

	UNIVERSITAS TELKOM	No. Dokumen	
	Jl.Telekomunikasi No. 1 Ters. Buah Batu Bandung 40257	No. Revisi	
	FORMULIR LEMBAR PENGESAHAN	Berlaku Efektif	

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Nama : Afif Glenta Utama
 NIM : 1101110219
 Alamat : Jalan Sukabirus RT/RW 006/013 Citeureup Dayeuhkolot
 No. Telp/HP : 081322529982
 E-mail : Glenta.Afif@gmail.com

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya orisinal saya sendiri, dengan judul:

**PERANCANGAN JARINGAN AKSES *FIBER TO THE HOME* (FTTH) MENGGUNAKAN TEKNOLOGI
 10-GIGABIT-PASSIVE OPTICAL NETWORK (XGPON) UNTUK PERUMAHAN BENDA BARU
 TANGERANG SELATAN**

*DESIGNING FIBER TO THE HOME ACCES NETWORK (FTTH) USING 10-GIGABIT-PASSIVE OPTICAL
 NETWORK TECHNOLOGY (XGPON) AT BENDA BARU RESIDENCE IN SOUTH TANGERANG*

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap kejujuran akademik atau etika keilmuan dalam karya ini, atau ditemukan bukti yang menunjukkan ketidak aslian karya ini.



Bandung, 27 Juli 2018

Afif Glenta Utama
 NIM : 1101110219

ABSTRAK

Kebutuhan akan pelayanan di bidang teknologi informasi dan komunikasi semakin meningkat setiap tahun. Jenis layanan yang dibutuhkan bukan lagi sebatas *voice* namun menjadi berkembang ke layanan *triple play* (*voice*, *data*, dan *video*). Dengan pesatnya perkembangan tersebut, maka diperlukan kapasitas yang besar juga untuk dapat melayani kebutuhan tersebut, dengan kemampuan teknologi XGPON yang mampu memberikan kecepatan 100 Mbps kepada pelanggan.

Komplek perumahan baru banyak dibangun sehingga membuat kebutuhan akan layanan Internet di rumah semakin dicari oleh para pelanggan. Salah satunya adalah perumahan Benda Baru yang terletak di kota Tangerang Selatan. Serat optik yang menjadi bahan pilihan memiliki keunggulan untuk dapat membawa informasi dalam kapasitas yang besar serta kuat terhadap interferensi. Perhitungan kali ini penulis tidak sekedar membuat rancangan FTTH saja tetapi penulis juga membandingkan perhitungan yang telah dilakukan secara manual dengan hasil perhitungan simulasi menggunakan *optisystem*. Semua perhitungan yang nantinya disesuaikan dengan standar dari ITU-T dan Innovate-Indonesia.

Hasil perhitungan simulasi *link power budget*, yaitu total redaman yang dihasilkan untuk jarak terjauh didapatkan nilai daya terima adalah sebesar -24,88 dBm untuk *link downstream* dan -23,52 dBm untuk *link upstream*. Hasil perhitungan tersebut masih memenuhi standar yang ditentukan oleh ITU-T G.984 yang kemudian diikuti oleh P.T. Innovate Indonesia yaitu sebesar -28 dBm. Untuk nilai *rise time budget* didapatkan nilai waktu batasan adalah sebesar 0,14 untuk pengkodean RZ dan 0,28 untuk pengkodean NRZ. Dari hasil perhitungan tersebut didapatkan t_{system} adalah sebesar 0,049 untuk *downstream* dan *upstream*. Hasil RTB bernilai baik karena t_{system} yang lebih kecil dari batasan waktu tiap pengkodean. Untuk parameter *bit error rate* nilai yang dihasilkan dari perhitungan simulasi adalah sebesar $4,5 \times 10^{-30}$ untuk *downstream* dan $2,3 \times 10^{-20}$ untuk *upstream*. Kedua nilai tersebut memenuhi nilai minimum BER yang ditetapkan untuk optik, yaitu sebesar 10^{-9} . Semua nilai tersebut memenuhi standar kelayakan dari ITU-T G.984.

Kata kunci : FTTH, XGPON, *optisystem*

ABSTRACT

The need for services in the field of information and communication technology is increasing every year. The type of service required is no longer limited to voice but evolved into triple play services (voice, data, and video). With the rapid development, it takes a large capacity also to serve these needs, with the ability of XGPON technology capable of providing 100Mbps speed to customers.

The new housing complex is built so much that making the need for Internet services at home is increasingly sought after by customers. One of them is Residential Benda Baru located in the city of South Tangerang. Optical fibers that become the material of choice have the advantage to be able to bring information in a large capacity and strong against interference. Calculation this time the author does not just make the design of FTTH alone but the author also compares the calculations that have been done manually with the results of simulation calculations using optisystem. All calculations are later adjusted to the standards of ITU-T and Innovate-Indonesia.

The results of the link power budget simulation calculation, namely the total attenuation generated for the farthest distance is obtained the power received value is -24.88 dBm for the downstream link and -23.52 dBm for the upstream link. The results of these calculations still meet the standards set by ITU-T G.984 which are then followed by P.T. Innovate Indonesia is -28 dBm. For rise time budget value, the time limit value is 0.14 for RZ coding and 0.28 for NRZ coding. From the results of the calculation, it is found that t_{system} is 0.049 for downstream and upstream. RTB results are good because the t_{system} is smaller than the time limit of each coding. For the bit error rate parameter the value generated from the simulation calculation is 4.5×10^{-30} for downstream and 2.3×10^{-20} for upstream. Both values meet the minimum value of BER set for optics, which is equal to 10^{-9} . All of these values meet the eligibility standards of ITU-T G.984.

Keyword : FTTH, XGPON, optisystem

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya saja penulis dapat menyusun dan menyelesaikan pengerjaan Tugas Akhir dengan judul “Perancangan Jaringan Akses *Fiber To The Home* (FTTH) Menggunakan Teknologi *10-Gigabit-Capable Passive Optical Network* (XGPON) Untuk Perumahan Benda Baru di Tangerang Selatan” yang merupakan salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan jenjang pendidikan S1 Teknik Telekomunikasi Fakultas Teknik Elektro di Universitas Telkom.

10-Gigabit-Capable Passive Optical Network (XGPON) adalah suatu pengembangan teknologi dari pendahulunya *Gigabit Passive Optical Network* (GPON), yang merupakan suatu layanan akses dimana teknologinya menggunakan serat optik. Pada penggunaan teknologi XGPON, selain meningkatkan kapasitas *bandwidth* yang lebih besar dan kecepatan akses yang lebih cepat, juga dapat memenuhi layanan *triple play* (suara, video, dan data) dalam satu media ke arah pelanggan. Pada tugas akhir ini, dilakukan perhitungan dan pengukuran parameter – parameter performansi jaringan optik di perumahan Benda Baru. Parameter performansi yang akan dianalisis yaitu *Link Power Budget*, *Rise Time Budget*, dan *Bit Error Rate* (BER) .

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyelesaian pembuatan tugas akhir ini masih banyak kesalahan dan kekurangannya. Hal ini karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki penulis, untuk itu penulis mohon kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk dijadikan bahan perbaikan dan kesempurnaan karya tulis ini. Demikianlah, semoga karya tulis ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, 26 Juli 2018

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena pada akhirnya penulis dapat menyusun dan menyelesaikan pengerjaan Tugas Akhir dengan judul *“Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi 10-Gigabit-Passive Optical Network (XGPON) Untuk Perumahan Benda Baru Tangerang Selatan”* yang merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan S1 Teknik Telekomunikasi.

Pada kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang besar kepada :

1. **Tuhan Yang Maha Esa**, untuk segala karunia yang diberikan-Nya, serta segala kelancaran dan kemudahan yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan buku ini tepat pada waktunya.
2. Ayah dan Ibu, **Drs. Bambang Sugiyanto** dan **Astutik Handayani, S.Pd.**, untuk dukungan, semangat dan doa yang selalu tidak berhenti diberikan kepadaku. Terima kasih untuk selalu percaya dan mendukungku, dalam situasi yang sangat sulit sekalipun selalu memberikan nasihat dan kekuatan untuk dapat melewati semuanya dengan baik.
3. Saudara dan kakak ipar, **Tara Lukita Wardhani, S.T.**, dan **Iqbal Razi, S.T.**, untuk motivasi, dukungan dan semangat yang selalu diberikan. Terima kasih untuk selalu mendoakan aku untuk dapat melewati semuanya dengan baik.
4. Pak **Akhmad Hambali, Ir., M.T.**, atas bimbingannya selama ini. Terima kasih untuk kesabaran, kebaikan dan murah hati dalam menghadapi penulis sebagai anak bimbingan. Terima kasih untuk semua ilmu dan dukungan yang telah diberikan.
5. Ibu **Desti Madya Saputri, S.T., M.T.**, atas bimbingannya selama ini. Terima kasih untuk segala dukungan, motivasi dan informasi yang diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan buku ini. Terima kasih untuk semua ilmu yang telah diberikan.
6. Ibu **Levi** dan Pak **Afief Dias Pambudi, S.T., M.T.**, selaku dosen wali yang selalu mendukung dan memberikan kemudahan untuk penulis dalam setiap tahap dan proses selama menjalani pendidikan di kampus ini.
7. **Laboratorium SKSO**, atas bantuannya dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini, baik dalam perhitungan dan juga pembelajaran teori. Terima kasih bnyak.

8. **Sahabat Seperjuangan Tugas Akhir**, Reyga prayogo alias Baba, Syawal Alam Machfudin, dan Ahmad Harizaldy alias celepuk. Terima kasih atas segala perjuangan bersama-sama dalam proses pengerjaan ini. Semua jerih payah, keringat, tawa dan canda yang tidak akan pernah penulis lupakan. Semoga kita semua dapat menjadi manusia yang benar dan bermanfaat bagi bangsa dan Negara ini.
9. Calon pendamping, **Ratna Ayu Permata Aini**, terima kasih untuk semua motivasi, kesabaran, dukungan, dan doa yang selalu diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Teman-teman kelas **TT-35-06**, terima kasih untuk semua dukungan, informasi dan kenangan indah yang telah dilakukan selama menjalani pendidikan di kampus ini.
11. Teman-teman kontrakan, **Villa Dewa**, Fitra Purwandika alias Mbah, Bondhan Rafsanjani, Dimas Hendratno alias Keling, Fajar Siddiq alias Padok, Mochtar Hernowo alias Momo, Rafelly John alias Vely, Reza Pratama alias Japarak, Rizky Muttaqien alias Kiki, Syaiful Rahmat alias Gembul. Terima kasih untuk semua dukungan, motivasi, informasi dan doa kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Terima kasih untuk tempat berlabuh penulis sebagai rumah kedua. Terima kasih untuk semua kelakuan konyol yang telah dilakukan penulis bersama kalian. Terima kasih untuk kenangan indah yang telah dilakukan bersama. Terima kasih untuk jurus jitu kalian menghilangkan rasa rindu akan rumah sendiri. Tanpa kalian penulis bukanlah apa-apa dan bukanlah siap-siapa. Berkat kalianlah penulis dapat menjadi jati diri sendiri. Semoga sampai nanti tali persahabatan ini dapat terjalin untuk selamanya. Terima Kasih banyak.
12. Teman-teman, **Telco**, yang banyak sekali dan tidak bisa disebutkan satu per satu. Terima kasih untuk semua pengalaman berorganisasi dan kepanitian kampus. Terima kasih untuk cerita dan kenangan indah yang kita lakukan bersama. Terima kasih untuk semuanya kalian terbaik dan tak akan tergantikan. *Telco #PTST*
13. **Dosen dan Staff Fakultas Teknik Elektro**, terima kasih untuk semua informasi yang diberikan dalam memperlancar dan mendorong penulis menyelesaikan apa yang harus menjadi kewajiban penulis.

Keterbatasan waktu dan tempat membuat penulis tidak dapat menuliskan satu per satu semua pihak yang telah ambil andil dalam memperlancar pembuatan Tugas Akhir ini. Penulis hanya bias berdoa semoga Tuhan Yang Maha Esa selalu memberikan yang terbaik bagi kita semua.

Bandung, 26 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR PERSAMAAN	.xii
DAFTAR GAMBAR	.xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SINGKATAN	.xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Tahapan Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 <i>Passive Optical Network (PON)</i>	5
2.2 <i>Gigabyte Passive Optical Network (GPON)</i>	6
2.3 <i>Fiber to The Home (FTTH)</i>	7
2.4 <i>10-Gigabit-Passive Optical Network (XGPON)</i>	8
2.5 Parameter	10
2.5.1 <i>Link Power Budget (LPB)</i>	10
2.5.2 <i>Signal to Noise Ratio (SNR)</i>	11
2.5.3 <i>Q factor</i>	11
2.5.4 <i>Bit Error Rate (BER)</i>	11
2.5.5 <i>Rise Time Budget (RTB)</i>	12

2.6 Media Polongan Jaringan Fiber Optik	13
2.6.1 <i>Manhole</i>	13
2.6.2 <i>Handhole</i>	15
BAB III PERANCANGAN JARINGAN FTTH	16
3.1 Penentuan Lokasi	16
3.1.1 Kondisi <i>Existing</i>	18
3.1.2 <i>Requirement Identification</i>	19
3.1.3 Proses Perancangan	20
3.1.4 Letak Perangkat	20
3.1.5 Spesifikasi Perangkat	21
3.2 Survey	23
3.2.1 Perencanaan Kabel <i>feeder</i>	23
3.2.2 Kebutuhan Perangkat	27
3.2.3 Kebutuhan <i>Bandwidth</i>	27
3.2.4 <i>Labelling</i>	28
3.3 Penentuan Parameter	29
3.3.1 Perhitungan LPB	29
3.3.2 Perhitungan SNR, <i>Q factor</i> dan BER	31
3.3.3 Perhitungan RTB	35
3.4 Perancangan Simulasi	38
BAB IV ANALISIS PERANCANGAN	43
4.1 Analisis <i>Downstream 1577nm</i>	43
4.2 Analisis <i>Upstream 1270nm</i>	45
4.3 Analisis Perhitungan dan Simulasi	48
BAB V PENUTUP	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 <i>Link Power Budget</i> (LPB).....	10
Persamaan 2.2 <i>Margin</i> daya	10
Persamaan 2.3 Daya Maksimum	10
Persamaan 2.4 <i>Signal to Noise Ratio</i> (RTB)	11
Persamaan 2.5 <i>Q factor</i>	11
Persamaan 2.6 <i>Bit Error Rate</i> (BER)	12
Persamaan 2.7 Pendekatan BER	12
Persamaan 2.8 <i>Rise Time Budget</i> (RTB)	12
Persamaan 2.9 Pendekatan RTB	12

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konfigurasi PON	5
Gambar 2.2 Konfigurasi GPON	6
Gambar 2.3 Arsitektur FTTH.....	7
Gambar 2.4 Arsitektur XGPON	8
Gambar 2.5 Bentuk <i>Manhole type S</i>	14
Gambar 2.6 Bentuk <i>Manhole type L</i>	14
Gambar 2.7 Bentuk <i>Manhole type T</i>	15
Gambar 2.8 Bentuk <i>Handhole</i>	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan	16
Gambar 3.2 Jalur <i>Existing</i>	19
Gambar 3.3 Perangkat ITU-T G.984.2.....	22
Gambar 3.4 Denah Perancangan	24
Gambar 3.5 Denah Perancangan dari OLT menuju FDT.....	24
Gambar 3.6 Denah perancangan di dalam perumahan.....	25
Gambar 3.7 Denah Perancangan letak FAT dan FDT.....	26
Gambar 3.8 Daya Pancar <i>Transmitter Downstream</i>	39
Gambar 3.9 Perancangan Simulasi <i>Link Downstream</i> terjauh	40
Gambar 3.10 Perancangan Simulasi <i>Link Downstream</i> terdekat	40
Gambar 3.11 Daya Pancar <i>Transmitter Upstream</i>	41
Gambar 3.12 Perancangan Simulasi <i>Link Upstream</i> terjauh.....	42
Gambar 3.13 Perancangan Simulasi <i>Link Upstream</i> terdekat	42
Gambar 4.1 Diagram Mata <i>Link Downstream</i> terjauh	43
Gambar 4.2 Diagram Mata <i>Link Downstream</i> terdekat	44
Gambar 4.3 Nilai LPB untuk <i>Link Downstream</i> terjauh.....	45
Gambar 4.4 Nilai LPB untuk <i>Link Downstream</i> terdekat	45
Gambar 4.5 Diagram Mata <i>Link Upstream</i> terjauh.....	46
Gambar 4.6 Diagram Mata <i>Link Downstream</i> terdekat	46
Gambar 4.7 Nilai LPB untuk <i>Downstream</i>	47
Gambar 4.8 Nilai LPB untuk <i>Upstream</i>	47

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Perangkat OLT AN5116-06	21
Tabel 3.2 Spesifikasi Serat Optik G.652.D	22
Tabel 3.3 Spesifikasi Konektor SC	22
Tabel 3.4 Spesifikasi Perangkat ONT AN5506-04FG.....	23
Tabel 3.5 Deskripsi Perangkat	27
Tabel 3.6 Perhitungan Awal Jumlah <i>Bandwidth</i>	28
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Manual	48
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Simulasi	48

DAFTAR SINGKATAN

AON	: Active Optical Network
ATM	: Asynchronous Transfer Mode
BER	: Bit Error Rate
BPON	: Broadband PON
FTTB	: Fiber To The Building
FTTC	: Fiber To The Curb
FTTH	: Fiber To The Home
FTTN	: Fiber To The Node
GEPON	: Gigabit Ethernet PON
XGPON	: 10-Gigabit-Capable Optical Network
JARLOKAF	: Jaringan Lokal Akses Fiber
LASER	: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
LED	: Light Emitting Diode
M	: Margin
ME	: Mechanical and Electrical
NRZ	: Non-Return-to-Zero
OLT	: Optical Line Termination
FDT	: Fiber Distribution Terminal
FAT	: Fiber Access Terminal
ONT	: Optical Network Terminal
PON	: Passive Optical Network
PS	: Passive Splitter
RZ	: -Return-to-Zero
SOHO	: Small Office Home Office
STO	: Sentral Telepon Otomat
TDM	: Time Division Multiplexing
TKO	: Titik Konversi Optik
WIFI	: Wireless Fidelity

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fiber to the Home (FTTH) merupakan suatu format penghantaran isyarat optik dari pusat penyedia (*provider*) ke kawasan pengguna dengan menggunakan serat optik sebagai medium penghantaran. Perkembangan teknologi ini tidak terlepas dari kemajuan perkembangan teknologi serat optik yang dapat menggantikan penggunaan kabel konvensional. Dan juga didorong oleh keinginan untuk mendapatkan layanan yang dikenal dengan istilah *triple play services* yaitu layanan akses internet (data) yang cepat, suara (jaringan telepon, PSTN) dan video (TV Kabel) dalam satu infrastruktur pada unit pelanggan. P.T. Innovate-Indonesia sebagai perusahaan infokom di Indonesia melayani penggelaran serat optik untuk kebutuhan *tripleplay*. P.T. Innovate-Indonesia berencana menggelar FTTH menggunakan teknologi *10-Gigabit-Passive Optical Network (XGPON)* agar dapat memenuhi target tersebut. XGPON adalah salah satu teknologi sistem komunikasi serat optik yang merupakan evolusi dari perkembangan *Gigabit Passive Optical Network (GPON)*.

