pada Optisystem

Pada gambar 10 menunjukkan *link optic* pada ONT yang digunakan sebagai *transmitter* yang terdapat pada ruang panel dihubungkan dengan *splitter* 1:16 yang kemudian dihubungkan dengan *splitter* 1:14 pada ruang control. Daya terima yang terukur untuk *link optic downstream* yang terukur pada Optisystem yaitu -6,133 dBm.

Berdasarkan hasil simulasi tersebut nilai dari daya terima pada *link optic downstream* memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan hasil simulasi sebelumnya. Sehingga dapat dikatakan bahwa hasil simulasi ini baik. Hasil yang baik juga di tunjukkan oleh gambar bentuk diagram mata *bit error rate* yang ditunjukkan pada gambar 11



Gambar 11 Hasil optimasi *link upstream* pada Optisystem

Berdasarkan hasil simulasi tersebut didapatkan nilai BER sebesar 0. Artinya nilai BER hampir mendekati nilai sempurna karena hampir tidak ada data yang hilang saat dikirim. Performansi yang baik juga ditunjukkan oleh gambar diagram mata yang dapat dilihat pada gambar 11. Pada diagram mata tersebut menunjukkan bahwa pengaruh redaman hampir tidak ada. Maka dari itu performansi system pada *link optic* ini dapat dikatakan sangat baik.

3.4 Perhitungan Power Link Budget

Data-data yang digunakan untuk melakukan perhitungan *power link budget* disesuaikan dengan yang ada pada simulasi optisystem. Perhitungan

power link budget juga dilakukan pada dua *link* optik yaitu *link downstream* dan *link upstream*.

Downstream

Perhitungan *downstream* dilakukan dari penyedia OLT yang ada di ruang control hingga sampai ke pelanggan.

$$\begin{aligned}
 &= (0,21 \times 0,2) + (6 \times 0,2) + 0 + (7,5 + 13,5) \\
 &= 0,042 + 1,2 + 0 + 21 \\
 &= 22,242 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}
 \text{Prx} &= 3 - 22,242 - 6 \\
 &= -25,242 \text{ dBm}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan *downstream* didapatkan nilai redaman total (sebesar 22,242 dB. Nilai redaman ini masih berada dibawah nilai redaman maksimal yang di tetapkan oleh ITU-T, yaitu sebesar 28 dB. Dapat dikatakan bahwa *link upstream* tersebut masih memenuhi syarat dari sisi redaman.

Nilai daya terima (Prx) yaitu sebesar -25,242 dB.

Agar penerima dapat bekerja dengan baik dan maksimal, maka nilai daya terima receiver harus lebih besar atau sama dengan nilai sensitivitas detector. Dan dari hasil perhitungan membuktikan bahwa *link* memenuhi persyaratan nilai daya minimum dengan nilai detector yang digunakan -27 dB.

Upstream

$$\begin{aligned}
 &= (0,21 \times 0,35) + (6 \times 0,2) + 0 + \\
 &(1,48 + 1,459) \\
 &= 0,0735 + 1,2 + 2,939 \\
 &= 4,2125 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{PtX} &= \\
 &= 0,5 - 4,2125 - 6 \\
 &= -9,7125 \text{ dBm}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan *upstream* didapatkan nilai redaman total (sebesar 4,2125 dB. Nilai redaman ini masih berada dibawah nilai redaman maksimal yang di tetapkan oleh ITU-T, yaitu sebesar 28 dB. Dapat dikatakan bahwa *link upstream* tersebut masih memenuhi syarat dari sisi redaman.

Nilai daya terima (Prx) yaitu sebesar -9,7125 dB.

Agar penerima dapat bekerja dengan baik dan maksimal, maka nilai daya terima receiver harus lebih besar atau sama dengan nilai sensitivitas detector. Dan dari hasil perhitungan membuktikan bahwa *link* memenuhi persyaratan nilai daya minimum dengan nilai detector yang digunakan -27 dB.

4. Analisis Hasil

Berdasarkan analisis perhitungan menggunakan persamaan matematis dan analisis simulasi dengan menggunakan Optisystem,

keduanya memiliki hasil yang mendekati. Hasil perhitungan *power link budget* untuk jarak terjauh pada *link downstream* adalah -29,822 dBm dan pada *link upstream* adalah -11,3135 dBm. Sedangkan untuk hasil yang didapat pada simulasi di Optisystem pada *link downstream* adalah -25,447 dBm, sedangkan pada *link upstream* -6,840 dBm. Dan nilai untuk BER yang ditunjukkan dalam simulasi Optisystem untuk *link downstream* adalah $2,7639 \times$ dan untuk *link upstream* adalah 0. Dari hasil perhitungan tersebut memiliki hasil yang kurang baik karena nilai dari daya terima ONT pada *link downstream* yang dihasilkan lebih rendah dari nilai sensitivitas detector pada perangkat ONT yang digunakan.

