

ANALISA OPTIMASI JARINGAN FIBER TO THE HOME STUDI KASUS DI PERUMAHAN CIPAGERAN INDAH CIMAHI

NETWORK OPTIMIZATION ANALYSIS OF FIBER TO THE HOME CASE STUDY IN CIPAGERAN INDAH CIMAHI

Nabilla Aprilia¹, Hafidudin, ST.,MT², David Wairissal³.

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

³Jln. Telekomunikasi Dayeuhkolot Bandung 40257 Indonesia

¹nabillapriliana@students.telkomuniversity.ac.id, ²hafidudin@telkomuniversity.ac.id, ³dw@telkom.co.id

Abstrak

Pada tahun 2012 PT.Telkom Indonesia melaksanakan program modernisasi akses yaitu dengan mengganti jaringan tembaga dan mengimplementasikan jaringan akses FTTH ke perumahan cipageran indah cimahi. Jaringan akses FTTH di perumahan cipageran indah termasuk masih baru dan belum ada analisa khusus untuk kinerja jaringan optik yang telah terimplementasi di perumahan tersebut.

Proyek Akhir ini dianalisa kinerja jaringan FTTH di STO Telkom Cimahi ke perumahan Cipageran Indah dengan berdasarkan perhitungan parameter kelayakan jaringan yaitu *Power Link Budget*, *Rise Time Budget*, dan *Bit Error Rate* (BER) dan berdasarkan analisis pengukuran dan perhitungan pada link jaringan distribusi. Pada jaringan FTTH di perumahan Cipageran Indah Cimahi telah terpasang perangkat GPON bersentral di STO Telkom dan memiliki perangkat 1 ODC, 28 ODP dan 224 ONT dengan menggunakan *passive splitter* 1:8.

Hasil uji link terbukti bahwa jaringan yang telah terimplementasi FTTH ini memenuhi standar jaringan yang ditentukan oleh PT.Telkom dengan nilai BER yaitu sebesar 7.7014×10^{-13} , Pada panjang gelombang 1550 nm nilai power link budget sebesar -23.16 dBm dan rise time budget sebesar 0.26 ns pada panjang gelombang 1310 nm nilai power link budget sebesar -23.45 dBm dan rise time budget sebesar 0.25ns. Berdasarkan analisis pengukuran dan perhitungan di link distribusi terdapat nilai redaman yang tinggi yaitu pada distribusi dua akibat rendahnya redaman pada titik sambung 2 yang bermasalah dan perlu dilakukan optimasi pada jaringan distribusi dua.

Kata kunci : Fiber To The Home (FTTH), Power Link Budget, Rise Time Budget, BER, Link Distribusi

Abstract

In 2012, PT Telkom Indonesia implement the modernization program access by replacing copper network and implementing FTTH access network to Cipageran Indah Residence Cimahi. FTTH access network in Cipageran Indah Residence still new and there has been no specific analysis for the performance of optical networks that have been implemented in the residential.

This final project aims to determine the performance of FTTH network in STO Telkom Cimahi to Cipageran Indah Residence on the basis of calculation parameters network feasibility namely Link Power Budget, Rise Time Budget, and Bit Error Rate (BER) and based on the analysis of measurements on distribution links. FTTH network in Cipageran Indah Residence Cimahi has installed GPON devices with STO Telkom in the central and have 1 ODC, 28 ODP and 224 ONT devices by using passive splitter 1: 8.

The link test results proved that the network that has implemented this FTTH network meets the standards prescribed by PT.Telkom with the BER value is equal 7.7014×10^{-13} , In the 1550 nm wavelength the power value of link budget is -23 16 dBm and rise time budget amounted to 0.26 ns at a wavelength of 1310 nm the power value of link budget is -23.45 dBm and rise time budget amounted to 0.25 ns. Based on analysis of measurements and calculations in the distribution link contained high attenuation value in the distribution of the two due low attenuation at the connection point 2 is problematic and needs to be optimized on two distribution networks.

Keywords: Fiber To The Home (FTTH), Power Link Budget, Rise Time Budget, BER, Distribution Links

I. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Teknologi fiber optik saat ini merupakan teknologi informasi dan telekomunikasi yang pertumbuhannya sangat cepat dengan melihat perkembangan dan permintaan layanan internet yang semakin meningkat. Perkembangan ini ditandai dengan bertambahnya jumlah pelanggan setiap tahunnya dan dengan pentingnya kebutuhan masyarakat

modern akan informasi digital. Pada tahun 2012 PT.Telkom Indonesia melakukan modernisasi akses di perumahan Cipageran Indah Cimahi yang bertujuan untuk mengembangkan kinerja jaringan karena sebelumnya terimplementasi teknologi jaringan akses tembaga pada perumahan tersebut.