Jaringan FTTH di perumahan Benda Baru menggunakan teknologi XGPON dan menganalisis apakah program dengan teknologi XGPON ini layak untuk diaplikasikan pada jaringan akses FTTH. Perancangan ini diawali dengan pengumpulan data informasi pelanggan, penentuan jalur dan penentuan perangkat yang digunakan, berlanjut hingga analisis kelayakan sistem sesuai dengan parameter-parameter yang ditentukan oleh ITU-T.

Tugas Akhir ini melakukan perancangan jaringan *Fiber to The Home (FTTH)* untuk perumahan Benda Baru yang berada di Tangerang Selatan dengan menggunakan teknologi *10-Gigabit-Passive Optical Network (XGPON)* dibanding dengan penelitian sebelumnya yang masih menggunakan teknologi *Gigabit Passive Optical Network (GPON)*^[5]. Pada Tugas akhir ini perbedaan dari penelitian sebelumnya adalah lokasi untuk melakukan perancangan jaringan FTTH dan juga yang paling membedakan yaitu perancangan ini menggunakan teknologi XGPON dimana *downlink* hingga 10 Gbps dan *uplink* hingga 2.5 Gbps.

1.2 Perumusan Masalah

Beberapa permasalahan yang dapat dirumuskan pada tugas akhir ini dengan mengevaluasi jaringan existing pada perumahan Benda Baru di Tangerang Selatan. Perancang melakukan perancangan jaringan *Fiber to the Home* (FTTH) di perumahan Benda Baru dengan teknologi yang digunakan adalah XGPON di dalam perancangan tersebut. Perancang melakukan penentuan pemakaian dan penempatan perangkat yang akan digunakan. Setelah itu menentukan parameter-parameter analisis kelayakan sistem *link power budget* (LPB), *rise time budget* (RTB) dan *bit error rate* (BER) yang disesuaikan dengan standar dari ITU-T dan PT Innovate Indonesia.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan hasil yang memenuhi uji kelayakan sistem dengan standarisasi oleh ITU-T G.984 dalam merancang arsitektur jaringan FTTH menggunakan teknologi XGPON untuk perumahan Benda Baru di Tangerang Selatan.

1.4 Batasan Masalah

Tugas Akhir ini membatasi permasalahan pada hal-hal berikut :

1. Perancangan dilakukan pada luas area Perumahan Benda Baru di Tangerang Selatan.
2. Parameter yang ditinjau adalah *Link Power Budget* (LPB), *Rise Time Budget* (RTB), dan *Bit Error Rate* (BER).
3. Semua *service* menggunakan *full packet based*.
4. Masalah *Bill of Quantities* dan biaya tidak dibahas pada Tugas Akhir ini.
5. Pengujian analisis dilakukan dengan menggunakan jarak terjauh dan terdekat.
6. Tugas Akhir ini tidak membahas mengenai *Network Management System* (NMS).
7. Tidak membahas mendalam mengenai efek non-linier yang terjadi pada sistem.
8. Simulasi performansi *link* optik menggunakan *optisystem* 15.
9. *Quality of Service* (QOS) tidak dibahas pada Tugas Akhir ini.
10. Tidak menjelaskan tentang teknik modulasi dan *multiplexing*.

1.5 Tahapan Penelitian

Tahapan Penelitian pada tugas akhir ini adalah :

1. Study Literatur

Literatur pada pembahasan teoritis berasalkan dari buku,jurnal ilmiah, catatan dan sumber elektronik internet sehingga diharapkan mendapatkan referensi yang jelas sehingga hasil perancangan dan analisa sesuai dan tepat.

2. Tahap Bimbingan

Melakukan bimbingan dan berdiskusi dengan dosen pembimbing saat pengerjaan tugas akhir ini sehingga bisa memperbaiki kekurangan dan mengeluarkan ide yang baru.

3. Analisa masalah

Menganalisa permasalahan berdasarkan sumber-sumber dari literatur.

4. Perancangan model jaringan

Melakukan perancangan jaringan yang sesuai sehingga dapat memenuhi syarat performansi jaringan.

5. Analisa jaringan

Melakukan analisa hasil kelayakan sehingga mendapatkan data yang diharapkan.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara umum sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bab I Pendahuluan

Pada bab ini berisi latar belakang, tujuan, rumasan masalah, batasan masalah, metode penelitian dan sistematika penulisan.

2. Bab II Dasar Teori

Bab ini berisi tentang teoritis segala aspek yang berkaitan dengan perancangan jaringan sehingga dapat membantu penulisan tugas akhir ini.

3. Bab III Perancangan Jaringan FTTH

Bab ini membahas tentang perancangan jaringan, informasi data pelanggan dan penempatan perangkat.

4. Bab IV Analisis Perancangan

Bab ini akan dijelaskan bagaimana hasil dari perhitungan dan simulasi yang dirancang dapat dibandingkan dan memenuhi standar kelayakan kualitas yang baik dalam suatu jaringan.

5. Bab V Penutup

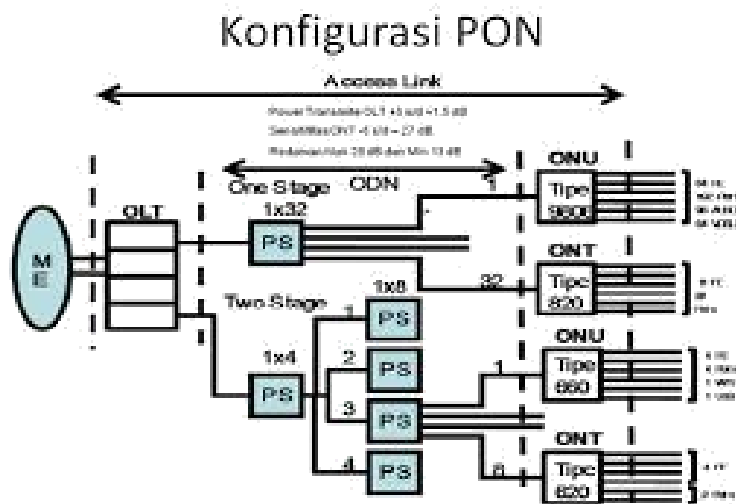
Bab ini berisikan kesimpulan dalam sebuah perancangan jaringan akses *Fiber to The Home* (FTTH) pada perumahan Benda Baru di Tangerang Selatan. Dan saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Passive Optical Network (PON)^[3]

PON merupakan salah arsitektur jaringan akses *broadband* berbasis serat optik yang menggunakan perangkat pasif optik, sehingga dapat digunakan pada konfigurasi *point-to-multipoint*. Dengan teknologi serat optik, layanan seperti data, voice, dan IPTV hanya menggunakan satu saluran kabel atau yang disebut dengan teknologi WDM (*Wavelength Division Multiplexer*) dengan koneksi kecepatan tinggi yang memungkinkan akses internet secara cepat dan terkoneksi. Keunggulan pada teknologi PON ini dapat diintegrasikan dengan jaringan *copper* (tembaga), sehingga kinerja PON dapat ditingkatkan dan biaya operasi yang lebih rendah.



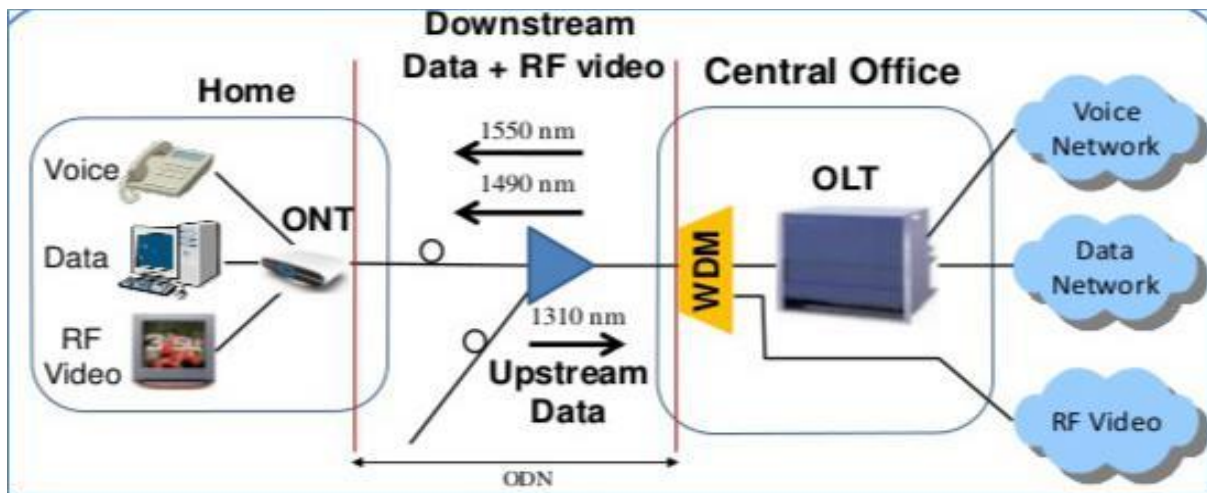
Gambar 2.1 Konfigurasi PON^[3]

Dalam PON terdapat tiga komponen utama yaitu OLT, ODN, dan ONU. Keluaran dari OLT ditransmisikan melalui ODN yang menyediakan alat alat transmisi optic mulai dari OLT sampai pelanggan. ONU menyediakan *interface* pada sisi pelanggan dan dihubungkan dengan ODN. Topologi PON ini sesuai untuk melayani kelompok pelanggan yang letaknya terpisah, dengan hanya menambah perangkat ONU di lokasi pelanggan. Metode akses yang digunakan pada PON salah satunya adalah TDM (*Time Division Multiplexing*) / TDMA (*Time Division Multiplexing Access*). Pada arah *downstream*, sinyal TDM dari OLT memuat

semua informasi pelanggan dalam slot yang ditentukan dan disebarkan ke semua ONU yang terhubung oleh OLT. Tiap ONU hanya mengakses pada slot yang telah ditentukan untuk transmisi karena semua informasi *downstream* disebarkan ke semua ONU. Pada arah *upstream* dari setiap ONU ditransmisikan secara sinkron dengan metode TDMA untuk menghindari tabrakan, karena jarak antara OLT dan semua ONU berbeda-beda.

2.2 Gigabyte Passive Optical Network (GPON)^[3]

GPON merupakan evolusi dari teknologi PON yang salah satu teknologi akses yang dikategorikan sebagai *Broadband Access* berbasis *fiber optic* dan merupakan salah satu teknologi yang dikembangkan oleh ITU-T G.984. pada GPON beberapa OLT, *interface* sentral dengan jaringan *fiber optic* dihubungkan dengan beberapa ONU, *interface* pelanggan dengan jaringan serat optik menggunakan ODN. GPON mendistribusikan trafik *Triple Play* hanya melalui media satu *core* kabel optik disisi pelanggan. Salah satu kelebihan pada teknologi ini adalah teknik distribusi trafik dilakukan secara pasif.



Gambar 2.2 Konfigurasi GPON^[3]

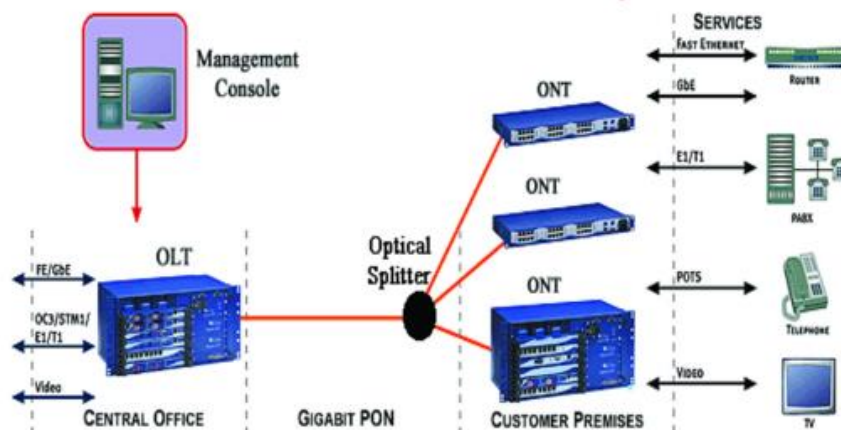
GPON menggunakan TDMA sebagai teknik *multiple access upstream* dengan data rate 1.244 Gbps dan menggunakan *broadcast downstream* dengan data rate 2.488 Gbps. GPON disarankan harus *full service support* atau melayani layanan *voice*, *Ethernet*, *leased line* dan lainnya. Jarak jangkauan dapat mencapai 20 km. Konfigurasi jaringan GPON intinya dapat dibagi menjadi 3 yaitu :

- OLT (*Optical Line Terminal*) berfungsi untuk men-switch antara jaringan kabel dan *interface* PON, yang menyediakan layanan data, Internet, dan CATV. OLT ini diletakkan pada *Central Office* (CO).
- ODN (*Optical Distribution Network*) yang merupakan komponen media transmisi.
- ONU (*Optical Network Unit*) yang didalamnya termasuk perangkat ONT atau MSAN, diletakkan dekat dengan pelanggan. ONU merupakan perangkat pasif.

2.3 *Fiber to the Home* (FTTH)^[4]

FTTH merupakan suatu format penghantar informasi berupa gelombang cahaya dari pusat penyedia (*provider*) ke kawasan pengguna dengan menggunakan serat optik sebagai medium penghantar. Perkembangan teknologi ini tidak lepas dari kemajuan perkembangan teknologi serat optik yang dapat menggantikan penggunaan kabel tembaga dengan kelengkapannya dalam menyediakan layanan *triple play* (suara, data, dan video).

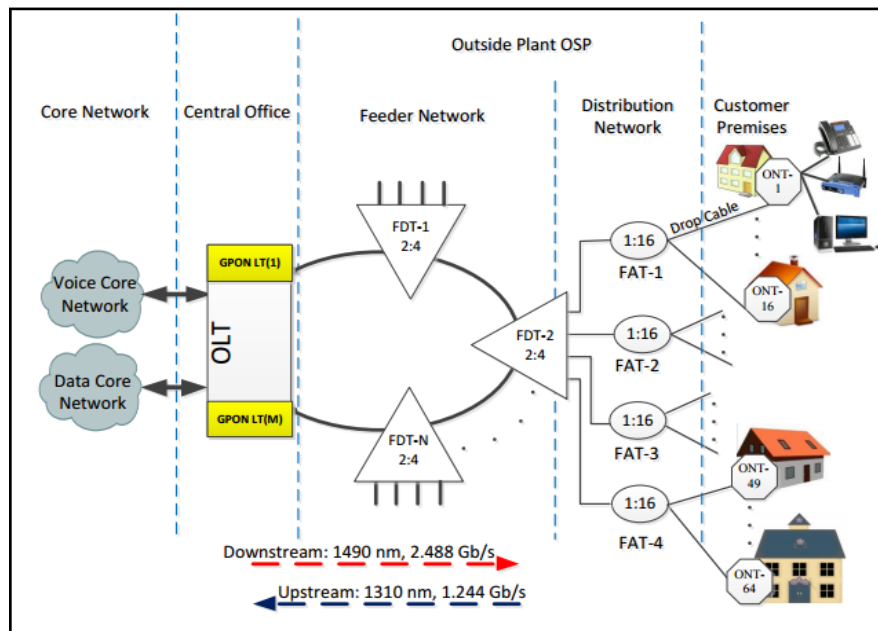
Transmisi informasi menggunakan teknologi FTTH ini dapat menghemat biaya, baik dari segi instalasi maupun pemeliharaan dibandingkan dengan kabel tembaga. Kemampuan lebih dari serat optik lainnya adalah pengalokasian *band width* yang jauh lebih besar yang dapat diatur sesuai kebutuhan dibandingkan dengan kabel tembaga.



Gambar 2.3 Arsitektur FTTH^[4]

2.4 10-Gigabit-Passive Optical Network (XGPON)^[6]

10-Gigabyte-Passive Optical Network (XGPON) adalah suatu teknologi akses yang dikategorikan sebagai *broadband access* berbasis fiber optik. XGPON merupakan salah satu 13 teknologi yang dikembangkan oleh ITU-T G.987x. Keunggulannya adalah *bandwidth* yang ditawarkan bisa mencapai 10 Gbps (*downstream*) dan *upstream* 2.5 Gbps sampai pelanggan tanpa adanya kehilangan *bandwidth*.



Gambar 2.4 Arsitektur XGPON^[6]

Komponen-komponen pada teknologi XGPON antara lain yaitu :

- *Optical Line Terminal* (OLT) atau biasa disebut juga dengan Optical Line Termination adalah perangkat yang berfungsi sebagai titik akhir (*end-point*) dari layanan jaringan optik pasif. Perangkat ini mempunyai dua fungsi utama, antara lain:
 - a. Melakukan konversi antara sinyal listrik yang digunakan oleh penyedia layanan dan sinyal optik yang digunakan oleh jaringan optik pasif.
 - b. Mengkoordinasikan multiplexing pada perangkat lain di ujung jaringan, atau biasa disebut dengan Optical Network Terminal (ONT) atau Optical Network Unit (ONU). OLT menyediakan interface antara sistem Passive Optical Network (PON) dengan penyedia layanan (*service provider*) data, video, maupun voice/telepon.

- *Fiber Distribution Terminal* (FDT) adalah suatu perangkat pasif yang diinstalasi dilapangan (*outdoor*) dan juga bisa didalam ruangan, yang mempunyai fungsi sebagai berikut :
 1. Sebagai titik terminasi ujung kabel *feeder* dan pangkal kabel distribusi
 2. Sebagai titik distribusi kabel dari kapasitas besar (*feeder*) menjadi beberapa kabel yang kapasitasnya lebih kecil lagi (distribusi) untuk fleksibilitas.
 3. Tempat *Splitter*.
 4. Tempat penyambungan.
- *Fiber Access Terminal* (FAT) juga merupakan suatu perangkat pasif yang diinstalasi diluar STO bisa di lapangan (*outdoor*) dan juga bisa didalam ruangan (*indoor*) didalam gedung, yang mempunyai fungsi sebagai berikut :
 1. Sebagai titik terminasi ujung kabel distribusi dan titik tambat awal/pangkal kabel *drop/* penanggal.
 2. Sebagai titik distribusi kabel distribusi menjadi beberapa saluran penanggal (kabel *drop*).
 3. Tempat *Splitter*.
 4. Tempat penyambungan.
- *Optical Network Terminal* (ONT) adalah suatu perangkat aktif yang dipasang disisi pelanggan, dimana ONT tersebut mempunyai fungsi sebagai berikut:
 1. Mengubah sinyal optik menjadi sinyal elektrik.
 2. Sebagai alat *demultiplex*.

Keluaran dari ONT yaitu layanan teleponi (*voice*), data dan *internet*, CATV/ IPTV.
- *Splitter* adalah suatu perangkat pasif yang berfungsi untuk membagi informasi sinyal optik (gelombang cahaya), kapasitas distribusi dari *splitter* bermacam – macam yaitu 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, dan 1:64, spesifikasi teknis dan ada juga yang inputnya 2 seperti 2:16 dan 2:32. PT. Telkom menggunakan *splitter* yang inputnya 1 dan pemakaiannya sampai 1:32 saja karena dipersyaratkan sesuai ITU.T G.984.2 link budget redaman maksimal 28 dB. Spesifikasi perangkat OLT mempunyai *power transmits* sebesar (+5 s/d +1.5) dB, sedangkan sensitivitas sebesar (-8 s/d -27) dB. Pemasangan *splitter* sangat bervariasi tergantung situasi, kondisi serta sebaran dari *homepass* dilapangan.

