ANALISIS PERBANDINGAN PERANCANGAN JARINGAN *FIBER TO THE BUILDING* (FTTB) *MULTI RASIO PASSIVE SPLITTER* DENGAN TEKNOLOGI *GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK* (GPON) DI UJUNGBERUNG TOWN SQUARE

Comparison Network Design Analysis of Fiber to the Building (FTTB) Multi Passive Splitter Ratio and Gigabit Passive Optical Network (GPON) Technology in Ujungberung Town Square

Olyvia Fernanda Soedradjat [1], Tri Nopiani Damayanti, S.T., M.T [2], Hasanah Putri, S.T., M.T [3]
[1,2,3]Prodi D3 Teknologi Telekomunikasi, Universitas Telkom
[1] olyviafernandaa@gmail.com, [2] damayanti@tass.telkomuniversity.ac.id,
[3] hasanahputri@tass.telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Fiber to The Building (FTTB) adalah arsitektur jaringan kabel fiber optik yang di distribusikan ke suatu bangunan gedung. Perkembangan FTTB sendiri tidak terlepas dari kemajuan perkembangan teknologi serat optik yang dapat menggantikan penggunaan kabel konvensional (tembaga) dan juga didorong oleh keinginan untuk mendapatkan peningkatan layanan yang dikenal dengan istilah *Triple Play Services* yaitu layanan akan akses internet yang cepat, suara (voip) dan video dalam satu infrastruktur pada unit pelanggan.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perbandingan pengimplementasian dari teknologi *passive splitter* baik secara *one stage* maupun *two stage* yang baik untuk diterapkan pada jaringan FTTB di Ujungberung Town Square. Parameter yang digunakan dalam pembandingan ini berupa *Power Link Budget* (PLB), *Rise Time Budget* (RTB), dan *Bit Error Rate* (BER).

Berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi yang sudah dilakukan, pada skenario yang pertama dengan menggunakan splitter 1:32 didapatkan hasil perhitungan daya terima PLB sebesar -26,6393 dB, dan hasil simulasi di *optisystem* sebesar -19,626 dB dari arah *downstream*. Hasil perhitungan daya terima PLB sebesar -12,6173 dB, hasil simulasi di *optisystem* sebesar -5,105 dB dari arah *upstream*. Nilai RTB bernilai kurang dari 0,562 ns untuk pengkodean NRZ dan bernilai kurang dari 0,281 ns untuk pengkodean RZ. BER dengan arah *downstream* mendapat nilai sebesar 3,56002 x 10^{-76} sementara pada arah *upstream* diperoleh nilai sebesar 0.

Kata Kunci : *Fiber To The Building, Multi Ratio Passive Splitter*, GPON.

Abstract

Fiber To The Building (FTTB) is a network architecture of fiber optic cables that distributing fiber optic cables to a building. The development of FTTB itself is inseparable from the progress of the development of fiber optic technology that can replace the use of conventional cables (copper) and also driven by the desire to improve services known as Triple Play Services, namely services that will access fast internet, voice (VoIP) and video in one infrastructure in the customer unit.

The aim of this study to do a comparison of the implementation of passive splitter technology both on one stage and two stages which is good to be applied to FTTB networks in Ujungberung Town Square. The parameters used in this comparison are the Power Link Budget (PLB), Rise Time Budget (RTB), and Bit Error Rate (BER).

Based on the results of calculations and simulations that have been done, in the first scenario using a 1:32 splitter, the PLB calculation of power detector sensitivity results are -26,6393 dB, and the simulation results in the system are -19,626 dB from the downstream direction. The PLB calculation of power detector sensitivity results are -12,6173 dB, the simulation results in the system of -5,105 dB from the upstream direction. RTB value is less than 0.562 ns for NRZ coding and less than 0.281 ns for RZ coding. BER with a downstream direction gets a value of 3,56002 x 10^{-76} while in the upstream direction value of 0 is obtained.

Key Words : Fiber To The Building, Multi Ratio Passive Splitter, GPON.

1. Pendahuluan

Ujungberung Town Square merupakan salah satu tempat perbelanjaan baru yang ada di Bandung. Mall ini memiliki sejumlah outlet pakaian, makanan, aksesoris dan juga tempat hiburan. Sebelumnya, mall ini

sempat menggunakan jaringan akses tembaga yang dinilai cukup lambat dan kurang efisien dalam penggunaan internet. Akses internet cepat digunakan untuk keperluan pemilik outlet dan pengunjung. Oleh karena itu, solusi untuk mendapatkan akses internet cepat yaitu dengan membangun sebuah jaringan optical fiber yang dapat diunggulkan untuk memberikan bandwidth yang besar dan pengiriman data yang cepat dibandingkan dengan teknologi tembaga. Alasan pemilihan lokasi perancangan jaringan di lokasi Ujungberung Town Square disebabkan oleh belum adanya penelitian yang membahas tentang perancangan jaringan fiber to the building (FTTB) di Ujungberung Town Square serta keperluan pengunjung dan pemilik outlet untuk mendapatkan akses internet cepat.