Perumahan Cipageran Indah Cimahi merupakan perumahan yang terletak di kota Cimahi dan sudah terimplementasi jaringan fiber optik sejak awal tahun 2012. Jaringan fiber optik di perumahan ini termasuk masih baru dan belum ada analisa khusus untuk jaringan yang telah dibangun. Untuk itu penulis ingin membantu PT.Telkom untuk menganalisa kinerja jaringan fiber optik yang bersentral di STO Telkom Cimahi ke perumahan Cipageran Indah Cimahi.

Proyek akhir ini bertujuan untuk menganalisa kinerja jaringan berdasarkan perhitungan parameter uji kelayakan berupa *Link Power Budget*, *Rise Time Budget* dan *BER* (Bit Error Rate) dan juga melakukan analisis pengukuran dan perhitungan pada link jaringan distribusi yang sudah terimplementasi tersebut.

2.Dasar Teori

2.1. Fiber Optik^[1]

Fiber optik adalah saluran transmisi atau sejenis kabel yang terbuat dari kaca atau plastik yang sangat halus dan lebih kecil dari sehelai rambut dan dapat digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain. Sumber cahaya yang digunakan biasanya adalah laser atau LED. Kabel berdiameter lebih kurang 120 mikrometer. Cahaya yang ada di dalam serat optik tidak keluar karena mempunyai indeks bias dari kaca lebih besar daripada indeks bias di udara, karena laser mempunyai spektrum yang sangat sempit. Kecepatan transmisi serat optik sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi.

Fiber optik merupakan teknologi telekomunikasi yang sangat handal. Dengan bandwidth (lebar jalur) yang besar fiber optik dapat mentransmisikan data lebih banyak dibandingkan dengan menggunakan kabel tembaga. Pada komunikasi fiber optik sinyal yang digunakan adalah dalam bentuk digital, sedangkan penyaluran sinyal melalui serat optik adalah dalam bentuk pulsa cahaya. Pulsa cahaya diperoleh dari proses memodulasi sinyal informasi dalam bentuk digital kedalam suatu komponen sumber optik. Proses ini terjadi pada arah kirim sedangkan pada arah terima melalui detektor optik, pulsa cahaya kembali dalam bentuk sinyal digital.



Gambar 2.1 Struktur kabel fiber optik ^[2]

2.2 Jenis-Jenis Fiber Optik

2.2.1 Single-mode fiber^[2]

Mempunyai inti yang kecil (berdiameter 0.00035 inch atau 9 micron) dan berfungsi mengirimkan sinar laser inframerah (panjang gelombang 1300-1550 nanometer).

2.2.2 Multi-mode fiber

Mempunyai inti yang lebih besar (berdiameter 0.0025 inch atau 62.5 micron).

2.3 Arsitektur Jaringan dan Topologi FTTx^[1]

Jaringan kabel fiber optik memiliki dua perangkat aktif (Opto Elektrik) yang dipasang di *Central Office* dan di lokasi pelanggan berada. Berdasarkan lokasi penempatan perangkat aktif yang terpasang dilokasi pelanggan maka terdapat konfigurasi sebagai berikut :

1. *Fiber To The Zone* (FTTZ)

Titik Konversi Optik (TKO) terletak disuatu tempat diluar bangunan, biasanya berupa cabinet yang ditempatkan di pinggir jalan seperti pada letak perangkat Rumah kabel (RK). Terminal pelanggan dihubungkan dengan Titik konversi optik melalui kabel tembaga hingga beberapa kilometer, FTTZ dapat dianalogikan sebagai pengganti RK.

2. *Fiber To The Curb* (FTTC)

Titik Konversi Optik (TKO) terletak di suatu tempat diluar bangunan dan didalam cabinet dan diatas tiang dengan kapasitas yang lebih kecil. Terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga hingga berapa ratus meter. Koneksi dari curb hingga ke pelanggan menggunakan kabel tembaga

3. *Fiber To The Building* (FTTB)

Titik Konversi Optik (TKO) terletak di dalam gedung dan biasanya terletak pada ruang telekomunikasi di basement namun juga dimungkinkan diletakkan pada beberapa lantai di gedung tersebut. Terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga indoor. FTTB dalam diterapkan bagi pelanggan bisnis di gedung-gedung bertingkat atau bagi pelanggan perumahan di apartement.