2.5 Parameter

Parameter ini merupakan suatu kewajiban yang harus dipenuhi dalam merancang sebuah jaringan akses *fiber to the home* (FTTH). Parameter ini juga merupakan acuan standar kelayakan yang di gunakan oleh jaringan baru dan dipersyaratkan sesuai ITU-T G.984.. Berikut adalah parameter-parameter yang dipakai.

2.5.1 Link Power Budget (LPB)^[8]

Link power budget dihitung sebagai syarat agar *link* yang kita rancang dayanya melebihi batas ambang dari daya yang dibutuhkan. Untuk menghitung *link power budget* dapat dihitung dengan rumus :

$$\alpha_{tot} = L.\alpha_{kabel} + N_c.\alpha_c + N_s.\alpha_s + Sp \dots\dots\dots (2.1)$$

Bentuk persamaan untuk perhitungan margin daya adalah :

$$M = (P_{tX} - P_{rX}) - \alpha_{tot} - SM \dots\dots\dots (2.2)^{[7]}$$

Sehingga bentuk persamaan untuk menghitung daya maksimum di penerima adalah :

$$P_{rX} = P_{tX} - \alpha_{tot} - SM \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

P_{tX}	= Daya keluaran sumber optik (dBm)
P_{rX}	= Sensitivitas daya maksimum detektor (dBm)
SM	= Safety margin, berkisar 6-8 dB
α_{tot}	= Redaman Total sistem (dB)
L	= Panjang serat optik (Km)
α_c	= Redaman Konektor (dB/buah)
α_s	= Redaman sambungan (dB/sambungan)
α_{serat}	= Redaman serat optik (dB/Km)
Ns	= Jumlah sambungan
Nc	= Jumlah konektor
Sp	= Redaman <i>Splitter</i> (dB)

2.5.2 *Signal to Noise Ratio (SNR)*^[1]

Signal to Noise Ratio (SNR) merupakan perbandingan daya sinyal terhadap daya noise pada satu titik yang sama dengan nilai minimum 22 dB. Semakin besar nilai S/N sebuah sistem, maka sistem tersebut bekerja dengan baik. S/N dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$SNR = 10 \log \left(\frac{P_{in} R M^2}{2 q P_{in} R M^2 F(M) B e + \frac{4 K_B T B e}{R_L}} \right) \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

- P_{in} = Daya yang diterima *receiver* (P_{rx} dalam bentuk watt)
- R = *Responsitivity* (A/W)
- M = *Avalanche Photodiode Gain*
- q = *Electron Charge* ($1,69 \times 10^{-19}$ C)
- $F(M)$ = *Noise Figure*
- $B e$ = *Receiver Electrical Bandwidth* (Hz)
- K_B = *Konstanta Boltzman 's* ($1,38 \times 10^{-23}$ J/K)
- T = *Suhu Ruangan* (300 K)
- R_L = *Resistensi* (Ω)

2.5.3 *Q factor*^[1]

Q factor adalah faktor kualitas yang menentukan baik dan buruknya suatu sistem, dengan nilai minimum sebesar 6. *Q factor* dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$Q = \frac{10^{\frac{SNR}{20}}}{2} \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan :

SNR = Nilai *Signal to Noise Ratio*

2.5.4 *Bit Error Rate (BER)*^[8]

BER adalah laju kesalahan bit yang terjadi dalam mentransmisikan sinyal digital. BER merupakan rasio perbandingan *bit error* dengan jumlah keseluruhan bit yang dikirim dengan

nilai maksimum BER sebesar 10^{-9} . Dimana BER dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$BER = \frac{1}{2} \operatorname{erfc}\left(\frac{Q}{\sqrt{2}}\right) \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan :

erfc = Error Function

Q = Nilai Q Factor

Berdasarkan persamaan diatas sehingga diperoleh nilai pendekatan :

$$BER = \frac{1}{Q\sqrt{2\pi}} 10^{-\frac{Q^2}{2}} \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan :

Q = Q Factor

π = Konstanta pi (3,14)

2.5.4 Rise Time Budget (RTB)^[8]

Rise time budget merupakan 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 unjuk kerja 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 NRZ (*non-return-to-zero*) atau 35 persen dari satu periode bit untuk data RZ (*return-to-zero*). Satu periode bit didefinisikan sebagai resiprokal dari rate data.

Untuk menghitung *Rise Time budget* dapat dihitung dengan rumus:

$$t_{material} = \Delta\sigma \times L \times Dm \dots\dots\dots (2.8)$$

Sehingga :

$$t_{system} = (t_{tx}^2 + t_{material}^2 + t_{intermodal}^2 + t_{rx}^2)^{1/2} \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan :

t_{tx}	=	<i>Rise time transmitter</i> (ns)
t_{rx}	=	<i>Rise time receiver</i> (ns)
$t_{intermodal}$	=	bernilai nol (untuk serat optik single mode)
$t_{intramodal}$	=	$\Delta\sigma \times L \times Dm$
$\Delta\sigma$	=	Lebar Spektral (nm)
L	=	Panjang serat optik (Km)
Dm	=	Dispersi Material (ps/nm.Km)

2.6 Media Prolongan Jaringan Fiber Optik

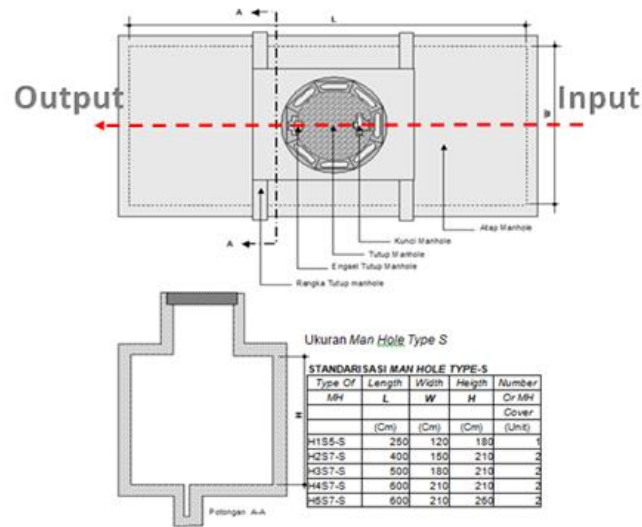
Media prolongan yang dimaksudkan disini adalah beberapa perangkat yang digunakan dalam menunjang untuk pemasangan jaringan *Fiber to The Home* (FTTH) dan penyambungan kabel fiber optik dari OLT menuju ke FDT.

2.6.1 *Manhole*^[6]

Manhole adalah pemasangan sarana penunjang jaringan kabel yang dipasang dibawah permukaan tanah yang berfungsi sebagai bak kontrol, tempat menyambung kabel. Jarak antara *Manhole* dengan *Manhole* lainnya adalah rata-rata 250 meter atau disesuaikan dengan kondisi lapangan. Peruntukan dari media prolongan ini digunakan untuk jaringan *Fiber Optic* yang memiliki multi rute dengan kapasitas besar, atau rute-rute pelanggan yang permanen.

- *Manhole type S*

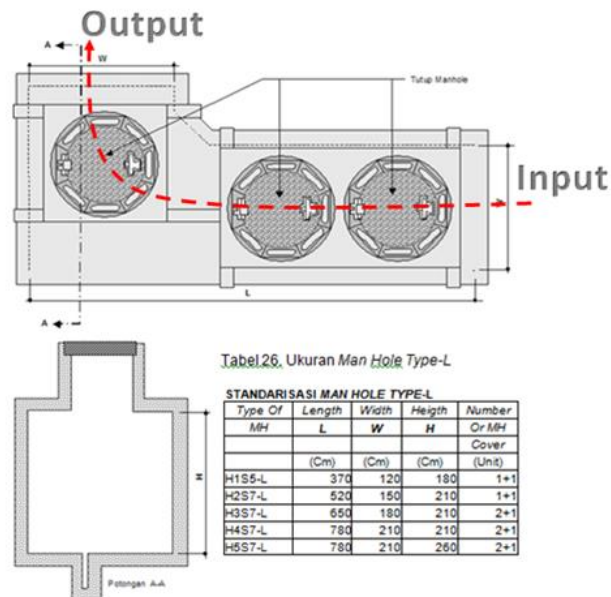
Manhole type S digunakan untuk pemasangan jaringan dengan rute yang lurus disepanjang jalan.



Gambar 2.5 Bentuk *Manhole type S*^[6]

- *Manhole type L*

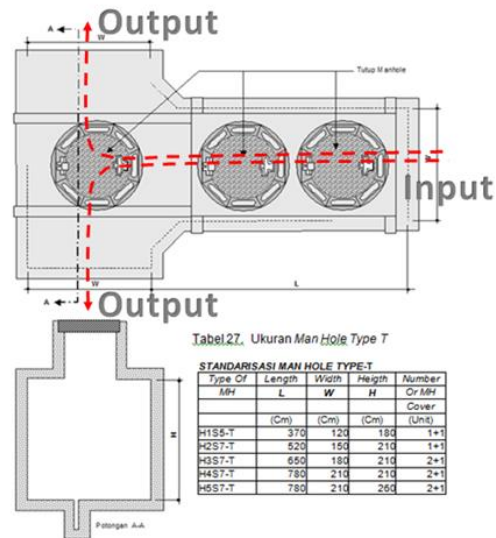
Manhole type L digunakan untuk pemasangan jaringan dengan rute yang membelok satu arah di sudut atau persimpangan jalan.



Gambar 2.6 Bentuk *Manhole type L*^[6]

- *Manhole type T*

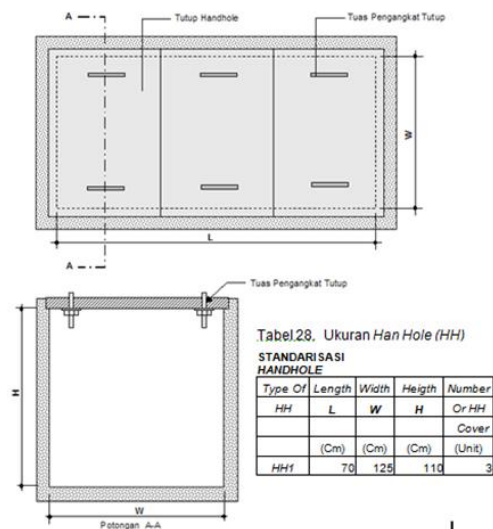
Manhole type T digunakan untuk pemasangan jaringan dengan rute yang membelok dua arah di sudut atau persimpangan.



Gambar 2.7 Bentuk *Manhole type T*^[6]

2.6.2 *Handhole*^[6]

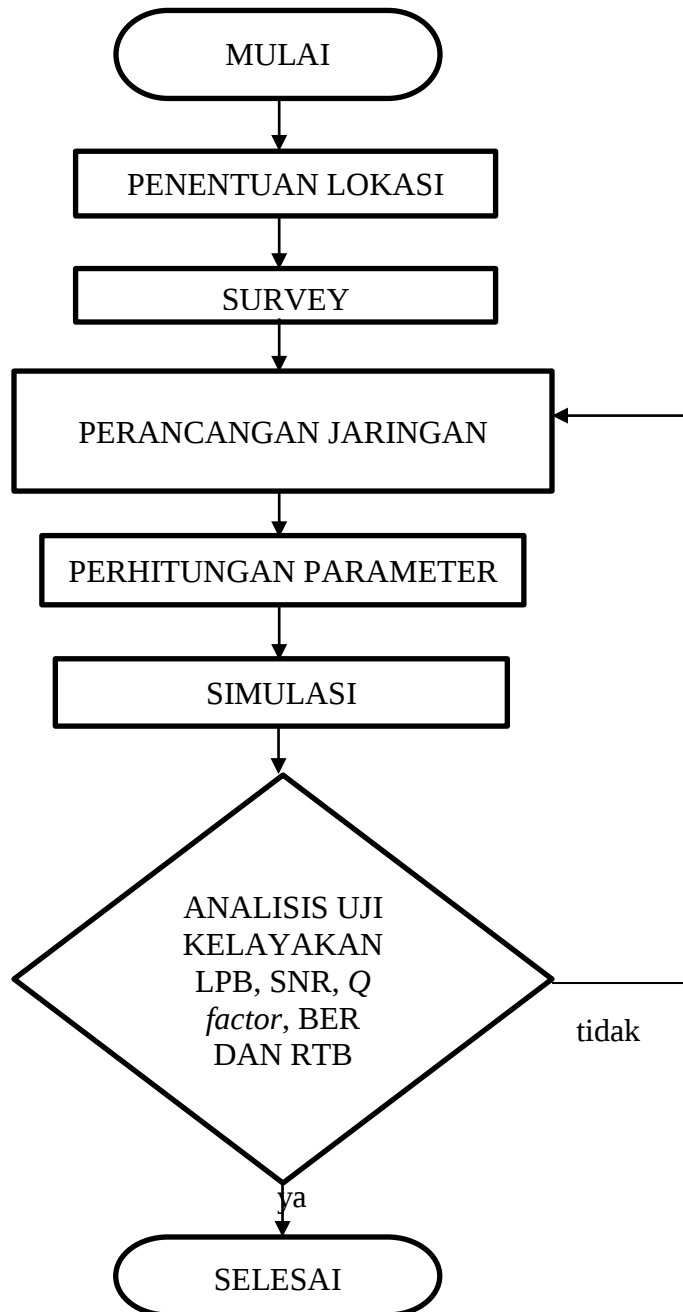
Handhole (HH) pemasangan yang dilakukan di dalam tanah berfungsi sebagai bak kontrol dan penyambungan kabel.



Gambar 2.8 Bentuk *Handhole*^[6]

BAB III

PERANCANGAN JARINGAN FTTH



Gambar 3.1 : Diagram Alir Perancangan

Penelitian dilakukan dengan tujuan merancang arsitektur jaringan FTTH menggunakan teknologi XGPON di perumahan Benda Baru untuk memenuhi layanan *tripleplay* pada pelanggan. Proses simulasi dalam penelitian ini akan dilakukan pada sistem perancangan yang telah dilakukan kemudian dianalisis berdasarkan syarat-syarat perancangan yang ditetapkan dan disesuaikan dengan standar dari ITU-T dan Innovate-Indonesia dan memenuhi parameter yang telah ditetapkan yaitu LPB, RTB, dan BER.

Langkah awal dari Tugas Akhir ini adalah menentukan lokasi perancangan. Lokasi yang dipilih adalah perumahan Benda Baru, Tangerang Selatan. Setelah didapatkan lokasi, dilakukan pengumpulan data-data yang diperlukan dalam perancangan ini seperti jumlah *homepass* (HP) dan fasilitas yang ditawarkan oleh pihak penyedia. Penentuan dan peletakan perangkat akan dipengaruhi oleh jumlah *homepass* dan fasilitas yang ditawarkan oleh pihak penyedia. Setelah semua data dikumpulkan dan peramalan dilakukan, perancangan jaringan FTTH sudah bisa dilakukan. Analisis dan evaluasi terhadap perancangan dilakukan setelah didapat hasil rancangan. Apabila hasil analisis perancangan yang dilakukan tidak memenuhi standar parameter yang ditentukan, maka harus dilakukan perancangan ulang sampai standar kelayakan parameter terpenuhi. Jika hasil evaluasi perancangan sudah memenuhi standar kelayakan parameter yang ditentukan maka perancangan sudah selesai.

Perancangan jaringan FTTH dimulai dengan menentukan jalur yang akan digunakan, seperti jalur yang sudah ada (*existing*) dan jalur yang harus digali kembali. Setelah didapatkan jalur yang sesuai dengan kebutuhan maka dapat ditentukan titik distribusi jaringan seperti titik *manhole* dan titik pemecahan penggunaan kabel. Setelah itu bisa ditentukan jenis perangkat yang dapat digunakan untuk perancangan pada kasus ini. Kemudian dapat ditentukan peletakan perangkat sesuai dengan titik distribusi yang telah ditentukan sebelumnya.

3.1 Penentuan Lokasi

Perumahan Benda Baru merupakan sebuah hunian yang dikembangkan oleh PT. Arya Lingga Manik, yang sudah berpengalaman dalam proyek perumahan baru maupun renovasi rumah. Perumahan Benda Baru yang berada di daerah Tangerang Selatan dengan koordinat garis lintang $6^{\circ}19'31.7''\text{S}$ dan garis bujur $106^{\circ}43'00.1''\text{E}$. Luas tanah untuk pembangunan ini adalah 87.183 m^2 (meter persegi). Data-data tersebut merupakan data-data sekunder, yang

artinya data tersebut adalah data yang di dapatkan dari pihak pengembang. Fasilitas yang disediakan oleh penyedia hunian adalah *Commercial Area*, lapangan voli, lapangan bulutangkis, 2 tempat ibadah (masjid), 24 jam sekuriti, mini market dan sebagainya.

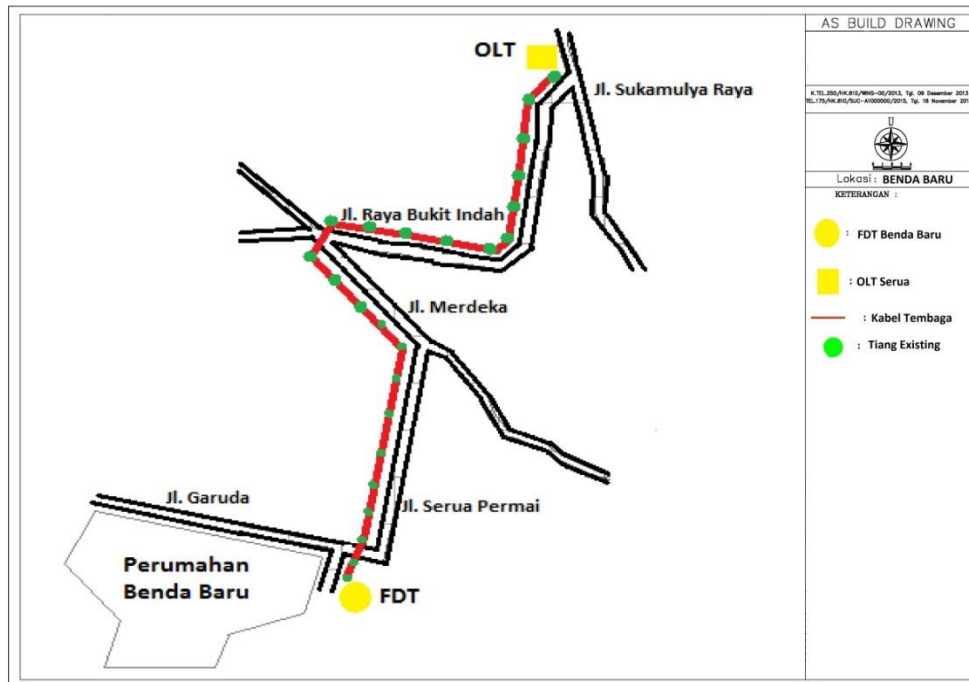
Pada proses penentuan lokasi penulis mempertimbangkan beberapa aspek seperti :

- Jumlah perumahan, minimal jumlah perumahan yang dapat memenuhi kriteria perancangan jaringan FTTH ini adalah minimal 100 unit.
- Lokasi penyambungan, untuk lokasi penyambungan perangkat nantinya akan dibuat perangkat *manhole* yang akan ditentukan pada titik-titik tertentu dengan estimasi jarak 200 m antar *manhole*. Dan perangkat *handhole* untuk melakukan *branches* kabel jika diperlukan pembagi kabel di area perumahan.
- Posisi tikungan *manhole* dan *handhole* dibuat sesederhana mungkin, dengan keterangan hanya mempunyai minimal 2 jalan atau jurusan, sehingga apabila ada sebuah pencabangan akan diatur dengan tikungan *manhole*.
- Posisi kemiringan *manhole* dan *handhole* harus didesain dan dibangun sedemikian rupa dengan mempertimbangkan aspek yaitu berkumpulnya air kotor, tersumbat oleh lumpur dan kotoran lainnya. Agar kondisi tersebut dapat dihindari, maka pembuatan *manhole* dan *handhole* harus dengan kemiringan tertentu.