Kemudian setelah dilakukan optimalisasi pada *link optic* dengan merubah arsitektur jaringan pada simulasi dan melakukan perhitungan *power link budget* untuk jarak terjauh pada *link downstream* yang disesuaikan dengan arsitektur yang dibuat pada Optisystem maka hasilnya adalah -25,242 dBm dan pada *link upstream* adalah -9,7125 dBm. Sedangkan hasil pada simulasi di Optisystem pada *link downstream* adalah -21,651 dBm dan -6,133 dBm pada *link upstream*. Dan untuk nilai BER pada *link downstream* dan 0 pada *link upstream*. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa nilai daya terima pada perangkat memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan dengan sebelumnya dan nilai hasil optimalisasi tersebut memenuhi persyaratan nilai daya minimum dengan nilai sensitivitas detector yang digunakan adalah -27 dBm.

Dari hasil perhitungan dan simulasi pada saat sebelum dilakukan optimalisasi dan setelah dilakukan optimalisasi dapat dilihat perbandingan daya terima pada tabel 4.1 berikut :

Tabel 4.1 Perbandingan Prx *link downstream*

Parameter	Perhitungan sebelum (dBm)	Perhitungan sesudah (dBm)	Simulasi sebelum (dBm)	Simulasi sesudah (dBm)
Daya kirim OLT	3	3	3	3
Daya terima ONT	-29,822	-25,242	-25,447	-21,651

Tabel 4.2 Perbandingan Prx *link upstream*

Parameter	Perhitungan sebelum (dBm)	Perhitungan sesudah (dBm)	Simulasi sebelum (dBm)	Simulasi sesudah (dBm)
Daya	0,5	0,5	0,5	0,5

kirim ONT				
Daya terima OLT	-11,3135	-9,7125	-6,840	-6,133

Perbandingan daya terjadi cukup besar antara perhitungan dan simulasi. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan safety margin yang digunakan pada perhitungan yaitu 6 dBm.

5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisis perhitungan dan simulasi yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil optimalisasi yang dilakukan dengan menggunakan perhitungan kelayakan sistem untuk *power link budget* pada jarak terjauh, didapatkan nilai redaman total adalah 22,242dB dengan nilai Prx sebesar -25,242 dBm untuk *downstream* dan 4,2125 dB dengan nilai Prx sebesar -9,7125dBm untuk *upstream*. Nilai tersebut masih memenuhi persyaratan nilai daya minimum dengan nilai sensitivitas detector yang digunakan adalah -27 dBm.
2. Berdasarkan perhitungan kelayakan system untuk *rise time budget*, pengkodean NRZ memiliki batas 70% dari kecepatan yaitu 0,28135 ns untuk *downstream* dan 0,5627 untuk *upstream*. Dari perhitungan didapat nilai *tsys* sebesar 0,25 ns untuk *upstream* dan *downstream*. Nilai *tsys* tersebut masih berada di bawah batas pengkodean NRZ sehingga dari sisi *rise time budget* dapat dikatakan layak.
3. Berdasarkan hasil simulasi implementasi jaringan yang telah dioptimalkan pada Optisystem dengan melihat nilai BER didapat sebesar 0 untuk *upstream* dan 0 untuk *downstream*. Nilai BER yang didapat dari hasil simulasi masih berada dibawah nilai ideal pada transmisi serat optik yaitu .

Saran

1. Untuk kedepannya diharapkan hasil optimalisasi ini dapat di implementasikan untuk kedepannya karena dilihat dari kelayakan system yang lebih baik dibandingkan dengan yang sudah terimplementasi sekarang.
2. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan agar dapat memasukkan factor ekonomi berupa biaya perancangan dan melakukan analisis perkiraan untuk mengetahui berapa lama daya tahan jaringan link optik

dan perangkat yang terpasang dapat bekerja dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fitriyani, Atika: “*PERANCANGAN JARINGAN FIBER TO THE HOME (FTTH) PERUMAHAN NATAENDAH KOPO*”, Universitas Telkom, Bandung, 2015.
- [2] *Keiser, Palais: "Degradasi sinyal pada fiber optik"*.
- [3] Purnamasari, Riani: “*PERENCANAAN JARINGAN AKSES FIBER OPTIK DENGAN PASSIVE SPLITTER DALAM ARSITEKTUR FTTB (FIBER TO THE BUILDING) DI AREA BANDUNG DAGO*”, Univeritas Telkom, Bandung, 2008
- [4] A Hambali. 2014. Jaringan Akses GPON dan GEAPON.
<http://ahambali.staff.telkomuniversity.ac.id/wp-content/uploads/sites/85/2014/05/Jaringan-Akses-GPONGEPON.pdf> . 1 Februari 2016.
- [5] A Hambali. 2014. Power Meter.
<http://www.ahambali.staff.telkomuniversity.ac.id/wp-content/uploads/sites/85/2014/06/SPOWER-METER.pdf> . November 2015
- [6] ITU-T Recommendation G.984.1. “*Gigabit-capable Passive Optical Networks (G-PON): General Characteristics*”, 2003
- [7] Rachmatsyah, Harry: “*ANALISIS DAN SIMULASI HASIL PERANCANGAN JARINGAN FTTH UNTUK LAYANAN TRIPLE PLAY DI APARTEMEN CIUMBULEIT*”, universitas Telkom, Bandung, 2015.
- [8] A Hambali. 2014. FTTx.pdf.
<http://ahambali.staff.telkomuniversity.ac.id/wp-content/uploads/sites/85/2014/05/FTTX.pdf> . Juli 2016