4. *Fiber To The Home* (FTTH) Titik Konversi Optik (TKO) berada didalam rumah pelanggan terminal pelanggan yang dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga indoor hingga beberapa puluh meter saja, FTTH dapat dianalogikan sebagai pengganti Terminal Blok (TB).

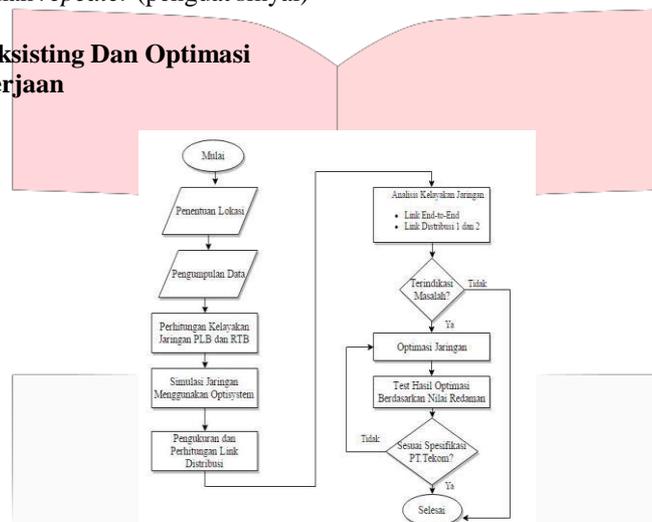
2.4 Keunggulan Fiber To The Home

Teknologi Fiber To The Home (FTTH) merupakan jaringan optik dari pusat penyedia dan disalurkan ke pelanggan dan passive splitter yang digunakan biasanya digunakan 1:8, yaitu dengan sinyal multiplex dibagi ke 8 rumah yang berbeda. Jarak antara sentral ke pelanggan dapat mencapai jarak maksimal yaitu 20 kilometer Fiber to the Home memiliki beberapa keunggulan, antara lain :

1. FTTH menawarkan layanan pelanggan berupa data, video dan suara
2. FTTH memiliki bandwidth (lebar pita) yang lebih besar
3. FTTH memiliki karakteristik lebih aman karena serat optik tidak mudah terbakar dan tidak mengalirkan listrik sedikitpun
4. FTTH mendukung pengembangan jaringan masa depan
5. FTTH tidak memerlukan *repeater* (penguat sinyal)

3. Pengukuran Kondisi Eksisting Dan Optimasi

3.1 Flowchart Alur Pengerjaan



Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Proyek Akhir

3.2 Penentuan Lokasi Penelitian

Pada proyek akhir ini telah ditentukan lokasi untuk analisa optimasi jaringan FTTH yaitu di Perumahan Cipageran Indah Cimahi. Perumahan Cipageran Indah Cimahi merupakan salah satu perumahan di kota Cimahi yang baru terimplementasi oleh jaringan FTTH. Permintaan pelanggan untuk memiliki layanan teknologi broadband yang handal dan bandwidth yang tinggi adalah salah satu faktor modernisasi akses jaringan sehingga dilakukanlah perancangan jaringan FTTH pada perumahan ini. Peta lokasi Perumahan Cipageran Indah pada gambar 3.1



Gambar 3.2 Lokasi Penelitian

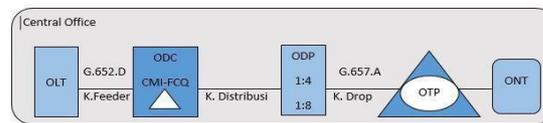
3.3 Pengumpulan Data

3.3.1 Kondisi Jaringan Eksisting

Sebelum terimplementasi jaringan FTTH pada Perumahan Cipageran Indah, telah terpasang jaringan tembaga. Pada OLT yang berada di STO Telkom Cimahi telah terpasang serat optik dengan 1 core ke beberapa titik ODC. Perumahan Cipageran Indah memiliki satu ODC yang terhubung dengan sentral atau OLT di STO Cimahi yaitu ODC-FCQ-CMI. Serat optik yang digunakan adalah jenis G.652.D untuk jenis kabel *feeder* dan G.657 untuk jenis *drop* kabel.