Setelah semua aspek penentuan lokasi terpenuhi maka dapat dilakukan penentuan jumlah *homepass* yang ada. Untuk perumahan Benda Baru, *homepass* yang harus dipenuhi sejumlah 512 *homepass* dan kabel yang harus dibutuhkan sejumlah 46765 kabel.

3.1.1 Kondisi Existing

Kondisi *existing* ini dapat mempengaruhi jumlah panjang kabel feeder yang disediakan oleh perancang. Kondisi *existing* ini dengan kata lain merupakan jalur kabel lama (tembaga) yang diganti dengan kabel *feeder* (serat optik) yang menuju dari OLT (STO Serua) ke FDT yang berada di perumahan Benda Baru.



Gambar 3.2 Jalur *Existing* dari OLT sampai FDT

Dari gambar diatas jalur fiber optik terhubung dari FDT di perumahan Benda Baru sampai ke OLT Serua dengan jarak 2,4 km. Data tersebut penulis dapatkan langsung tinjau ke lokasi.

3.1.2 *Requirement Identification*

Algoritma baru yang akan dirancang harus memenuhi beberapa syarat yaitu :

1. Standar Perancangan yang akan dianalisis setelah didapat hasil perancangan sesuai dengan peraturan pemerintah dan Innovate-Indonesia.
2. Memiliki nilai *Link Power Budget*, *Rise Time Budget*, dan *Bit Error Rate* sesuai dengan standar dari ITU-T dan Innovate-Indonesia. Hasil dari perancangan jaringan FTTH harus memenuhi standar yang ditentukan oleh ITU-T G.984 yang kemudian diikuti oleh Innovate-Indonesia, yaitu lebih kecil 28 dBm untuk LPB sedangkan hasil *rise time budget* yang didapatkan bernilai baik apabila nilai t_{system} yang lebih kecil dari batasan waktu untuk tiap pengkodean dan nilai minimum BER yang ditentukan untuk optik, yaitu 10^{-9} .

3.1.3 Proses Perancangan

Proses perancangan terbagi menjadi 2 bagian, yaitu :

1. Penentuan lokasi perancangan Jaringan FTTH dan penentuan lokasi peletakan perangkat. Apabila hasil analisis perancangan yang dilakukan tidak memenuhi standar parameter yang ditentukan, maka harus dilakukan perancangan ulang sampai standar kelayakan parameter terpenuhi kemudian menentukan titik distribusi jaringan seperti titik *manhole* dan titik pemecahan penggunaan kabel kemudian ditentukan jenis perangkat yang dapat digunakan pada perancangan FTTH.
2. Menganalisis perancangan dilakukan dengan menggunakan perhitungan parameter terkait seperti *Link Power Budget*, *Rise Time Budget* dan *Bit Error Rate*.

3.1.4 Letak Perangkat

Penentuan letak perangkat pada perancangan mempertimbangkan beberapa hal. Seperti keadaan perangkat yang diproduksi dari pabrik, kebutuhan akan catuan listrik, jumlah perangkat lainnya yang harus dilayani, dan kemudahan perawatan perangkat. Konfigurasi umum letak perangkat mulai dari OLT sampai ke ONT dapat dilihat pada gambar 3.2.

- **Letak OLT**

Letak OLT ditempatkan di STO Serua sebelah Kantor Kelurahan Serua yang terletak di garis koordinat garis lintang $6^{\circ}18'43.0''\text{S}$ dan garis bujur $106^{\circ}43'20.2''\text{E}$. Jarak antara OLT dan FDT perumahan Benda Baru adalah 2400 m dan jarak ini adalah jarak yang masih dalam cakupan dekat, redaman serat yang dihasilkan kecil.

- **Letak FDT**

Innovate Indonesia dalam program memenuhi target mengubah infrastruktur jaringan kabel tembaga ke *Fiber to The Home* (FTTH) yang nantinya akan menjadi wadah jalur kabel yang ada pada FDT di jaringan PT. Innovate Indonesia Serua. Letak dari FDT itu sendiri berada pada koordinat garis lintang $6^{\circ}19'33.9''\text{S}$ dan garis bujur $106^{\circ}43'01.0''\text{E}$. Dimana koordinat itu berada di dalam kawasan perumahan Benda Baru yang nantinya akan dihubungkan pada FAT terdekat.

- **Letak FAT**

Pada FAT akan terdapat *passive splitter* yang akan membagi kapasitas kabel menjadi beberapa cabang berdasarkan jalur yang sudah dipersiapkan sebelumnya. Letak FAT disesuaikan dengan peletakkan rumah-rumah pada perumahan Benda Baru.

- **Letak ONT**

Pada setiap rumah pelanggan dalam perancangan ini diletakkan satu ONT. Penarikan kabel dari ONT akan dilakukan dengan mencari FAT terdekat.

3.1.5 Spesifikasi Perangkat

Perangkat-perangkat yang digunakan berdasarkan spesifikasi yang ditentukan oleh pihak PT. Innovate Indonesia. Perangkat-perangkat yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. *Optical Line Termination (OLT)*

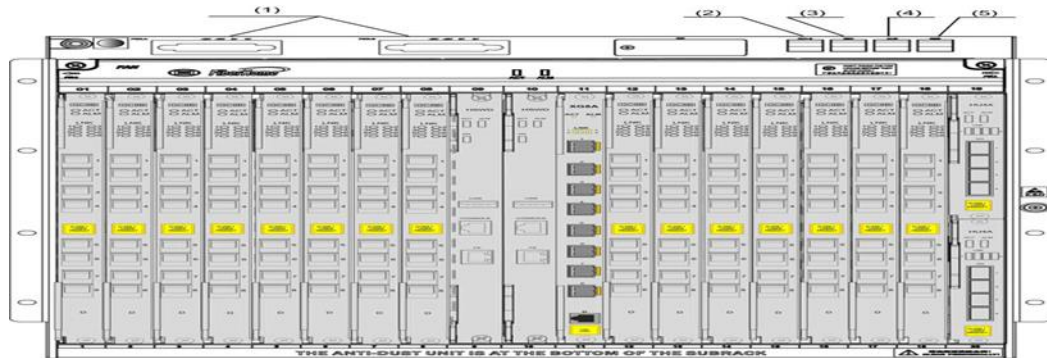
Pemilihan OLT harus disesuaikan dengan jarak dan banyaknya redaman yang dapat terjadi di sepanjang link. Power transmit (Ptx) harus mencukupi agar dapat memenuhi parameter power link budget. Selain itu pemilihan OLT juga harus mempertimbangkan nilai lebar spektral, rise time dan fall time yang diharapkan bernilai relatif kecil agar tidak melewati batas dispersi atau nilai rise time budget.

OLT yang digunakan pada perancangan FTTH di Tugas Akhir ini adalah OLT AN5116-06 dengan spesifikasi terdapat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Spesifikasi Perangkat OLT AN5116-06

Parameter	Spesifikasi	Unit
Optical Transmit Power	3	DBm
Downstream Wavelength	1578	Nm
Upstream Wavelength	1270	Nm
Video Wavelength	1550	Nm
Spectrum Width	1	Nm
Downstream Rate	2,488	Gbps
Upstream Rate	1,2	Gbps
Optical Rise Time	150	Ps
Optical Fall Time	150	Ps
Max. Work Temperature	45	°C
Min. Work Temperature	-5	°C
Power Supply (DC)	-48	V
Max. Receiver Sensitivity	-28	DBm

OLT AN5116-06 dipilih karena perangkat ini sesuai dengan rekomendasi ITU-T untuk XGPON, yaitu rekomendasi ITU-T nomor G.984.2.



Gambar 3.3 Perangkat ITU-T G.984.2

b. Serat Optik

Serat optik yang digunakan adalah serat optik jenis Single Mode dengan spesifikasi serat rekomendasi ITU-T G.652.D dari OLT sampai ke MSAN. Serat itu tersebut dibungkus dengan menggunakan kabel loose tube. Untuk spesifikasi serat G.652.D dapat dilihat pada table 3.2.

Tabel 3.2 Spesifikasi Serat G.652.D

Parameter	Spesifikasi	Unit
Attenuation 1310 nm	$\leq 0,35$	dB/km
Attenuation 1490 nm	$\leq 0,28$	dB/km
Attenuation 1550 nm	$\leq 0,2$	dB/km
Allowable Bending Radius	≥ 30	Mm
Chromatic Dispersion (1285-1330nm)	$\leq 0,35$	dB/km
Chromatic Dispersion 1550nm	≤ 18	dB/km

c. Konektor

Jenis konektor yang digunakan adalah Subscriber Connector (SC). Konektor terdapat pada OLT, tepatnya penghubung antara frame input dan output pada FDM. Selain di OLT. Spesifikasi untuk konektor SC yang digunakan dapat dilihat pada table 3.3.

Tabel 3.3 Spesifikasi Konektor SC

Parameter	Spesifikasi	Unit
Fiber Type	SC 10/125	6
Insertion Loss	0,2	dB

d. ONT

Receiver merupakan bagian sistem yang berfungsi untuk menangkap sinyal yang di propagasikan lalu diolah ke proses selanjutnya. Secara umum, receiver berguna untuk memisahkan sinyal info dari gangguan *noise*, kemudian direkonstruksi kembali sehingga sesuai dengan info. Jenis ONT pada perancangan ini adalah AN5506-04FG yang biasa digunakan oleh PT. Innovate Indonesia. Berikut spesifikasi perangkat ONT AN5506-04FG pada table 3.4.

Tabel 3.4 Spesifikasi Perangkat ONT AN5506-04FG

Parameter	Spesifikasi
H/W/D	45x235x190
Network Side Interface	XGPON
User Side Interface	4*GE+2*POT S+1*WIFI
Power Supply	AC : 220 V
Power	< 6 W
Lightning Protection	Power 4 KV, user interface 1.5 KV
Operating Temperature	-10°C – 55°C
Ambient Humidity	Non-Condensing

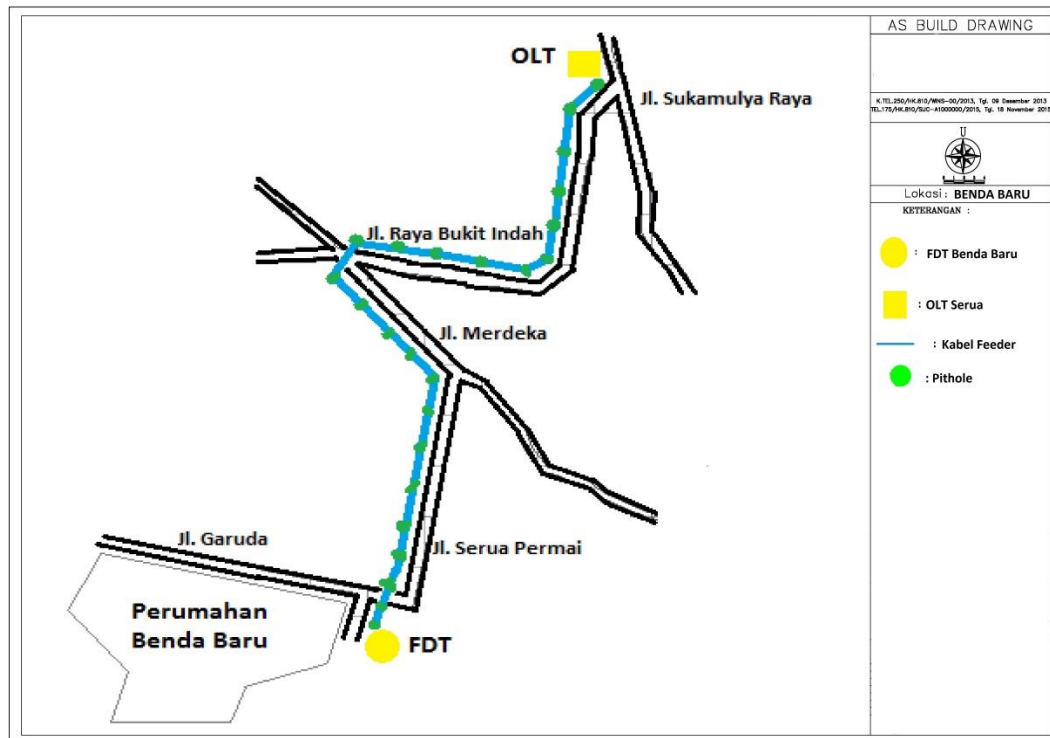
3.2 Survey

3.2.1 Perencanaan jalur kabel *feeder* dari OLT ke FDT

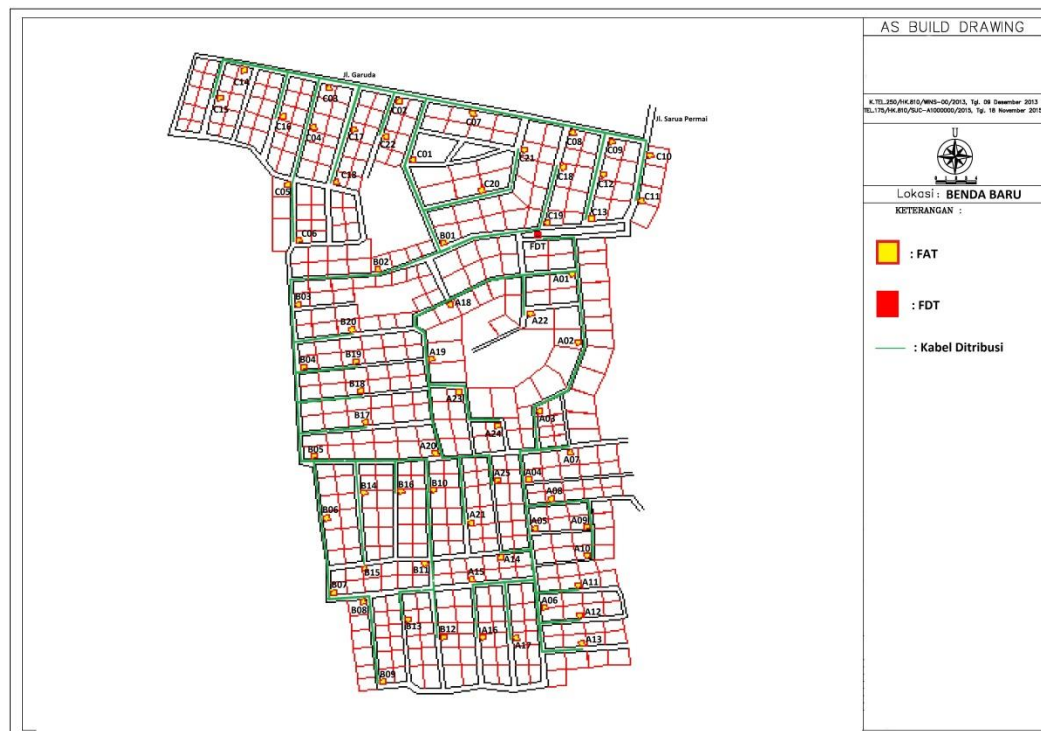
Perencanaan pembangunan jalur kabel *feeder* dari OLT Serua menuju ke FDT yang berada di dalam komplek Perumahan Benda Baru akan dilakukan dipinggir sepanjang jalan Raya Bukit Indah menuju ke jalan Merdeka dan akan masuk ke dalam komplek perumahan melalui jalan Serua Permai. Disepanjang jalan tersebut telah berdiri 24 tiang *existing* yang sebelumnya digunakan untuk kabel tembaga akan diganti dengan kabel *feeder*. Total panjang kabel *feeder* yang dibutuhkan untuk penyambungan dari OLT menuju ke FDT adalah 2410 m.



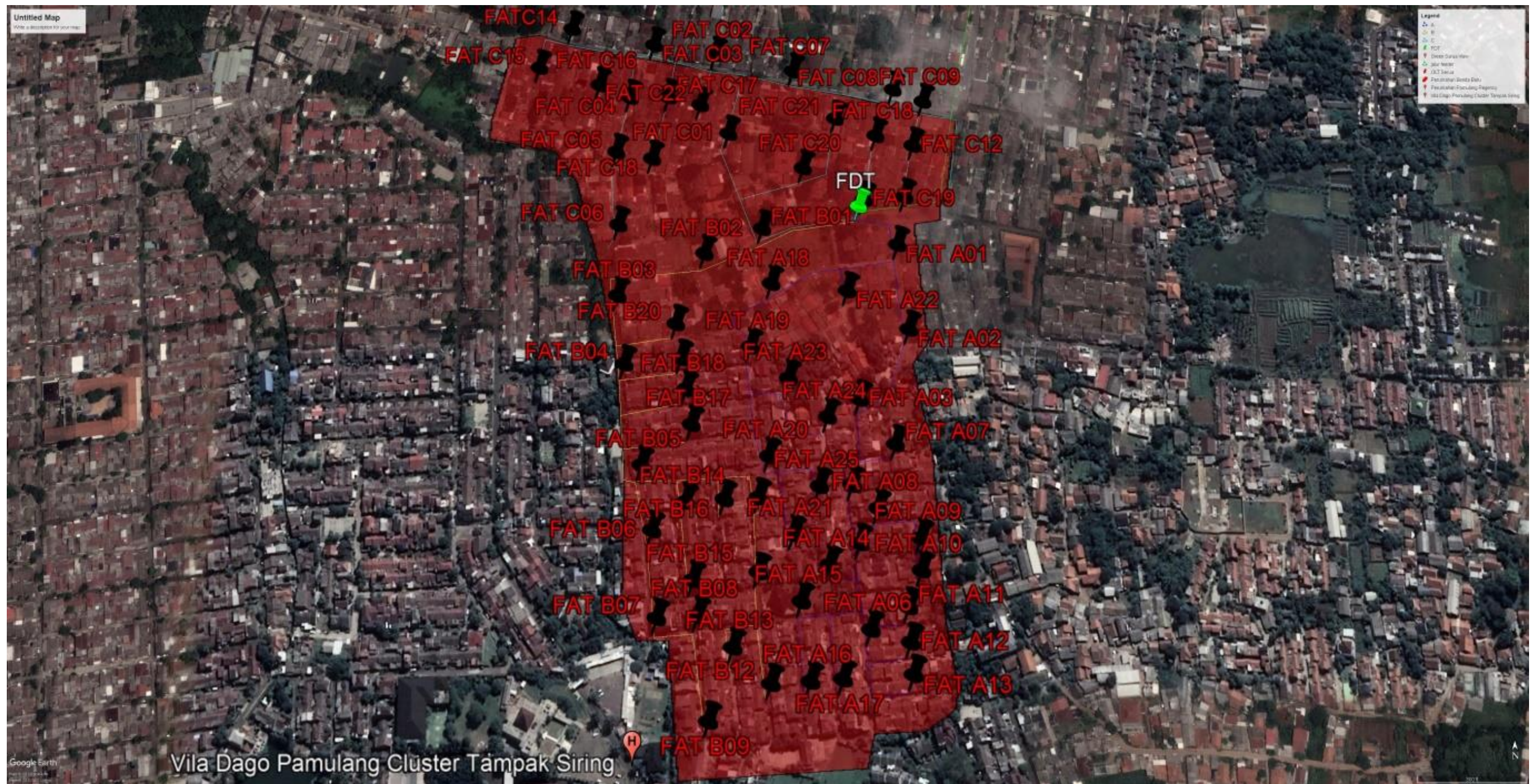
Gambar 3.4 Denah Perancangan



Gambar 3.5 Denah Perancangan dari OLT menuju FDT



Gambar 3.6 Denah Perancangan di dalam perumahan



Gambar 3.7 Denah Perancangan letak FAT dan FD

3.2.2 Kebutuhan perangkat

Berdasarkan tata letak dan jarak yang telah disurvei maka didapatkan jumlah perangkat yang akan digunakan dalam perancangan ini. Jumlah perangkat yang akan digunakan dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 3.5 Deskripsi Perangkat

Perangkat	Jumlah	Unit	Letak
OLT	1	Buah	<i>Indoor</i>
<i>Rack</i>	1	Buah	<i>Indoor</i>
ONT	512	Buah	<i>Indoor</i>
FAT	67	Buah	<i>Indoor</i>
FDT	1	Buah	<i>Indoor</i>
PS 1:4	16	Buah	<i>Indoor</i>
PS 1:8	66	Buah	<i>Indoor</i>
Konektor	6	Buah	<i>Indoor/Outdoor</i>
Kabel <i>feeder</i> (Serat G.652.D)	2,410	Km	<i>Outdoor</i>
Kabel distribusi (Serat G.652.D)	25,022	Km	<i>Outdoor</i>
Kabel <i>drop</i> (Serat G.652.D)	6,2	Km	<i>Indoor</i>

3.2.3 Kebutuhan *Bandwidth*

Penentuan jumlah dan jenis perangkat yang digunakan dipengaruhi oleh alokasi *bandwidth* yang telah diperhitungkan. Oleh karena itu perhitungan alokasi *bandwidth* menjadi salah satu faktor penting dalam perancangan jaringan akses FTTH. Dalam perhitungan ini data yang dibutuhkan adalah jumlah pelanggan (*homepass*) dan jenis layanan yang dibutuhkan oleh pelanggan.

Layanan yang dibutuhkan oleh pelanggan adalah layanan *triple play*, yang terdiri dari telepon (*voice*), internet (*data*) dan televisi (*video*). Layanan-layanan tersebut diberikan secara *bundling* dan yang digunakan pada perancangan ini adalah layanan *bundling* dengan *bandwidth* sebesar 3 Mbps. Total *bandwidth* yang diperlukan dalam perancangan ini adalah sebesar 1536 Mbps. Perhitungan jumlah *bandwidth* yang diperlukan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 3.6 Perhitungan awal jumlah *bandwidth*

Jumlah <i>Homepass</i>	Kebutuhan <i>Bandwidth</i> (Mbps)	Total <i>Bandwidth</i> (Mbps)
512	3	1536

Namun karena perancangan ini bekerja sama dengan PT.Telkom, Telkom mempunyai program *indiehome* dengan *bandwidth* sebesar 10 Mbps (*Up To*) yang ditembakkan dari FDT pada tiap FAT, dengan asumsi ketika 8 pelanggan aktif sedang menggunakannya maka tiap 1 pelanggan dalam satu rumah akan mendapatkan 1,25 Mbps. Maka dari itu penulis mempertimbangkan layanan *bundling* yang direncanakan awal dengan paket *indiehome* yang disediakan oleh PT.Telkom.

3.2.4 *Labelling*

Labelling atau pemberian tanda pada perangkat merupakan suatu hal yang penting dalam perancangan jaringan akses. Hal ini akan membantu berbagai pihak untuk dapat lebih memahami arah distribusi dari perangkat. Selain itu *labelling* akan mempermudah aktivasi layanan yang diinginkan oleh pelanggan. *Labelling* juga akan mempermudah pemeliharaan dan perbaikan pada jaringan. Dan satu hal yang merupakan faktor penting dari *labelling* adalah untuk mengetahui potensi jaringan yang terisi atau tidak.

Peletakkan *labelling* ada di setiap titik perangkat yang berbeda, yaitu :

1. ODF/FTM

Peletakkan *label* pada ODF/FTM adalah untuk mempermudah petugas mengetahui arah yang didistribusikan dari slot yang terdapat pada ODF/FTM.

2. Kabel *Feeder*

Kabel *feeder* yang berada pada ruang bawah tanah di sentral diberikan tanda berupa *ring* atau cincin logam tahan karat yang menginisialkan area yang dilayani oleh kabel tersebut. Hal ini diperlukan karena ada beratus-ratus kabel *feeder* yang berada di sentral, oleh karena itu *labelling* ini membantu dalam hal perbaikan ke depannya.

3. Di setiap *handhole*

Sama seperti kabel *feeder* yang berada di sentral, kabel *feeder* yang terdapat pada *manhole* pun diberikan cincin yang memberikan penjelasan mengenai area yang dilayani oleh kabel tersebut.

4. Di setiap sambungan

Pemberian tanda pada setiap sambungan adalah untuk mempermudah petugas ketika akan dilakukan perbaikan atau penarikan baru hanya dengan menyebutkan nomor *core* saja. Sehingga tidak akan mengganggu *core* lainnya yang dapat menyebabkan gangguan tambahan.

5. Rak FDT

Pemberian tanda di rak FDT dilakukan pada bagian belakang rak. Pemberian tanda diberikan pada kabel, baik kabel *feeder* yang masuk maupun kabel distribusi yang keluar.

6. FAT

Label diberikan di FAT berfungsi untuk mengetahui ruangan-ruangan yang dilayani oleh FAT yang bersangkutan. Selain itu diberikan juga hasil pengukuran daya pada tiap perangkat penerima di tiap ruangan.

7. Kabel yang menuju ke pelanggan

Label di kabel yang menuju ke pelanggan berisi nomor lantai dan nomor ruangan yang dituju.

3.3 Perancangan Jaringan

Pada perancangan jaringan *Fiber to The Home* (FTTH) menggunakan teknologi *10-Gigabit-Passive Optical Network* (XGPON) karena untuk memenuhi jumlah *bandwidth* yang ada pada perumahan Benda Baru yang berada di Tangerang Selatan. Perancangan jaringan ini melakukan perhitungan uji kelayakan *link power budget* (LPB), *Signal to Noise Ratio* (SNR), *Q factor*, dan *Bit Error Rate* (BER) berdasarkan standarisasi dari ITU-T.

3.3.1 Perhitungan LPB

Perhitungan *link power budget* digunakan untuk mengetahui batasan redaman total yang diijinkan antara daya keluaran pemancar dan sensitivitas penerima. Perhitungan *link power budget* dilakukan berdasarkan standarisasi ITU-T G.987 dan juga peraturan yang diterapkan oleh PT. Telkom Indonesia yaitu jarak tidak lebih dari 20 km dengan batas redaman total 28 dB.

Data-data yang digunakan dalam perhitungan diantaranya:

- Daya keluaran sumber optik *downstream* (P_{tx}) : 3 dBm
- Daya keluaran sumber optik *upstream* (P_{tx}) : 0,5 dBm
- Redaman serat optik (1577nm/1270nm) (α_{serat}): (0,273/0,47) dB/km
- Konektor (α_c) : 0,2 dB
- PS 1:4 dengan konektor (Sp) : 5,8 dB
- PS 1:8 dengan konektor (Sp) : 8,8 dB
- Jumlah konektor (N_c) : 6 buah
- Safety Margin (SM) : 6 dB (6 sampai 8 dB)
- Jumlah Sambungan (N_s) : 1 buah
- Redaman Sambungan (α_s) : 0,1 (dB/sambungan)

Downstream 1577nm (jarak OLT ke ONT terjauh)

- Mengacu pada persamaan 2.1, jarak OLT ke ONT terjauh 3,412 km :

$$\alpha_{total} = (L \times \alpha_{serat}) + (N_c \times \alpha_c) + (N_s \times \alpha_s) + Sp$$

$$\alpha_{total} = (3,412 \times 0,273) + (6 \times 0,2) + (1 \times 0,1) + 5,8 + 8,8$$

$$\alpha_{total} = 0,9314 + 1,2 + 0,1 + 13,6$$

$$\alpha_{total} = 15,8314 \text{ dB}$$

Mengacu pada persamaan 2.3, maka didapatkan nilai daya terima (P_{rx}):

$$P_{Rx} = P_{tx} - \alpha_{tot} - SM$$

$$P_{Rx} = 3 - 15,8314 - 6$$

$$P_{Rx} = -18,8314 \text{ dBm}$$

Upstream 1270nm (jarak OLT ke ONT terjauh)

- Mengacu pada persamaan 2.1, jarak OLT ke ONT terjauh 3,412 km :

$$\alpha_{total} = (L \times \alpha_{serat}) + (N_c \times \alpha_c) + (N_s \times \alpha_s) + Sp$$

$$\alpha_{total} = (3,412 \times 0,47) + (6 \times 0,2) + (1 \times 0,1) + 5,8 + 8,8$$

$$\alpha_{total} = 1,6036 + 1,2 + 0,1 + 13,6$$

$$\alpha_{total} = 16,5036 \text{ dB}$$

Mengacu pada persamaan 2.3, maka didapatkan nilai daya terima (P_{rx}) :

$$P_{Rx} = P_{tx} - \alpha_{tot} - SM$$

$$P_{Rx} = 0,5 - 16,5036 - 6$$

$$P_{Rx} = -22,0036 \text{ dBm}$$

Downstream 1577nm (jarak OLT ke ONT terdekat)

- Mengacu pada persamaan 2.1, jarak OLT ke ONT terdekat 2,419 km :

$$\alpha_{total} = (L \times a_{serat}) + (N_c \times \alpha_c) + (N_s \times \alpha_s) + Sp$$

$$\alpha_{total} = (2,419 \times 0,273) + (6 \times 0,2) + (1 \times 0,1) + 5,8 + 8,8$$

$$\alpha_{total} = 0,6603 + 1,2 + 0,1 + 13,6$$

$$\alpha_{total} = 15,5603 \text{ dB}$$

- Mengacu pada persamaan 2.3, maka didapatkan nilai daya terima (Prx):

$$P_{Rx} = P_{tx} - \alpha_{tot} - SM$$

$$P_{Rx} = 3 - 15,5603 - 6$$

$$P_{Rx} = -18,5603 \text{ dBm}$$

Upstream 1270nm (jarak OLT ke ONT terdekat)

- Mengacu pada persamaan 2.1, jarak OLT ke ONT terjauh 2,419 km :

$$\alpha_{total} = (L \times a_{serat}) + (N_c \times \alpha_c) + (N_s \times \alpha_s) + Sp$$

$$\alpha_{total} = (2,419 \times 0,47) + (6 \times 0,2) + (1 \times 0,1) + 5,8 + 8,8$$

$$\alpha_{total} = 1,1369 + 1,2 + 0,1 + 13,6$$

$$\alpha_{total} = 16,0369 \text{ dB}$$

- Mengacu pada persamaan 2.3, maka didapatkan nilai daya terima (Prx) :

$$P_{Rx} = P_{tx} - \alpha_{tot} - SM$$

$$P_{Rx} = 0,5 - 16,0369 - 6$$

$$P_{Rx} = -21,5369 \text{ dBm}$$

3.3.2 Perhitungan SNR, Q factor dan BER

Parameter yang digunakan untuk menentukan kualitas sistem adalah SNR, Q factor dan BER. Dengan syarat harus memiliki standar kelayakan pada $SNR \geq 22 \text{ dB}$, $Q \text{ factor} \geq 6$ dan $BER \leq 10^{-9}$. Perhitungan dilakukan untuk membandingkan perhitungan empiris dengan simulasi. Data-data yang digunakan dalam perhitungan diantaranya :

- Daya sinyal terima tanpa *safety margin*

Downstream

- $P_{in} \text{ ONT Terjauh} = -18,8314 \text{ dBm} = 1,3087599 \times 10^{-5} \text{ Watt}$

$$\blacksquare P_{in} \text{ ONT Terdekat} = -18,5603 \text{ dBm} = 1,3930605 \times 10^{-5} \text{ Watt}$$

Upstream

$$\blacksquare P_{in} \text{ ONT Terjauh} = -22,0036 \text{ dBm} = 6,3043454 \times 10^{-6} \text{ Watt}$$

$$\blacksquare P_{in} \text{ ONT Terdekat} = -21,5369 \text{ dBm} = 7,0195617 \times 10^{-6} \text{ Watt}$$

- Responsitivity (R) = 1 A/W
- Avalanche Photodiode Gain (M) = 10
- Electron Charge (q) = $1,69 \times 10^{-19}$ C
- Noise Figure $F(M)$ = M^x ; dengan $x = 0,7 = 10^{0,7}$
- Receiver Electrical Bandwidth (Be) = 10 GHz
- Konstanta Boltzman's (K_B) = $1,38 \times 10^{-23}$ J/K
- Suhu Ruangan (T) = 300 K
- Resistensi (R_L) = 30 Ω

Downstream 1577nm (jarak OLT ke ONT terjauh)

- Mengacu pada persamaan 2.4, sehingga perhitungan SNR pada ONT terjauh sebagai berikut:

$$SNR = 10 \log \frac{(P_{in}RM)^2}{2qP_{in}RM^2F(M)Be + \frac{4K_BTB_e}{R_L}}$$

$$SNR = 10 \log \frac{(1,3087 \times 10^{-5} \cdot 1.10)^2}{(2 \cdot 1,69 \times 10^{-19} \cdot 1,3087 \times 10^{-5} \cdot 1.10^2 \cdot 10^{0,7} \cdot 10^{10}) + \frac{4 \cdot 1,38 \times 10^{-23} \cdot 300 \cdot 10^{10}}{30}}$$

$$SNR = 10 \log \frac{1,7126 \times 10^{-8}}{2,2169 \times 10^{-11} + 5,52 \times 10^{-12}}$$

$$SNR = 10 \log 618.5005$$

$$SNR = 27,9134 \text{ dB}$$

- Mengacu pada persamaan 2.5, sehingga perhitungan Q factor pada ONT terjauh sebagai berikut:

$$Q = \frac{10^{\frac{SNR}{20}}}{2}$$

$$Q = \frac{10^{\frac{27,9134}{20}}}{2}$$

$$Q = 12,4348$$

- Mengacu pada persamaan 2.7, sehingga perhitungan BER pada ONT terjauh sebagai berikut:

$$BER = P e (Q) = \frac{1}{Q\sqrt{2\pi}} \exp^{-\frac{Q^2}{2}}$$

$$BER = P e (Q) = \frac{1}{12,4348 \sqrt{2\pi}} \exp^{-\frac{12,4348^2}{2}}$$

$$BER = P e (Q) = 8,5083 \times 10^{-36}$$

Upstream 1270 nm (jarak OLT ke ONT terjauh)

- Mengacu pada persamaan 2.4, sehingga perhitungan SNR pada ONT terjauh sebagai berikut:

$$SNR = 10 \log \frac{P_{in} R M^2}{2q P_{in} R M^2 F(M) B e + \frac{4K_B T B e}{R_L}}$$

$$SNR = 10 \log \frac{(6,3043 \times 10^{-6} \cdot 1.10)^2}{(2,1,69 \times 10^{-19} \cdot 6,3043 \times 10^{-6} \cdot 1.10^2 \cdot 10^{0,7} \cdot 10^{10}) + \frac{4,1,38 \times 10^{-23} \cdot 300 \cdot 10^{10}}{30}}$$

$$SNR = 10 \log \frac{3,9744 \times 10^{-9}}{1,0679 \times 10^{-11} + 5,52 \times 10^{-12}}$$

$$SNR = 10 \log 245,3399$$

$$SNR = 23,8976 \text{ dB}$$

- Mengacu pada persamaan 2.5, sehingga perhitungan Q factor pada ONT terjauh sebagai berikut:

$$Q = \frac{10^{\frac{SNR}{20}}}{2}$$

$$Q = \frac{10^{\frac{23,8976}{20}}}{2}$$

$$Q = 7,8316$$

- Mengacu pada persamaan 2.7, sehingga perhitungan BER pada ONT terjauh sebagai berikut:

$$BER = P e (Q) = \frac{1}{Q\sqrt{2\pi}} \exp^{-\frac{Q^2}{2}}$$

$$BER = P e (Q) = \frac{1}{7,8316 \sqrt{2\pi}} \exp^{-\frac{7,8316^2}{2}}$$

$$BER = P e (Q) = 2,4453 \times 10^{-15}$$

Downstream 1577nm (jarak OLT ke ONT terdekat)

- Mengacu pada persamaan 2.4, sehingga perhitungan SNR pada ONT terjauh sebagai berikut:

$$SNR = 10 \log \frac{(P_{in}RM)^2}{2qP_{in}RM^2F(M)Be + \frac{4K_B T B e}{R_L}}$$

$$SNR = 10 \log \frac{(1,3930 \times 10^{-5} \cdot 1.10)^2}{(2,1,69 \times 10^{-19} \cdot 1,3930 \times 10^{-5} \cdot 1.10^2 \cdot 10^{0,7} \cdot 10^{10}) + \frac{4,1,38 \times 10^{-23} \cdot 300 \cdot 10^{10}}{30}}$$

$$SNR = 10 \log \frac{1,9404 \times 10^{-8}}{2,3597 \times 10^{-11} + 5,52 \times 10^{-12}}$$

$$SNR = 10 \log 666,4010$$

$$SNR = 28,2373 \text{ dB}$$

- Mengacu pada persamaan 2.5, sehingga perhitungan *Q factor* pada ONT terjauh sebagai berikut:

$$Q = \frac{10^{\frac{SNR}{20}}}{2}$$

$$Q = \frac{10^{\frac{28,2373}{20}}}{2}$$

$$Q = 12,9073$$

- Mengacu pada persamaan 2.7, sehingga perhitungan BER pada ONT terjauh sebagai berikut:

$$BER = P e (Q) = \frac{1}{Q\sqrt{2\pi}} \exp^{-\frac{Q^2}{2}}$$

$$BER = P e (Q) = \frac{1}{12,9073 \sqrt{2\pi}} \exp^{-\frac{12,9073^2}{2}}$$

$$BER = P e (Q) = 2,0572 \times 10^{-38}$$

Upstream 1270 nm (jarak OLT ke ONT terdekat)

- Mengacu pada persamaan 2.4, sehingga perhitungan SNR pada ONT terdekat sebagai berikut:

$$SNR = 10 \log \frac{P_{in}RM^2}{2qP_{in}RM^2F(M)Be + \frac{4K_B T B e}{R_L}}$$

$$SNR = 10 \log \frac{(7,0195 \times 10^{-6} \cdot 1.10)^2}{(2,1,69 \times 10^{-19} \cdot 7,0195 \times 10^{-6} \cdot 1.10^2 \cdot 10^{0,7} \cdot 10^{10}) + \frac{4,1,38 \times 10^{-23} \cdot 300 \cdot 10^{10}}{30}}$$

$$SNR = 10 \log \frac{4,9273 \times 10^{-9}}{1,1891 \times 10^{-11} + 5,52 \times 10^{-12}}$$

$$SNR = 10 \log 282,9972$$

$$\text{SNR} = 24,5178 \text{ dB}$$

- Mengacu pada persamaan 2.5, sehingga perhitungan Q factor pada ONT terjauh sebagai berikut:

$$Q = \frac{10^{\frac{\text{SNR}}{20}}}{2}$$

$$Q = \frac{10^{\frac{24,5178}{20}}}{2}$$

$$Q = 8,4112$$

- Mengacu pada persamaan 2.7, sehingga perhitungan BER pada ONT terjauh sebagai berikut:

$$\text{BER} = P e (Q) = \frac{1}{Q\sqrt{2\pi}} \exp^{-\frac{Q^2}{2}}$$

$$\text{BER} = P e (Q) = \frac{1}{8,4112 \sqrt{2\pi}} \exp^{-\frac{8,4112^2}{2}}$$

$$\text{BER} = P e (Q) = 2,0560 \times 10^{-17}$$

3.3.3 Perhitungan RTB

Perhitungan *rise time budget* adalah metode untuk menentukan batasan dispersi pada link serat optik. Perhitungan *rise time budget* menggunakan dua jenis pengkodean, yaitu pengkodean NRZ (*non-return-to-zero*) dan pengkodean RZ (*return-to-zero*). Nilai waktu sistem (t_{system}) yang didapatkan dari hasil perhitungan dalam *link*, baik *upstream* maupun *downstream*, harus berada di bawah nilai waktu batas (t_r). Untuk waktu batas dengan pengkodean NRZ bernilai 70% dari perioda bit, sedangkan untuk waktu batas RZ bernilai 35% dari perioda bit. Satu perioda bit sama dengan kebalikan dari kecepatan data.