Pada gambar 3.2 menunjukkan konfigurasi jaringan FTTH yang digunakan pada perumahan Cipageran Indah. Jenis passive splitter yang digunakan merupakan jenis *two stage* yaitu *passive splitter* 1:4 untuk membagi daya keluaran yang masing-masing akan diteruskan ke perangkat ODP. Pada ODP terdapat *passive splitter* 1:8 yang akan diteruskan ke pelanggan di perangkat ONT.

Perangkat yang telah terimplementasi di perumahan Cipageran Indah yaitu 1 unit ODC dan 28 ODP dengan total pelanggan yang terinstalasi sampai ke unit pelanggan 224 ONT. Jenis kabel yang digunakan dari STO sampai dengan ODC-CMI-FCQ adalah kabel feeder menggunakan serat optik singlemode G.652.D. Sedangkan jenis kabel yang digunakan dari ODP ke masing-masing ONT yaitu menggunakan kabel G.657.



Gambar 3.3 Konfigurasi Jaringan FTTH

3.3.2 Standard Operational Procedure

PT.Telkom mempunyai *Standar Operational Procedure* (SOP) dan standard ITU-T yang harus dilakukan dan dipenuhi pada saat pengoperasian yang dilakukan di lapangan.

3.4 Perhitungan Kelayakan Jaringan End-to-End

3.4.1 Parameter Power Link Budget

Perhitungan dihitung berdasarkan link jarak terjauh dengan total jarak dari STO-ONT adalah 4.145 km (OLT-ODC 3.4 km, ODC-ODP 0.625 km, dan ODP-ONT 0.1 km).

Downstream (1550 nm)

$$\begin{aligned} \overline{atot} &= L. \alpha_{\text{serat}} + N_c. \alpha_c + N_s. \alpha_s + SP \\ \overline{atot} &= (3.42 \times 0.28) + (0.625 \times 0.28) + (0.1 \times 0.28) + (6 \times 0.2) + (2 \times 0.1) + (10.35 + 7.25) \\ &= 20.160 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga} \quad : Pr_x &= P_{tx} - \overline{atot} - SM \\ &= 3 - 20.160 - 6 \end{aligned}$$

$$Pr_x = -23.16 \text{ dBm}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka} \quad : Pr_x &\leq \text{Sensitifitas Detektor} \\ -23.16 \text{ dBm} &\leq -29 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan nilai P_{rx} dari perhitungan *downstream* menghasilkan nilai yang masih berada diatas -29 dBm. Hal ini dinyatakan bahwa link diatas memenuhi kelayakan *power link budget*.

Upstream (1310 nm)

$$\begin{aligned} \overline{atot} &= L. \alpha_{\text{serat}} + N_c. \alpha_c + N_s. \alpha_s + SP \\ \overline{atot} &= (3.42 \times 0.35) + (0.625 \times 0.35) + (0.1 \times 0.35) + (6 \times 0.2) + (2 \times 0.1) + (10.35 + 7.25) \\ &= 20.450 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga} \quad : Pr_x &= P_{tx} - \overline{atot} - SM \\ &= 3 - 20.450 - 6 \end{aligned}$$

$$Pr_x = -23.45 \text{ dBm}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka} \quad : Pr_x &\leq \text{Sensitifitas Detektor} \\ -23.45 \text{ dBm} &\leq -29 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan nilai P_{rx} yang diperoleh dari hasil perhitungan *upstream* menghasilkan nilai yang masih berada diatas -29 dBm. Hal ini berarti link diatas memenuhi kelayakan *power link budget*. Nilai link power budget diperlukan untuk mengantisipasi adanya perubahan parameter komponen karena usia operasi sehingga menyebabkan degradasi.

3.4.2 Parameter Rise Time Budget

Analisis rise time budget merupakan metode untuk menentukan batasan dispersi suatu link serat optik. Tujuan dari metode ini adalah untuk menganalisis apakah untuk kerja jaringan secara keseluruhan telah tercapai dan mampu memenuhi kapasitas kanal yang diinginkan. Perhitungan Rise Time Budget ini dilakukan pada link jarak terjauh yaitu ONT 28 yang terhubung pada ODP-1 total jarak dari STO -ONT adalah 4.145 km (OLT-ODC 3.42 km, ODC-ODP 0.0625 km, dan ODP-ONT 0.1 km).