- | | |
|--|--------------------|
| ○ Bit Rate Downstream (Br) | : 10 Gbps |
| ○ Bit Rate Upstream (Br) | : 2,5 Gbps |
| ○ <i>Rise Time</i> Transmitter (t_{tx}) | : 0,035 ns |
| ○ <i>Rise Time</i> receiver (t_{rx}) | : 0,035 ns |
| ○ Lebar Spektral ($\Delta\sigma$) | : 0,1 nm |
| ○ Dispersi Material Downstream 1577nm (D_m) | : 0,01675 ns/nm.Km |

- Dispersi Material Upstream 1270nm (Dm) : 0,01386 ns/nm.Km
- T_{intermodal} : 0 (single mode)

Downstream 1577nm

Bit rate downstream (Br) = 10 Gbps sehingga :

$$\text{dengan format NRZ, } t_r = \frac{0,7}{Br} = \frac{0,7}{10 \times 10^9} = 0,07 \text{ ns} = 70 \text{ ps}$$

$$\text{dengan format RZ, } t_r = \frac{0,35}{Br} = \frac{0,35}{10 \times 10^9} = 0,035 \text{ ns} = 35 \text{ ps}$$

- Mengacu pada persamaan 2.8, dispersi jarak ONT terjauh :

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

$$t_{\text{material}} = 0,1 \times 3,412 \times 0,01675$$

$$t_{\text{material}} = 0,00545 \text{ ns}$$

- Mengacu pada persamaan 2.9, Sehingga perhitungan t_{system} untuk *downstream* dengan jarak ONT terjauh adalah sebagai berikut:

$$t_{\text{system}} = (t_{\text{tx}}^2 + t_{\text{material}}^2 + t_{\text{intermodal}}^2 + t_{\text{rx}}^2)^{1/2}$$

$$t_{\text{system}} = (0,035^2 + 0,00545^2 + 0^2 + 0,035^2)^{1/2}$$

$$t_{\text{system}} = (0,001225 + 0,0000297025 + 0 + 0,001225)^{1/2}$$

$$t_{\text{system}} = (0,0024797025)^{1/2}$$

$$t_{\text{system}} = 0,0497966113305 \text{ ns}$$

$$t_{\text{system}} = 49,79 \text{ ps}$$

- Mengacu pada persamaan 2.8, dispersi jarak ONT terdekat :

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

$$t_{\text{material}} = 0,1 \times 2,419 \times 0,01675$$

$$t_{\text{material}} = 0,00405 \text{ ns}$$

- Mengacu pada persamaan 2.9, sehingga perhitungan t_{system} untuk *downstream* dengan jarak ONT terdekat adalah sebagai berikut:

$$t_{\text{system}} = (t_{\text{tx}}^2 + t_{\text{material}}^2 + t_{\text{intermodal}}^2 + t_{\text{rx}}^2)^{1/2}$$

$$t_{\text{system}} = (0,035^2 + 0,00405^2 + 0^2 + 0,035^2)^{1/2}$$

$$t_{\text{system}} = (0,001225 + 0,0000164025 + 0 + 0,001225)^{1/2}$$

$$t_{\text{system}} = (0,0024664025)^{1/2}$$

$$t_{\text{system}} = 0,0496628885588 \text{ ns}$$

$$t_{\text{system}} = 49,66 \text{ ps}$$

Upstream 1270nm

Bit rate upstream (Br) = 2,5 Gbps sehingga :

$$\text{dengan format NRZ, } t_r = \frac{0,7}{Br} = \frac{0,7}{2,5 \times 10^9} = 0,28 \text{ ns} = 280 \text{ ps}$$

$$\text{dengan format RZ, } t_r = \frac{0,35}{Br} = \frac{0,35}{2,5 \times 10^9} = 0,14 \text{ ns} = 140 \text{ ps}$$

- Mengacu pada persamaan 3, Dispersi jarak ONT terjauh :

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

$$t_{\text{material}} = 0,1 \times 3,412 \times 0,01386$$

$$t_{\text{material}} = 0,004729032 \text{ ns}$$

- Mengacu pada persamaan 2.9, sehingga perhitungan t_{system} untuk *upstream* dengan jarak ONT terjauh adalah sebagai berikut:

$$t_{\text{system}} = (t_{\text{tx}}^2 + t_{\text{material}}^2 + t_{\text{intermodal}}^2 + t_{\text{rx}}^2)^{1/2}$$

$$t_{\text{system}} = (0,035^2 + 0,004729032^2 + 0^2 + 0,035^2)^{1/2}$$

$$t_{\text{system}} = (0,001225 + 0,000022363743657 + 0 + 0,001225)^{1/2}$$

$$t_{\text{system}} = (0,0024723637437)^{1/2}$$

$$t_{\text{system}} = 0,0497228697318 \text{ ns}$$

$$t_{\text{system}} = 49,722 \text{ ps}$$

- Mengacu pada persamaan 3, Dispersi jarak ONT terdekat :

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

$$t_{\text{material}} = 0,1 \times 2,419 \times 0,01386$$

$$t_{\text{material}} = 0,003352734 \text{ ns}$$

- Mengacu pada persamaan 2.9, sehingga perhitungan t_{system} untuk *upstream* dengan jarak ONT terdekat adalah sebagai berikut:

$$t_{\text{system}} = (t_{\text{tx}}^2 + t_{\text{material}}^2 + t_{\text{intermodal}}^2 + t_{\text{rx}}^2)^{1/2}$$

$$t_{\text{system}} = (0,035^2 + 0,003352734^2 + 0^2 + 0,035^2)^{1/2}$$

$$t_{\text{system}} = (0,001225 + 0,0000112408252 + 0 + 0,001225)^{1/2}$$

$$t_{\text{system}} = (0,0024612408252)^{1/2}$$

$$t_{\text{system}} = 0,0496108942189 \text{ ns}$$

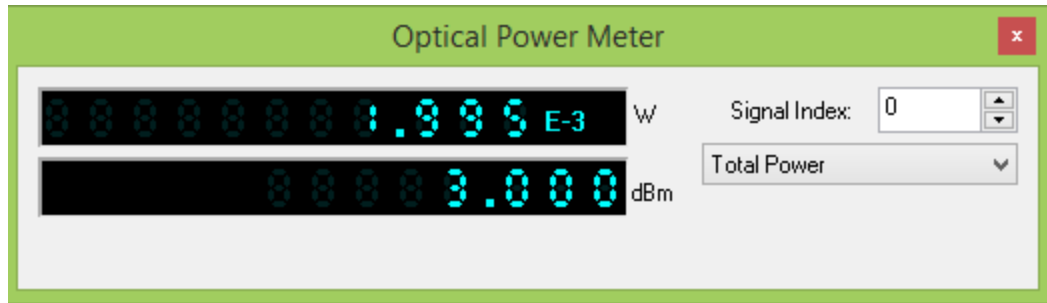
$$t_{\text{system}} = 49,61 \text{ ps}$$

3.4 Perancangan Simulasi

Pada simulasi ini penulis menggunakan sebuah perangkat lunak untuk membuat simulasi perancangan yaitu dengan simulator optik atau dengan nama lain adalah *optisystem*. Seluruh elemen perangkat yang akan digunakan dalam simulasi disesuaikan dengan spesifikasi perangkat asli untuk mendapatkan hasil yang mendekati *real*. Simulasi yang dibuat adalah *link downstream* dan *link upstream* untuk jarak terjauh. Elemen yang digunakan dalam simulasi adalah sebagai berikut:

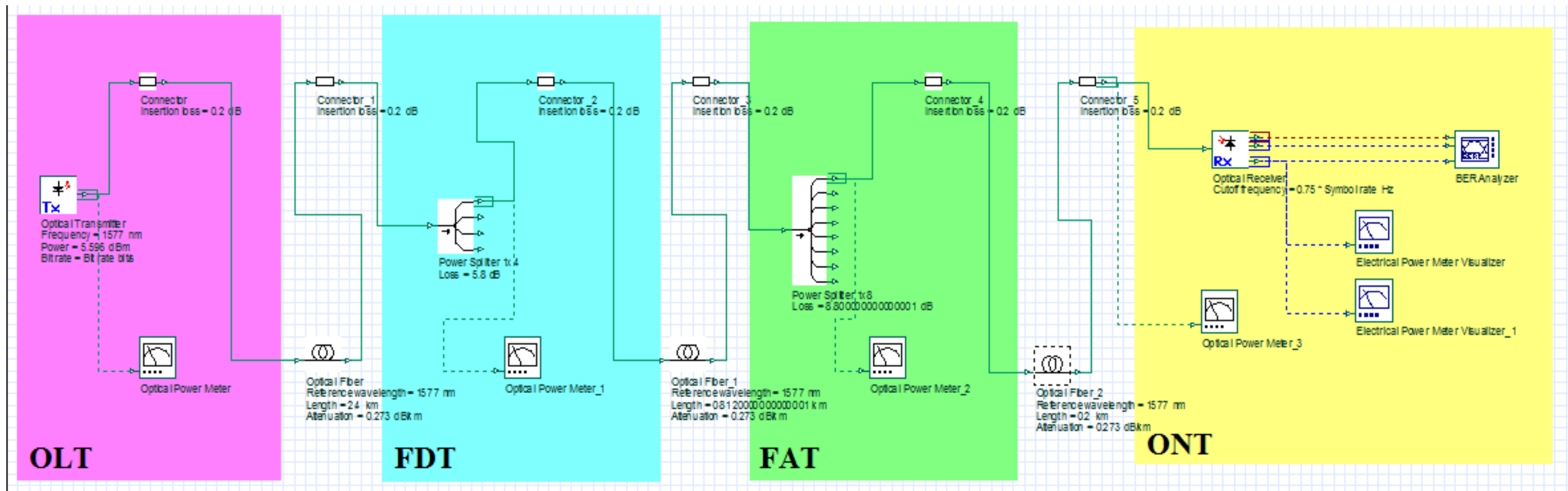
- *Transmitter* (Tx) sebagai OLT dengan daya senilai 3 dBm untuk *link downstream* dan 0,5 dBm untuk *link upstream*.
- *Optical Fiber* sebagai serat optik *single mode G.652.D*.
- Konektor sebanyak 6 buah.
- *Passive Splitter* 1:4 dan 1:8.
- *Receiver* (Rx) sebagai ONT.

Daya pancar yang diberikan pada transmitter *link downstream* merupakan daya pancar perangkat sebesar 3 dBm. Dan yang menjadi acuan daya OLT adalah daya yang sudah keluar dari *transmitter* dan dapat dilihat menggunakan *Optical Power Meter* (OPM), seperti terlihat pada gambar 3.7 dibawah ini :

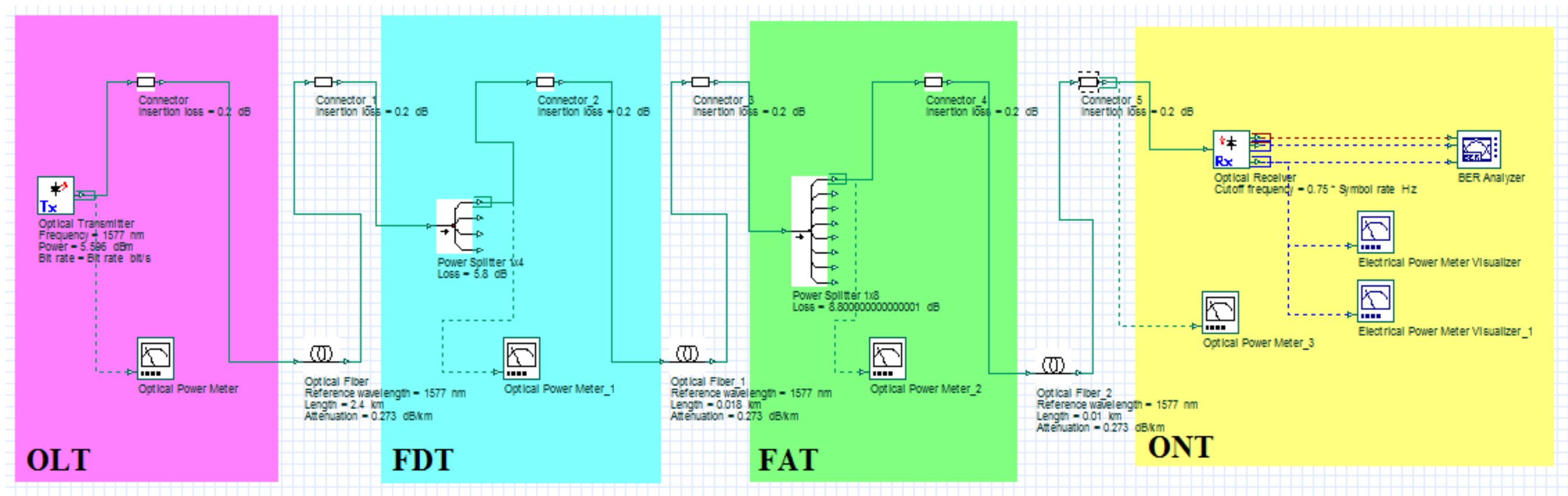


Gambar 3.8 Daya Pancar *Transmitter Downstream* (OLT)

Sedangkan serat optik diberikan redaman sebesar 0,273 dB untuk *downstream* dan 0,47 dB untuk *upstream* pada masing-masing jenis serat optik. Pada serat optik juga dimasukkan data jarak antar perangkat pada *link downstream* terjauh dan *link downstream* terdekat. Dimana total untuk jarak *link downstream* terjauh adalah sebesar 3,412 km dan untuk jarak *link downstream* terdekat adalah 2,419 km. Konektor sejumlah 6 buah diberikan redaman sebesar 0,2 dB, sehingga total redaman untuk konektor adalah 1,2 dB. *Passive Splitter* 1:4 dan 1:8 diberikan redaman sebesar 5,8 dB dan 8,8 dB. Dan untuk *receiver* menggunakan fotodetektor jenis APD. Gambar perancangan simulasi *link downstream* terjauh dan *link downstream* terdekat dapat dilihat pada gambar 3.8 dan 3.9.

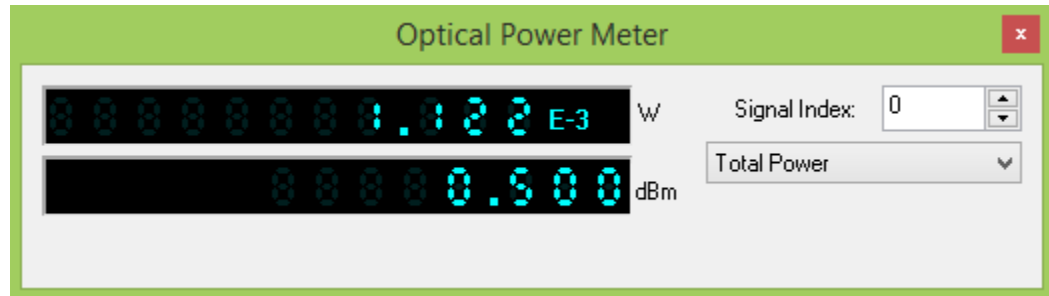


Gambar 3.9 Perancangan simulasi *Link Downstream* terjauh



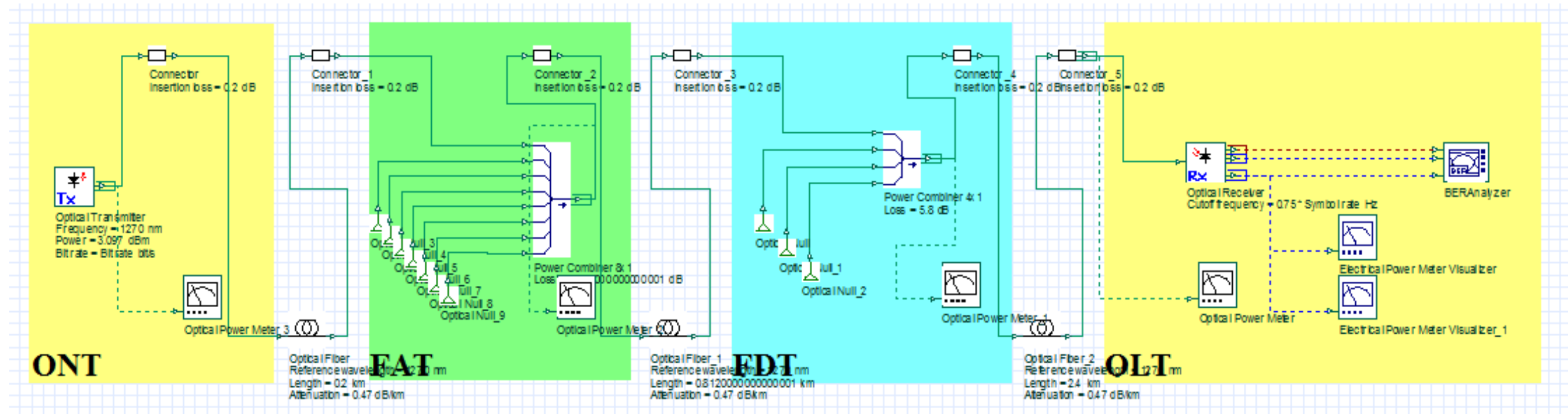
Gambar 3.10 Perancangan simulasi *Link Downstream* terdekat

Pada perancangan *link upstream*, daya pancar yang diberikan pada *transmitter* (ONT) merupakan daya pancar perangkat sebesar 0,5 dBm. Dan yang menjadi acuan daya ONT adalah daya yang sudah keluar dari *transmitter* dan dapat dilihat menggunakan elemen *Optical Power Meter* (OPM), seperti gambar 3.10.

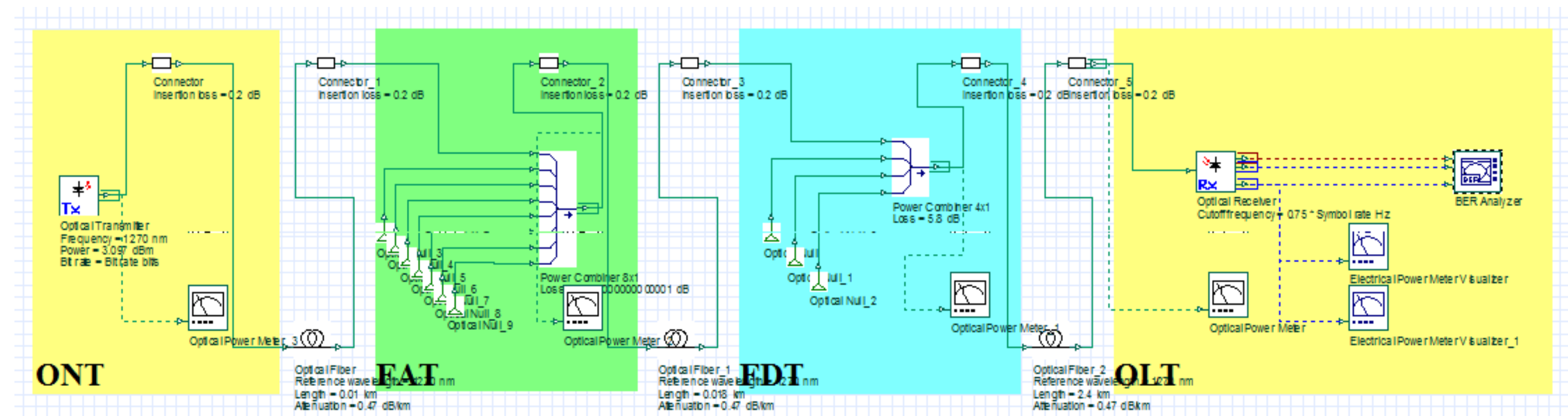


Gambar 3.11 Daya Pancar *Transmitter Upstream* (ONT)

Redaman serat optik yang dimasukkan ke dalam perancangan simulasi *link upstream* ini adalah sebesar 0,47 dB. Sedangkan data jarak yang dimasukkan dalam perancangan ini sama dengan data jarak yang ada di perancangan simulasi *link downstream*, yaitu sebesar 3,412 km untuk *link upstream terjauh* dan 2,419 km untuk perancangan simulasi *link upstream* terdekat. Dan dengan nilai spesifikasi perangkat yang sama dengan *link downstream*, maka gambar simulasi perancangan *link upstream* terjauh dan *link upstream* terdekat dapat dilihat pada gambar 3.11 dan 3.12.



Gambar 3.12 Perancangan simulasi *Link Upstream* terjauh



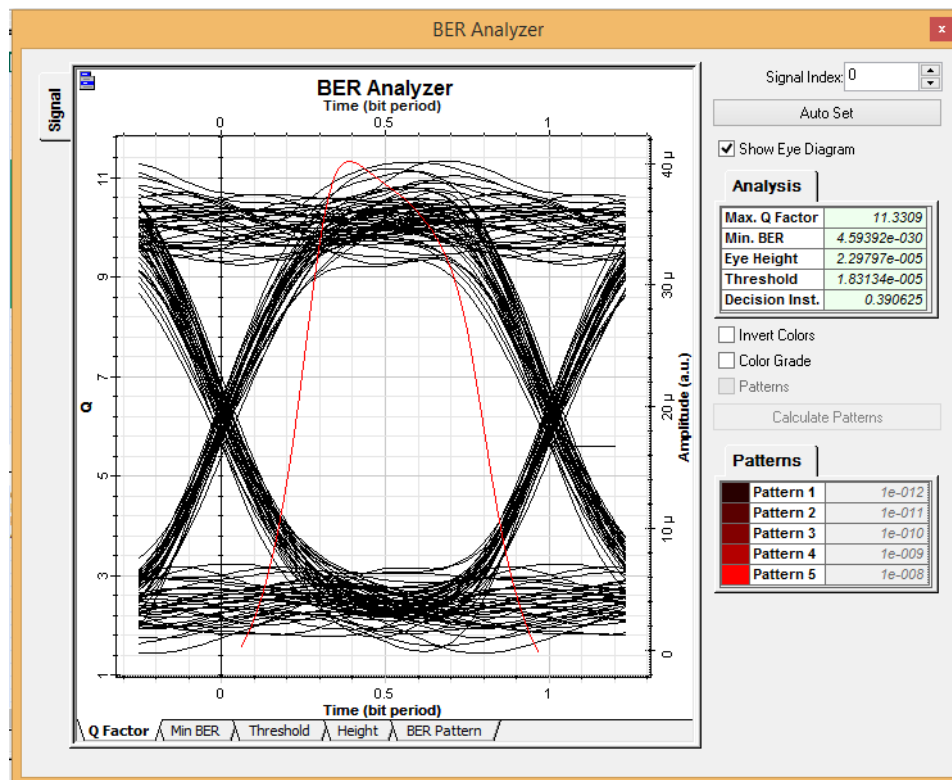
Gambar 3.13 Perancangan simulasi *Link Upstream* terdekat

BAB IV

ANALISIS PERANCANGAN

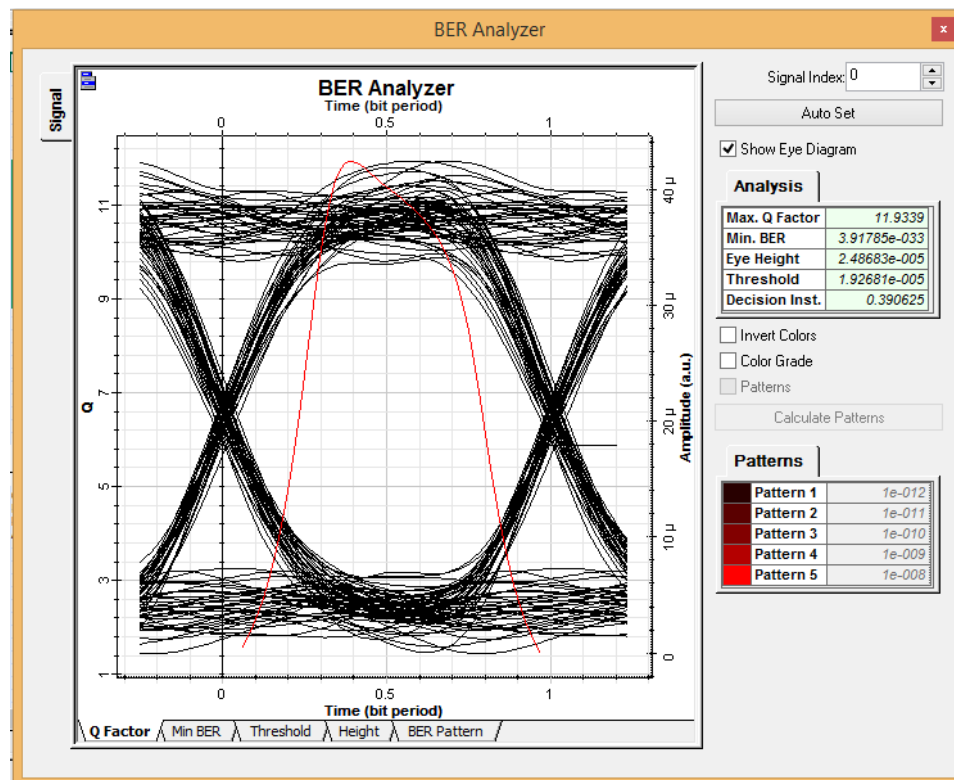
4.1 Analisis Downstream 1577 nm

Berdasarkan hasil perancangan simulasi tersebut didapatkan nilai BER untuk *link downstream* terjauh adalah sebesar $4,59 \times 10^{-30}$, sedangkan nilai BER untuk *link downstream* terdekat adalah sebesar $3,91 \times 10^{-33}$. Nilai tersebut lebih kurang lebih mencukupi standar BER ideal untuk transmisi serat optik, yaitu 10^{-9} . Performansi data juga ditunjukkan oleh bentuk diagram mata yang menunjukkan perbedaan yang jelas antara informasi bit “1” dan bit “0”. Oleh karena itu performansi sistem pada perancangan ini sangat baik. Diagram mata untuk *link downstream* terjauh dan *link downstream* terdekat dapat dilihat pada gambar 4.1 dan gambar 4.2 dibawah ini.



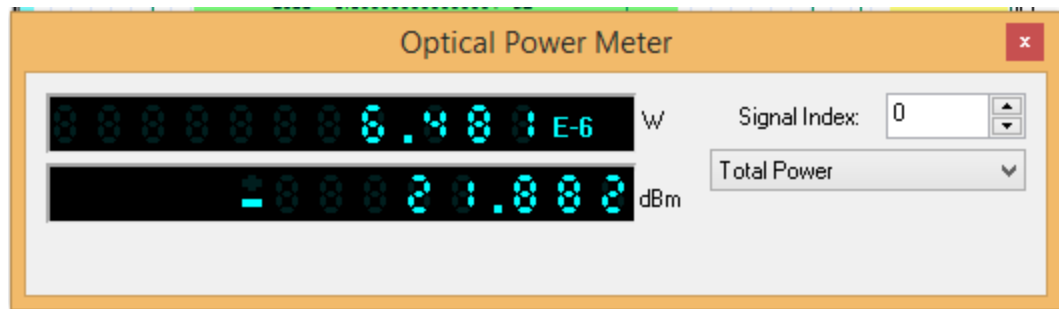
Gambar 4.1 Diagram mata *Link Downstream* terjauh

Pada perancangan simulasi ini didapatkan juga nilai dari Q factor adalah sebesar 11,33 untuk *link downstream* terjauh dan 11,93 untuk *link downstream* terdekat. Dimana kualitas dari Q factor harus minimum bernilai 6. Sehingga kualitas suatu sistem dapat dikatakan baik. Hasil nilai Q factor yang didapatkan dari perancangan simulasi ini dapat dikatakan kualitas sistem ini sangat baik. Hasil nilai dari Q factor dapat dilihat pada gambar 4.1 dan gambar 4.2.

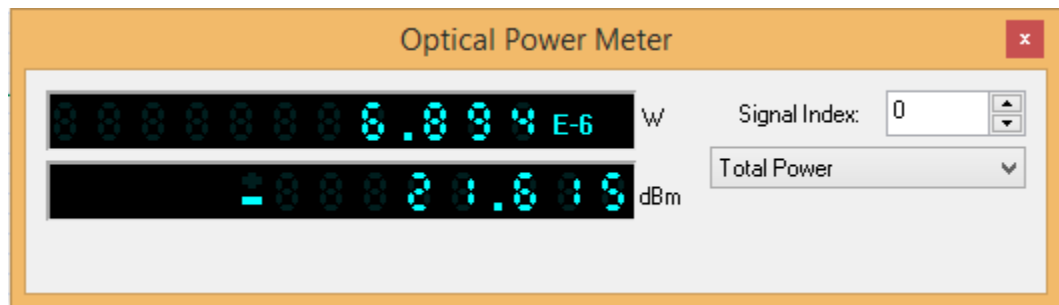


Gambar 4.2 Diagram mata *link Downstream* terdekat

Berdasarkan perhitungan dari simulasi *optisystem*, nilai *link power budget* untuk *link downstream* terjauh dan *link downstream* terdekat adalah sebesar -24,882 dBm dan -24,615 dBm karena ditambahkan 3 dB dari daya pancar *transmitter downstream* (OLT). Nilai tersebut masih memenuhi standar kelayakan. Dengan begitu perancangan jaringan FTTH ini layak dan baik. Perhitungan *link power budget* di simulator optik dapat dilihat pada *optical power meter* di gambar 4.3 dan 4.4.



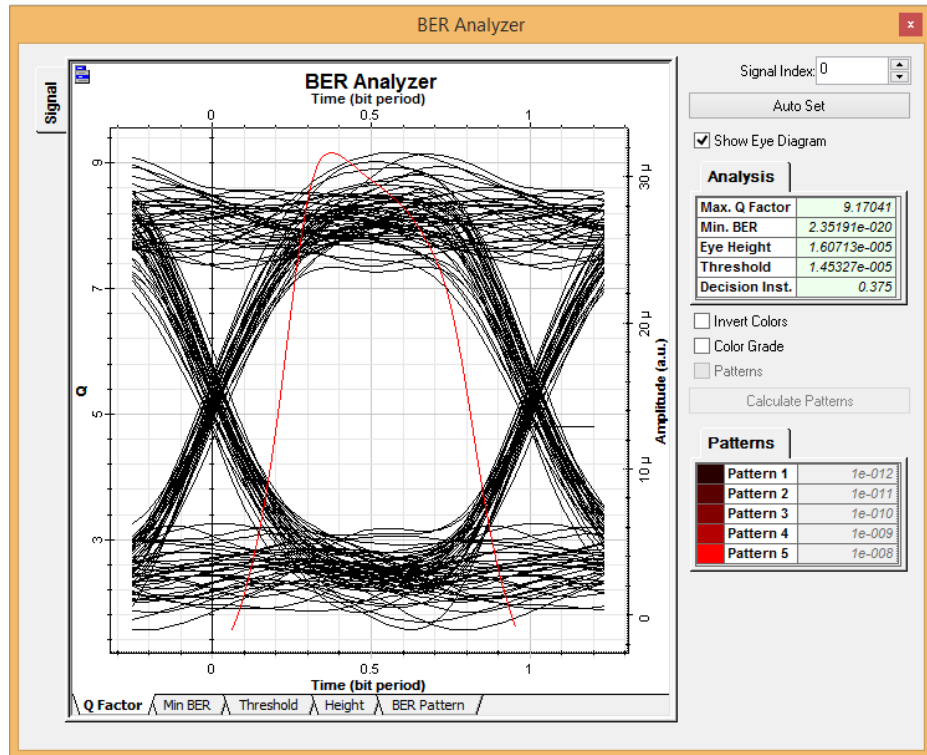
Gambar 4.3 LPB untuk *Link Downstream* terjauh



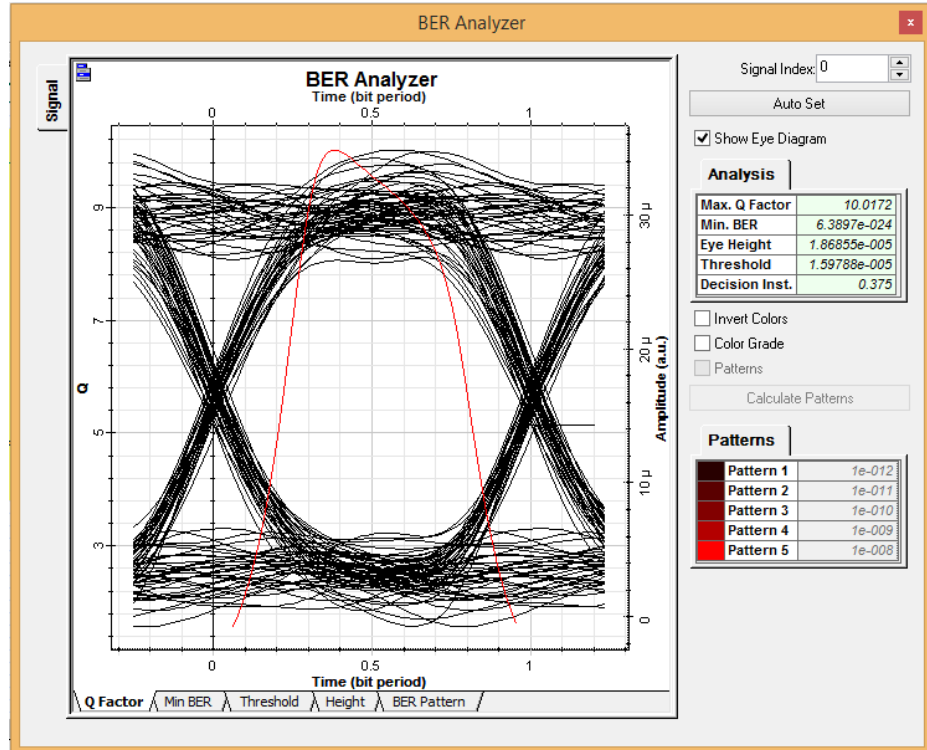
Gambar 4.4 LPB untuk *Link Downstream* terdekat

4.2 Analisis *Upstream* 1270 nm

Berdasarkan hasil perancangan simulasi *link upstream* didapatkan nilai BER adalah sebesar $1,0905 \times 10^{-105}$ untuk *link upstream* terjauh dan $3,7785 \times 10^{-123}$ untuk *link upstream* terdekat. Nilai tersebut lebih kecil dari nilai BER ideal untuk transmisi serat optik, yaitu 10^{-9} . Performansi data juga ditunjukkan oleh bentuk diagram mata yang menunjukkan perbedaan yang jelas antara informasi bit “1” dan bit “0”. Oleh karena itu performansi sistem pada perancangan ini sangat baik. Diagram mata untuk *link upstream* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

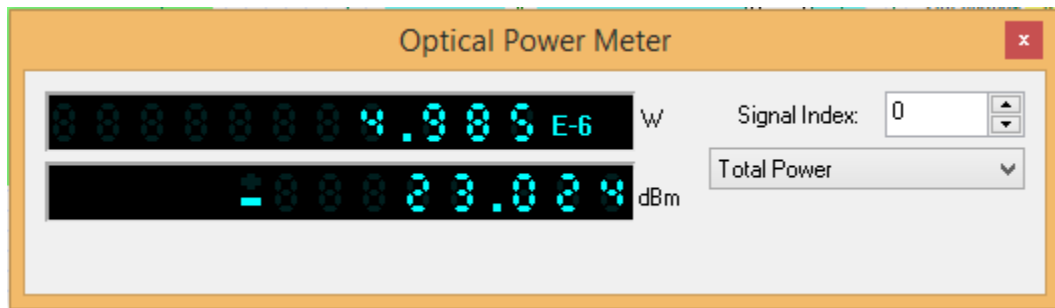


Gambar 4.5 Diagram mata *Link Upstream* terjauh

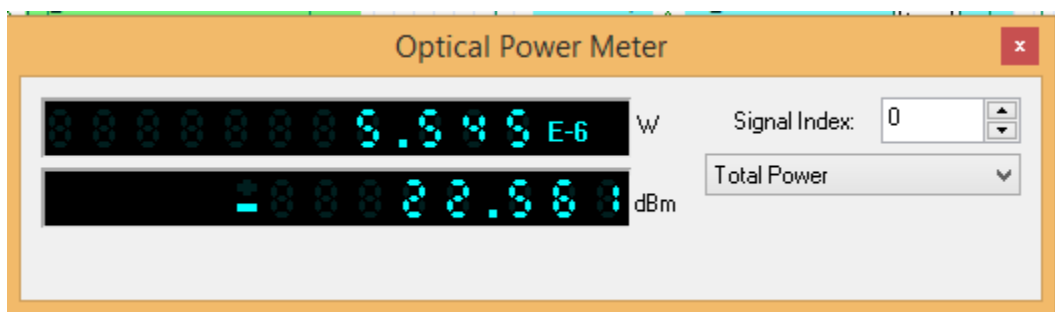


Gambar 4.6 Diagram mata *Link Upstream* terdekat

Pada perancangan simulasi ini didapatkan juga nilai dari Q factor adalah sebesar 9,17041 untuk *link upstream* terjauh dan 10,0172 untuk *link upstream* terdekat. Dimana kualitas dari Q factor harus minimum bernilai 6. Sehingga kualitas suatu sistem dapat dikatakan baik. Hasil nilai Q factor yang didapatkan dari perancangan simulasi ini dapat dikatakan kualitas sistem ini sangat baik. Hasil nilai dari Q factor dapat dilihat pada gambar 4.5 dan gambar 4.6



Gambar 4.7 LPB untuk *link Upstream* terjauh



Gambar 4.8 LPB untuk *link Upstream* terdekat

Berdasarkan perhitungan dari simulasi *optisystem*, nilai *link power budget* untuk *link upstream* terjauh dan terdekat adalah sebesar -23,524 dBm dan -23,061 dBm karena ditambahkan 0,5 dBm dari daya pancar *transmitter upstream* (ONT). Nilai tersebut masih memenuhi standar kelayakan. Dengan begitu perancangan jaringan FTTH ini layak untuk diimplementasikan. Perhitungan *link power budget* di simulator optik dapat dilihat pada *optical power meter* di gambar 4.7 dan 4.8.