Downstream

Bit Rate downstream (Br) = 2,4 Gbps dengan format NRZ, sehingga :

$$tr = \frac{0.7}{Br} = \frac{0.7}{2.4 \times 10^9} = 0,2917 \text{ ns}$$

$$Br = 2,4 \times 10^9$$

Menentukan nilai T:

$$T_{\text{material}} = \Delta\sigma \times L \times Dm$$

$$= 1 \text{ nm} \times 4.145 \text{ km} \times 0,018 \text{ ns/nm.km} = 0.07461 \text{ ns}$$

$$T_{\text{modus}} = 0, \text{ karena serat optik Single Mode}$$

Sehingga perhitungan t_{total} untuk *downstream* adalah sebagai berikut :

$$t_{\text{total}} = (t_{\text{tx}}^2 + t_{\text{material}}^2 + t_{\text{modus}}^2 + t_{\text{rx}}^2)^{\frac{1}{2}}$$

$$= (0.15)^2 + (0.07461)^2 + 0^2 + (0.2)^2)^{\frac{1}{2}}$$

$$= 0.26 \text{ ns}$$

Setelah melakukan perhitungan, maka didapatkan nilai *rise time budget* total sebesar 0.048 ns dan masih dibawah maksimum *rise time* dari *bit rate* sinyal NRZ sebesar 0.2917 ns dapat disimpulkan bahwa sistem memenuhi *rise time budget*.

Upstream

Bit Rate downstream (Br) = 1.2 Gbps dengan format NRZ, sehingga :

$$tr = \frac{0.7}{Br} = \frac{0.7}{1.2 \times 10^9} = 0,5833 \text{ ns}$$

$$Br = 1.2 \times 10^9$$

Menentukan nilai T:

$$T_{\text{material}} = \Delta\sigma \times L \times Dm$$

$$= 1 \text{ nm} \times 4.145 \text{ km} \times 0,003 \text{ ns/nm.Km} = 0.0124 \text{ ns}$$

$T_{\text{modus}} = 0$, karena serat optik *Single Mode*

Sehingga perhitungan t_{total} untuk *upstream* adalah sebagai berikut :

$$t_{\text{total}} = (t_{\text{tx}}^2 + t_{\text{material}}^2 + t_{\text{modus}}^2 + t_{\text{rx}}^2)^{\frac{1}{2}}$$

$$= [(0.2)^2 + (0.0124)^2 + (0)^2 + (0.15)^2]^{\frac{1}{2}}$$

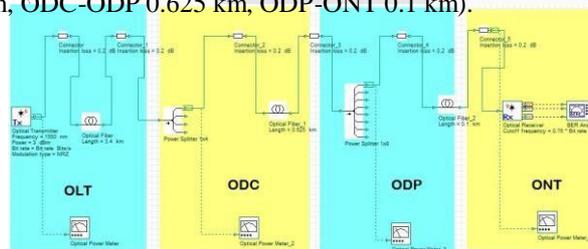
$$= 0.25 \text{ ns}$$

Dari hasil perhitungan, maka didapatkanlah *rise time budget* total sebesar 0,044 ns nilai tersebut masih dibawah minimum *rise time* dari *bit rate* sinyal NRZ sebesar 0,5833 ns. Jadi dapat disimpulkan bahwa sistem tersebut memenuhi *rise time budget*.

3.5 Simulasi Optisystem

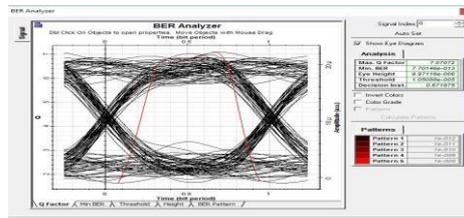
Downstream

Simulasi link optik untuk downstream menggunakan panjang gelombang 1550 nm sesuai dengan yang digunakan pada link serat optik di Perumahan cipageran indah Cimahi. Jarak OLT sampai dengan ONT terjauh 4.145 km (OLT-ODC 3.4 km, ODC-ODP 0.625 km, ODP-ONT 0.1 km).



Gambar 3.4 Link downstream pada Optisystem

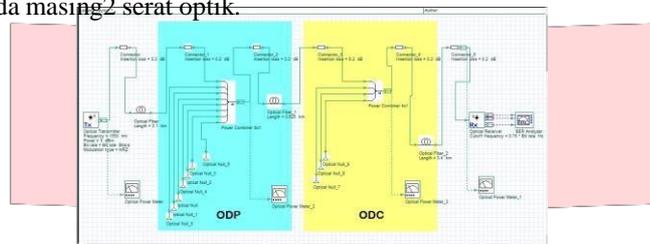
Daya terima yang terukur pada optisystem yaitu -19.809 dBm. Dengan berdasarkan hasil simulasi tersebut maka didapatkanlah nilai BER sebesar 7.70146×10^{-13} . Nilai BER tersebut lebih kecil dari nilai BER standar yang telah ditentukan oleh PT. Telkom yaitu sebesar 10^{-11} .