4.3 Analisis Perhitungan dan Simulasi

Hasil dari semua perhitungan yang dilakukan perancang dapat di kumpulkan di dalam tabel berikut ini :

Tabel 4.1 Hasil perhitungan manual

Parameter	<i>Downlink</i>		<i>Upstream</i>	
	Jarak Terjauh	Jarak Terdekat	Jarak Terjauh	Jarak Terdekat
LPB	-21,83 dB	-21,56 dB	-22,50 dB	-22,03 dB
SNR	27,91 dB	28,23 dB	23,89 dB	24,51 dB
<i>Q factor</i>	12,4348	12,9073	7,8316	8,4112
BER	$8,5 \times 10^{-36}$	$2,05 \times 10^{-38}$	$2,4 \times 10^{-15}$	$2,05 \times 10^{-17}$
RTB	49,79 ps	49,66 ps	49,72 ps	49,61 ps

Tabel 4.2 Hasil perhitungan simulasi

Parameter	<i>Downlink</i>		<i>Upstream</i>	
	Jarak Terjauh	Jarak Terdekat	Jarak Terjauh	Jarak Terdekat
LPB	-24,88 dB	-24,61 dB	-23,52 dB	-23,06 dB
SNR	33,1 dB	33,45 dB	22,51 dB	30,55 dB
<i>Q factor</i>	11,33	11,93	9,17	10,01
BER	$4,5 \times 10^{-30}$	$3,9 \times 10^{-33}$	$2,3 \times 10^{-20}$	$6,3 \times 10^{-24}$
RTB	-	-	-	-

Dari hasil semua perhitungan di atas terdapat sedikit selisih perbedaan antara perhitungan manual dengan perhitungan menggunakan simulasi optik salah satu penyebabnya adalah pada simulator optik tidak dapat mengubah nilai *safety margin* (tetap) dan pada simulasi optik tidak dapat menghitung *rise time budget* (RTB).

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Jadi kesimpulan pada perancangan ini adalah sebagai berikut :

- Nilai kelayakan *link power budget* (LPB) berdasarkan ITU-T adalah kurang dari -28 dB, pada perancangan ini perhitungan manual dan simulasi memenuhi untuk standar layak tersebut.
- Nilai minimum dari *signal to noise ratio* (SNR) adalah lebih dari 22 dB dimana pada perhitungan baik yang manual maupun menggunakan simulator optik masih terpenuhi.
- Nilai *Q factor* harus lebih dari 6 untuk menunjukkan sistem tersebut berjalan dengan baik, sedangkan pada perhitungan manual dan simulator optik terpenuhi.
- Nilai dari *bit error rate* (BER) harus kurang dari 10^{-9} dimana pada perhitungan manual maupun dengan simulator optik nilai tersebut masih terpenuhi dengan baik.
- Perancangan jaringan akses *fiber to the home* (FTTH) untuk perumahan Benda Baru di Tangerang Selatan, sangat layak untuk diterapkan. Berdasarkan semua perhitungan parameter kelayakan seperti nilai LPB, BER dan RTB yang ditentukan oleh ITU-T, P.T. Telkom dan Innovate Indonesia telah terpenuhi standar kelayakan dengan sangat baik. Dapat memenuhi semua kebutuhan *bandwidth* pada perumahan Benda Baru dengan menerapkan teknologi *10-Gigabit-Passive Optical Network* (XGPON) dan menawarkan kecepatan *downstream* hingga 10 Gbps dan *upstream* hingga 2,5 Gbps. Dengan menerapkan *fiber to the home* (FTTH) dapat menggantikan seluruh kabel lama (tembaga) yang diganti menggunakan serat optik langsung ke pelanggan yang menjamin kecepatan akses internet yang cepat.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah perancangan jaringan akses *fiber to the home* (FTTH) pada semua perumahan yang baru dibangun harus memperhatikan ducting bersama. Untuk mendukung pemerintah dalam penataan kota yang lebih rapi dan memperhatikan estetika keindahan kota tanpa kabel. Dan untuk mencegah kesemrawutan kabel yang terjadi jika dipasang dengan menggunakan tiang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fitriyani, Atika. 2015. Perancangan Jaringan *Fiber to the Home* (FTTH). Bandung
- [2] Hadi, Agus. 2015. Pengertian Kabel Jaringan Fiber Optik beserta kelebihan & kekurangannya, www.teknodaily.com (diakses pada juni 2016)
- [3] Cale, Ivica. “*Gigabit Passive Optical Network – GPON*,” T-HT d.d., Split, Croatia, 2007.
- [4] Chinlon Lin, editor, “*Broadband-Optical access Network and Fiber to The Home*”.England: John Wiley & Sons Ltd.; 2006.
- [5] Ihsan, Muhammad. 2016. Perancangan Jaringan *Fiber to the Home* (FTTH) menggunakan teknologi GPON di Central Karawaci. Bandung
- [6] Yulizar, Nur Rizki. *Analisis Perancangan Teknologi Hybrid GPON Dan XGPON Pada Jaringan FTTH Di Perumahan Batununggal* [Jurnal]. Universitas Telkom. 2015
- [7] Keiser, Gerard, (2000), *Optical Fiber Communication*, 3rd ed., McGraw-Hill, Singapore.
- [8] ITU-T Recommendation L.79. “*Optical fiber cable elements for microduct blowing-instllation application*”, 2008
- [9] “Pengertian Ducting”. [Http://www.mandorkawat2009.com](http://www.mandorkawat2009.com) (Diakses pada bulan Februari 2016)

LAMPIRAN A

TABEL PENGGUNAAN

SERAT FTTH

Penggunaan Serat FTTH OLT ke FDT

Pemakaian	Jenis Serat	Jarak (m)	Unit
OLT ke FDT	G. 652 D	2410	1

Penggunaan Serat FDT ke FAT

Pemakaian	Jenis Serat	Jarak (m)	Unit
FDT ke FAT A01	G. 652 D	66	8
FDT ke FAT A02	G. 652 D	142	8
FDT ke FAT A03	G. 652 D	222	8
FDT ke FAT A04	G. 652 D	312	8
FDT ke FAT A05	G. 652 D	360	8
FDT ke FAT A06	G. 652 D	430	8
FDT ke FAT A07	G. 652 D	289	8
FDT ke FAT A08	G. 652 D	349	8
FDT ke FAT A09	G. 652 D	412	8
FDT ke FAT A10	G. 652 D	439	8
FDT ke FAT A11	G. 652 D	444	8
FDT ke FAT A12	G. 652 D	471	8
FDT ke FAT A13	G. 652 D	503	8
FDT ke FAT A14	G. 652 D	391	8
FDT ke FAT A15	G. 652 D	447	8
FDT ke FAT A16	G. 652 D	513	8
FDT ke FAT A17	G. 652 D	483	8

FDT ke FAT A18	G. 652 D	180	7
FDT ke FAT A19	G. 652 D	263	7
FDT ke FAT A20	G. 652 D	359	7
FDT ke FAT A21	G. 652 D	434	6
FDT ke FAT A22	G. 652 D	136	6
FDT ke FAT A23	G. 652 D	317	6
FDT ke FAT A24	G. 652 D	382	6
FDT ke FAT A25	G. 652 D	429	5
FDT ke FAT B01	G. 652 D	90	8
FDT ke FAT B02	G. 652 D	150	8
FDT ke FAT B03	G. 652 D	260	8
FDT ke FAT B04	G. 652 D	322	8
FDT ke FAT B05	G. 652 D	422	8
FDT ke FAT B06	G. 652 D	477	8
FDT ke FAT B07	G. 652 D	551	8
FDT ke FAT B08	G. 652 D	580	8
FDT ke FAT B09	G. 652 D	812	8
FDT ke FAT B10	G. 652 D	550	8
FDT ke FAT B11	G. 652 D	611	8
FDT ke FAT B12	G. 652 D	701	8
FDT ke FAT B13	G. 652 D	697	8
FDT ke FAT B14	G. 652 D	490	8
FDT ke FAT B15	G. 652 D	553	8

FDT ke FAT B16	G. 652 D	524	8
FDT ke FAT B17	G. 652 D	439	8
FDT ke FAT B18	G. 652 D	409	6
FDT ke FAT B19	G. 652 D	373	6
FDT ke FAT B20	G. 652 D	339	7
FDT ke FAT C01	G. 652 D	186	8
FDT ke FAT C02	G. 652 D	290	8
FDT ke FAT C03	G. 652 D	350	8
FDT ke FAT C04	G. 652 D	419	8
FDT ke FAT C05	G. 652 D	473	8
FDT ke FAT C06	G. 652 D	541	8
FDT ke FAT C07	G. 652 D	299	8
FDT ke FAT C08	G. 652 D	126	8
FDT ke FAT C09	G. 652 D	156	8
FDT ke FAT C10	G. 652 D	190	8
FDT ke FAT C11	G. 652 D	254	8
FDT ke FAT C12	G. 652 D	202	8
FDT ke FAT C13	G. 652 D	250	8
FDT ke FAT C14	G. 652 D	430	8
FDT ke FAT C15	G. 652 D	492	8
FDT ke FAT C16	G. 652 D	434	8
FDT ke FAT C17	G. 652 D	373	8
FDT ke FAT C18	G. 652 D	71	8

FDT ke FAT C19	G. 652 D	10	6
FDT ke FAT C20	G. 652 D	186	7
FDT ke FAT C21	G. 652 D	254	7
FDT ke FAT C22	G. 652 D	339	7

LAMPIRAN B

SPESIFIKASI PERANGKAT

Spesifikasi Perangkat ONT AN5506-14FG

Type	AN5506-01A	AN5506-01B	AN5506-04A	AN5506-04AW	AN5506-04B	AN5506-04C	AN5506-04FG
Diagram							
H/W/D	27×163×117	27×163×117	32×170×130	111×178×199	32×170×130	35×210×150	45×235×190
Network Side Interface	GPON	GPON	GPON	GPON	GPON	GPON	GPON
User Side Interface	1*GE	1*FE+1*POTS	4*FE	4*FE	4*FE/GE+2*POTS	4*FE+2*POTS+1*CATV	4*GE+2*POTS+1*WIFI
Power Supply	AC: 220V	AC: 220V	AC: 220V	AC: 220V	AC: 220V	AC: 220V	AC: 220V
Power	≤3.5W	≤3.5W	≤4.8W	≤4.8W	≤5W	≤6W	≤6W
Lightning Protection	Power 4KV, user interface 1.5KV	Power 4KV, user interface 1.5KV	Power 4KV, user interface 1.5KV	Power 6KV, user interface 4KV	Power 4KV, user interface 1.5KV	Power 4KV, user interface 1.5KV	Power 4KV, user interface 1.5KV
Operating Temperature	-10℃~55℃	-10℃~55℃	-10℃~55℃	-30℃~75℃	-10℃~55℃	-10℃~55℃	-10℃~55℃
Ambient Humidity	Non-condensing, 10%~90%	Non-condensing, 10%~90%	Non-condensing, 10%~90%	Non-condensing, 5%~100%	Non-condensing, 10%~90%	Non-condensing, 10%~90%	Non-condensing, 10%~90%

Product Characteristics

GPON Feature	Complied with ITU G.984 series of standards
Broadband	VLAN number: 4K, QinQ, VLAN 1:1 and N: 1 translation
	Support dual management model based on DBA technology and priority
	ACL filtering and unicast/multicast/broadcast service suppression for unknown packet
Multicast	IGMP V2/V3
	IGMP Snooping
	Multicast program number: 1024
Voice	H.248/SIP protocol
Security	PPPoE and DHCP Option82
	AES-128, Triple Churning
	MAC/IP filter, binding function
	Anti-DOS attack, firewall function
	Ethernet looping detection
Maintenance Management	Support port state query
	Support remote upgrading and remote monitoring

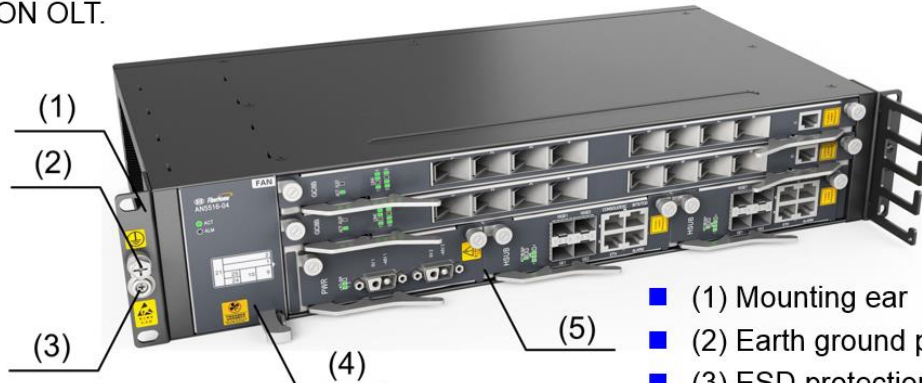


Advanced Features

- 20G slot bus
- 6 U high
- 6 service slots per subrack
- 488G core switch capacity
- 1+1 core switch card redundancy
- 1+1 uplink card redundancy
- Max 4*10GE+4*GE uplink ports
- Max 12*GE uplink ports
- 32E1/ STM-1 uplink ports for per TDM card
- 8*EPON/GPON ports per card
- Max 48 PON ports
- Max 3072 ONU subscribers per subrack
- Universal EMS platform to manage GPON, EPON

FAN	Uplink Slot	19	Uplink Slot	20
	Service Slot 16			
	Service Slot 15			
	Service Slot 14			
	Service Slot 13			
	Service Slot 12			
	Service Slot 11			
	HSWA 10			
	HSWA 9			
21	PWR	24	PWR	25
			CIO	26

OBJECT: Support compatible GPON/EPON platform, NOT only pure EPON or pure GPON OLT.



- (1) Mounting ear
- (2) Earth ground pole
- (3) ESD protection fastener
- (4) Fan unit
- (5) Card area

Fan unit 21	Service card			2
	Service card			1
	Power card	25	Switch uplink card	Switch uplink card
	Power card	24	10	9

Item	Description	Max	Remark
HSUB	Switch uplink card	2 (1+1)	Support both GPON & EPON
GC4B/GC8B/GCOB	GPON service card	2	4/8/16 PON ports per card
EC4B/EC8B/ECOB	EPON service card	2	4/8/16 PON ports per card
C155A	2*155M(o) uplink card	1	1*155M(o) ports per card
XG8A	10G EPON service card	2	Eight 10GEPON ports per card

Spesifikasi Perangkat OLT AN5116-06



AN5116-06 GPON/EPON OLT platform

produced by FiberHome is one of the advanced FTTx OLT equipment. It is a small capacity carrier class GPON/EPON equipment which provides maximum 3072 ONU users at the 1:64 split ratio. AN5116-06 can be configured to compatible GPON/EPONOLT platform. GPON and EPON users can be concurrently supported in the same OLT subrack by using different ONUs but of the same set of ODN facility. AN5116-06 can be also configured as 10GEPON or P2P platform.

Dimensions (W×D×H mm)	
Chassis weight (Fully Loaded)	20kg (Full Loaded)
Capacity (Per subrack)	support max 3072 ONU users
Capacity (Per service card)	4/8 PON ports per EPON service card 4/8 PON ports per GPON service card
Core Switch Capacity	1000Gbps
Environment Requirement	Operating temperature -10°C~55°C Storage temperature -40°C~65°C Ambient humidity 5%~95%
Service	Ethernet service CATV service NGN voice (MGCP/H.248/SIP) TDM service Broadcast services for IPTV VOD unicast
Uplink Interface	Up to 4×10 GE optical uplink with XFP Up to 12×GE optical uplink with SFP Up to 12×GE electrical uplink Up to 128×E1 uplink Up to 8×STM-1 uplink
PON Port Interface	GPON port complying with Class B+/C for ODN EPON 1000BASE-PX10/PX20 port for ODN Up to 60km Max Reach SC/PC Connector Support G.652/G.657 Single Core Fiber
Wavelength	Wavelength: TX 1490nm(1550nm)/RX 1310nm
Optical Line Rate	Upstream/Downstream data rate: 1.244G/2.488G for GPON Upstream/Downstream data rate: 1.25G/1.25G for EPON
Reliability Features	Two power supply inputs per subrack for redundancy Two controller cards per subrack for redundancy Two uplink cards per subrack for redundancy Inner or inter PON port protection mechanism for redundancy
Power Consumption (full configured)	555W (Full Loaded)
Power Supply	-48V DC (-40V~-57V)

Table 4-1 The AN5116-06B card configuration table

Type	Slot	Symbol	Card No.	Remarks
Core switch card	9, 10	HWA	2.115.334	Provides EPON access function
			2.115.331	Provides GPON access function
EPON interface card	1-8	EC4B	2.119.318	Provides 4 EPON interfaces
	11-18	EC8B	2.119.354	Provides 8 EPON interfaces
GPON interface card	1-8 11-18	GC4B	2.119.348	Provides 4 GPON interfaces
TDM interface card	1-8 11-18	C155A	2.170.821	Provides 2 STM-1 uplink optical interfaces, and achieves 1+1 protection
		CE1B	2.170.845	Provides 32 E1 uplink electrical interfaces
Uplink card	19, 20	HU1A	2.170.846	Provides 4 GE uplink optical / electrical interfaces and one 10GE uplink optical interface
		HU2A	2.170.854	Provides 2 GE uplink optical / electrical interfaces and two 10GE uplink optical interfaces
		GU6F	2.170.855	Provides 6 GE uplink optical interface
Public card	1-8 11-18	PUBA	2.167.177	Accesses the signals from 14 dry contacts

Spesifikasi Perangkat Konektor

SC Fiber Optic Connectors

SC/UPC type connectors



SC/APC type connectors



SC fiber optic connector descriptions

The connector can be supplied as a pre-assembled one-piece connector or as connector kits. Clips are available for SC duplex connectors Housing kits without ferrule are available. PC and APC are available

SC fiber optic connectors specifications

SC connectors	Single mode	Multimode
Insertion Loss	≤0.20dB	≤0.25dB
Return Loss	≥50 dB (PC)	
	≥55 dB (UPC)	
	≥65 dB (APC)	
Durability	<0.20 dB typical change, 1000 mating	
Operating Temperature	-40 to + 80°C	
Ferrule Hole Sizes	125.0+1/-0μm, Concentricity: ≤1.0μ	125μm, Concentricity: 1≤3μm
	125.5+1/-0μm, Concentricity: ≤1.0μ	127μm, Concentricity: 1≤3μm
	126.0+1/-0μm, Concentricity: ≤1.0μ	128μm, Concentricity: 1≤3μm

Perangkat di User