Gambar 3.5 BER pada link downstream

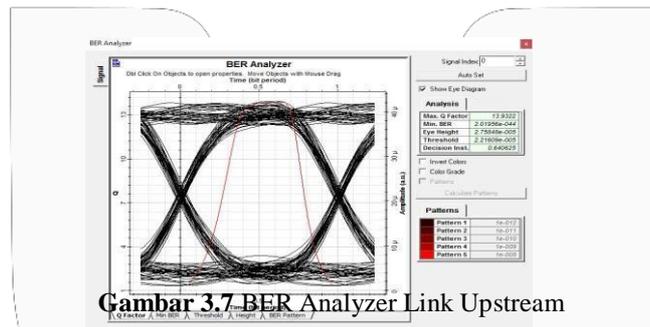
Upstream

Simulasi link optik untuk upstream ini menggunakan panjang gelombang 1310 nm sesuai dengan yang digunakan pada link optik yang berada pada Perumahan cipageran indah Cimahi. Pada simulasi ini menggunakan daya pancar pada ONT yang berupa transmiter untuk daya link upstream sebesar 3 dB. Untuk serat optik diberi redaman sebesar 0,2 dB pada masing2 serat optik.



Gambar 3.6 Link Upstream pada Optisystem

Daya terima yang terukur pada simulasi Optisystem ini adalah di bagian Rx yaitu -16.729 dBm. Berdasarkan hasil dari simulasi tersebut, didapatkanlah nilai BER sebesar 2.01956×10^{-44} nilai tersebut lebih kecil dari BER standar yang ditentukan PT.Telkom 10⁻⁴.



Gambar 3.7.BER Analyzer Link Upstream

4. Hasil Optimasi dan Analisis

4.1 Analisis Kelayakan Jaringan Link Optik End-to-End

4.1.1 Analisis Perhitungan dan Simulasi

Berdasarkan analisis perhitungan menggunakan persamaan sistematis dan juga analisis simulasi dengan menggunakan *software Optisystem* maka, dapat disimpulkan bahwa keduanya memiliki hasil yang sesuai dengan standar ketentuan. Hasil dari perhitungan parameter link power budget untuk link jarak terjauh pada link downstream adalah -19.809 dBm dan pada link upstream adalah -16.729 dBm. Hasil perhitungan BER dengan menggunakan *software Optisystem* untuk *link downstream* didapatkan nilai BER sebesar 7.7014×10^{-3} sedangkan untuk link upstream nilai BER sebesar 2.0195×10^{-44} .

4.1.2 Analisis Pengukuran Distribusi 1

Pengukuran ini dilakukan menggunakan alat OPM yang dilakukan pada distribusi satu dengan mengukur nilai redaman kabel pada core-1 dan core-3. Kemudian dibandingkan dengan perhitungan manual nilai redaman sesuai dengan ketentuan PT.Telkom. Nilai redaman yang sesuai dengan ketentuan PT.Telkom adalah di range -13-25 dBm.

Analisis hasil dari perbandingan redaman dapat dilihat dari perbedaan yang ada pada saat pengukuran dan perhitungan. Pengukuran dengan menggunakan alat OPM menunjukkan nilai redaman *core-1* sebesar -17.85 dBm,

sedangkan nilai redaman pada perhitungan matematis menunjukkan nilai redaman sebesar -17.67 dBm. Untuk pengukuran nilai redaman core-3 adalah -18.48 dBm sedangkan nilai redaman idealnya sebesar -17.67 dBm kedua hasil redaman ini baik karena berada pada range yang ditentukan oleh PT.Telkom.

4.2.2 Analisis Pengukuran Distribusi 2

Nilai redaman yang diterima harus sesuai dengan ketentuan PT.Telkom dan ITU-T yang berada di *range* -13-25 dBm. Pengukuran dengan menggunakan alat OPM menunjukkan nilai redaman *core-1* tinggi yaitu sebesar -30.35 dBm, sedangkan berdasarkan perhitungan nilai redaman seharusnya menunjukkan nilai redaman ideal sebesar -18.57 dBm.

4.2.3 Hasil Pengukuran Link Jaringan Distribusi

Hasil pengukuran pada link distribusi satu core-1 adalah -17.85 dBm dan pada core-3 adalah -18.48 dBm. Sedangkan untuk perhitungan menggunakan persamaan matematis pada link distribusi satu core-1 adalah -17.67 dBm dan pada link distribusi core-3 adalah -17.67 dBm.

Hasil analisis pengukuran dan perhitungan pada link distribusi dua memiliki redaman yang cukup tinggi. Pengukuran pada link distribusi dua core-1 adalah sebesar -30.35 dBm dan pada core-3 adalah -29.22 dBm. Sedangkan untuk perhitungan matematis pada link distribusi core-1 adalah -18.57 dBm dan pada link distribusi core-3 adalah -18.56 dBm. Hasil pengukuran ini tidak sesuai dengan nilai redaman yang ditentukan PT.Telkom karena tidak berada pada range -13-25dBm

4.2 Optimasi Jaringan Distribusi

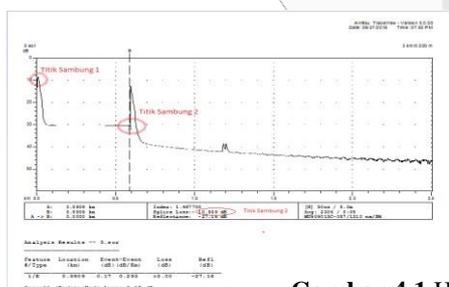
4.3.1 Pengukuran Kabel serat optik menggunakan OTDR

Dibawah ini merupakan langkah-langkah penggunaan alat OTDR.

1. Persiapkan konektor lalu dimasukan ke terminal OTDR konektor harus bersih agar mendapatkan hasil yang akurat.
2. Gunakanlah tegangan catuan yang sesuai dengan ketentuan PT.Telkom dan ITU-T yaitu sebesar 110V/220V.
3. Gunakanlah kabel konektor yang sesuai dengan standar
4. Kondisi lingkungan harus bersih dan tidak terkena sinar matahari karena dapat mengganggu laser pengukur.
5. Pengaturan alat sesuai dengan tujuan dan spesifikasi yang ditunjukkan.

Berdasarkan *Standard Operational Procedure* (SOP) pengukuran. Prosedur pengukuran kabel adalah.

1. Menyalakan alat ukur yang akan digunakan, pada penelitian ini PT.Telkom Indonesia Divisi Area Network Cimahi menggunakan alat ukur *Optical Domain Reflectometer* (OTDR) Anritsu MT-9083.
2. Bersihkan *pigtail* dari debu yang menempel karena debu yang menempel pada *pigtail* dapat mengganggu laser yang akan ditembakkan untuk mengukur jaringan serat optik yang terimplementasi.
3. Menghubungkan *pigtail* OTB yang akan diukur untuk setiap core yang akan dihitung. Pada penelitian ini core yang dihitung adalah core-1 dan core-3 untuk distribusi 2. *Pigtail* dihubungkan pada adaptor yang terdapat di OTDR.
4. Mengatur alat untuk menentukan besaran-besaran yang digunakan pada saat pengukuran, Pengaturan yang diperlukan adalah pengaturan jarak, panjang gelombang yang digunakan serta indeks bias.



Gambar 4.1 Hasil Ukur OTDR Distribusi dua core-1

4.3.2 Penyambungan Kabel Serat Optik

Setelah mengetahui titik sambung yang bermasalah maka dilakukanlah perbaikan dengan melakukan penyambungan ulang kabel distribusi pada titik sambung yang bermasalah dengan berdasarkan *Standard Operational Procedure* (SOP) PT.Telkom sebagai berikut.

1. Melakukan pengelupasan pada kabel yang bermasalah dengan kabel baru pada masing-masing ujung kabel dan hilangkan jelly pada kabel serat optik dengan menggunakan alkohol.



Gambar 4.2 Pengelupasan Kabel Serat Optik

2. Kemudian masukan ujung serat optik ke alat *fussion splicer*.



Gambar 4.3 Proses Penyambungan di Fussion Splicer

3. Setelah penyambungan selesai dilaksanakan selanjutnya adalah mengkoordinasikan kepada petugas *Network Management System* (NMS) untuk mengetahui kembali dimana letak *real* terjadinya kerusakan.
4. Setelah ditelusuri terjadinya kerusakan berada pada titik sambung dua dan langkah selanjutnya adalah melakukan pengukuran nilai redaman dengan alat OPM pada *core-1* dan *core-3* setelah dilakukan penyambungan.
5. Apabila nilai redaman yang terukur sudah sesuai dengan ketentuan nilai redaman PT.Telkom yaitu -13dBm-25 dBm, maka optimasi jaringan yang dilakukan pada link distribusi ini berhasil. Namun jika nilai redaman tetap pada kondisi yang tidak ideal maka harus dilakukan analisis kembali pada saat pengukuran *real* di lapangan.

5.1 Kesimpulan

1. Perhitungan kelayakan sistem untuk parameter *power link budget* pada jarak terjauh, didapatkan redaman total *downstream* sebesar 20.160 dB dengan nilai Prx sebesar -23.16 dBm dan untuk redaman total *upstream* 20.450 dB dengan nilai Prx sebesar -23.45 dBm. Nilai ini masih berada di atas standar yang digunakan oleh PT.Tekom, yaitu sebesar -29 dBm.
2. Perhitungan kelayakan sistem untuk *rise time budget*, Pengkodean NRZ memiliki batas 70% dari kecepatan data yaitu 0.07461 ns untuk *downstream* dan 0.0124 ns untuk *upstream*. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai T_{total} sebesar 0.26 ns untuk *downstream* dan 0.25 ns untuk *upstream*. Nilai T_{total} tersebut masih dibawah batas pengkodean NRZ sehingga dari sisi *rise time budget* dapat dikatakan layak.
3. Hasil simulasi implementasi jaringan pada *Optisystem* dengan melihat nilai BER sebesar 7.7014×10^{-13} perhitungannya masih berada dibawah nilai ideal pada transmisi serat optik yaitu 10⁻¹⁰.
4. Pengukuran nilai redaman distribusi satu *core-1* adalah -17.85 dBm dan untuk *core-3* -18.48 dBm sedangkan berdasarkan perhitungan matematis *core-1* sebesar -17.88 dBm dan *core-3* sebesar -17.89 dBm
5. Pengukuran nilai redaman distribusi dua *core-1* adalah -30.35 dBm dan untuk *core-3* -29.22 dBm, nilai redaman pengukuran ini tinggi karena tidak berada di range yang ditentukan -13-25 dBm. Perhitungan matematis untuk *core-1* -18.72 dBm dan untuk *core-3* -18.74 dBm.
6. Optimasi jaringan dilakukan berdasarkan analisis redaman titik sambung yang bermasalah pada hasil pengukuran OTDR, optimasi dilakukan dengan memperbaiki titik sambung yang bermasalah dengan cara penyambungan ulang kemudian tes hasil penyambungan dengan menggunakan OPM.

5.2 Saran

1. Dalam melakukan pengukuran dan perhitungan diharapkan agar SDM dapat memperhatikan standar operasional.
2. Pada saat waktu pemberian data diharapkan untuk dapat memaksimalkan waktu agar penelitian dapat berjalan dengan baik.
3. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan agar dapat mengembangkan ke teknologi baru

DAFTAR PUSTAKA

- [1] <http://www.slideshare.net/TelkomAkses/modul-1-konfigurasi-ftth>
- [2] <http://www.unsri.ac.id/upload/arsip/Serat%20Optik.pdf>
- [3] Vinesto,OQ. *Analisis Performansi Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) Link STO Gegerkalong ke Perumahan Cipaku Indah*. Telkom University,Bandung,2015
- [4] Rachmatsyah,Harry. *Analisis Dan Simulasi Hasil Perancangan Jaringan FTTH Untuk Layanan Triple Play Di Apartemen Cimbleit Dengan Menggunakan Teknologi GPON*. Telkom University, Bandung,2015
- [5] Telkom Indonesia, “Dokumen Design Jaringan FTTH”,2013
- [6] Telkom Indonesia, “Dokumen Optimasi Maintenance Jaringan FTTH”,2013
- [7] Indrawardana,M. *Optimasi Jaringan Transmisi Optik Medan-Peekanbaru Dengan Proteksi SNCP Ring*. Universitas Indonesia,Jakarta,2008
- [8] Fitriyani,Atika. *Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Perumahan Nata Endah Kopo*. Telkom University,Bandung, 2015
- [9] <http://ahambali.staff.telkomuniversity.ac.id/wp-Jaringan-Akses-GPON/>
- [10] Telkom Indonesia, “SOP Pengukuran Kabel Serat Optik”,2011
- [11] Telkom Indonesia,”SOP Maintenance Fiber Optic”,2011