Fiber to the building (FTTB) merupakan salah satu dari teknologi FTTx yang mendistribusikan *fiber optic* ke suatu bangunan atau gedung bertingkat, biasanya titik konversi optik (TKO) berada di ruang telekomunikasi bangunan tersebut (*basement*). FTTB menggunakan teknologi PON dengan layanan *broadband triple play* (Internet & VoIP & IPTv) [1]. PT Telkom Akses sebagai anak perusahaan telekomunikasi dari PT Telkom Indonesia bergerak dalam penyediaan layanan konstruksi optical fiber dalam menyelenggarakan infrastruktur FTTB yang berada di Ujungberung Town Square. Kini daya tarik masyarakat didorong oleh kebutuhan *triple play* yang mendukung layanan akan akses data yang cepat, suara dan video dalam satu infrastruktur yang dapat diaplikasikan dalam mall. Sebelum memakai jaringan fiber optik, Ujungberung Town Square pernah menggunakan jaringan kabel tembaga, dimana memiliki *bandwidth* yang kecil dan kurang efisien dalam mengakses internet dengan cepat dibandingkan dengan jaringan fiber optik[2]. Dalam Proyek Akhir ini, menggunakan teknologi *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) yang merupakan evolusi dari *Passive Optical Network* (PON). Teknologi GPON menggunakan standar ITU.G.984. Teknologi GPON memiliki kecepatan transmisi pada arah *upstream* sebesar 1.244 Gbps dan pada arah *downstream* sebesar 2.488 Gbps dengan jangkauan layanan ke pelanggan hingga 37 km[1]. Teknologi GPON menggunakan teknik *multiple access* TDMA dengan panjang gelombang 1310 nm dan kecepatan *upstream* sebesar 1.2 Gbps, sedangkan di panjang gelombang 1490 nm dan 1550 nm dan kecepatan data pada arah *downstream* sebesar 2.5 Gbps[1]. Pada penelitian sebelumnya, jalur perancangan serat optik pada FTTB hanya dirancang hingga ke titik ODP dan pembagian passive splitter saja.

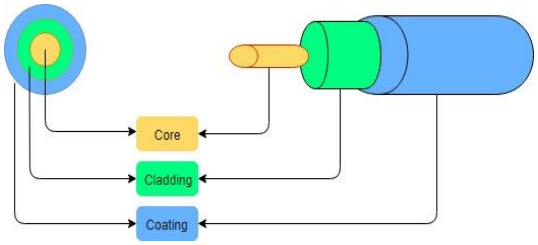
Dalam penelitian proyek akhir ini, dirancangan jaringan FTTB untuk Ujungberung Town Square yang didistribusikan hingga ke titik ONT yang berada di dalam gedung menggunakan tiga skenario, skenario pertama dengan pengaplikasian *one stage* dengan menggunakan *passive splitter* 1:32, skenario kedua dengan pengaplikasian *two stage* dengan menggunakan *passive splitter* 1:4 di ODP dan 1:32 di ODC, skenario ketiga dengan pengaplikasian *two stage* dengan menggunakan *passive splitter* 1:8 di ODP dan 1:16 di ODC. Adapun alasan pemodifikasian penggunaan *passive splitter* rasio 1:4 dan 1:8 menjadi 1:8 dan 1:16, dan melakukan analisis komparatif terhadap *passive splitter* rasio 1:4 dan 1:32 yaitu karena kemampuan serat optik untuk mentransmisikan tiga *wavelength* yang berbeda yang dirancang untuk menghasilkan output dari 32 pelanggan (*home pass*) dengan mengunakan *passive splitter* rasio 1: 4 dan 1: 8 akan menimbulkan masalah karena jumlah banyak *user* yang dihasilkan oleh pembagian *passive splitter* tidak sesuai jumlah banyak *user* pada gedung bertingkat[3]. Perancangan ini dibuat dengan menghitung besar redaman agar sesuai dengan parameter perancangan yang digunakan seperti *Link Power Budget* (LPB), *Rise Time Budget* (RTB), dan BER yang sudah direkomendasi oleh ITU-T G.984 series hingga analisis uji kelayakan sistem dan perbandingan menggunakan simulasi optisystem.

2. Dasar Teori

2.1. Serat Optik

Serat optik merupakan jenis kabel yang transparan terbuat dari kaca atau plastik yang sangat halus dan lebih kecil dari sehelai rambut, yang memiliki kehandalan dibandingkan media transmisi yang terbuat dari bahan logam[4]. Sumber cahaya yang digunakan biasanya adalah laser atau LED. Kabel ini berdiameter lebih kurang 120 mikrometer. Cahaya yang ada di dalam serat optik tidak keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar daripada indeks bias dari udara, karena laser mempunyai spektrum yang sangat sempit. Kecepatan transmisi serat optik sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi.

Dengan perkembangan teknologi, serat optic dapat menghasilkan pelemahan (*attenuation*) kurang dari 20 *decibels* (dB)/km dengan lebar jalur (bandwidth) yang besar, sehingga dapat mentransmisikan data menjadi lebih cepat dibandingan dengan penggunaan kabel berbahan dasar logam[5]. Oleh karena itu, serat optik sangat cocok digunakan dalam pengaplikasi sistem telekomunikasi. Pada dasarnya, prinsip kerja dari serat optik yaitu dengan memantulkan dan membiaskan sejumlah cahaya yang merambat didalamnya[6].



Gambar 2. 1 Serat Optik

2.2 Pengertian FTTX

Fiber to the x (FTTx) merupakan arsitektur jaringan *broadband* yang menggunakan serat optik sebagai media transmisi data menggantikan seluruh atau sebagian kabel metal *local loop* yang digunakan untuk telekomunikasi *last mile.* Fiber optik dapat berupa FTTZ, FTTC, FTTB, dan FTTH. Semua dimulai dengan FTT tapi dibedakan oleh huruf terakhir yang digantikan oleh x pada generalisasi tersebut[7].

2.3 Fiber To The Building

TKO terletak di dalam gedung dan biasanya terletak pada ruang telekomunikasi di *basement* namun juga dimungkinkan diletakkan pada beberapa lantai di gedung tersebut biasanya diterapkan pada *apartement*, *mall*, perkantoran. Terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga *indoor* atau IKR (Instalasi Kabel Rumah)[7].

2.4 Gigabit Passive Optical Network

GPON merupakan teknologi FTTx yang dapat mengirimkan layanan atau *service* sampai ke pelanggan menggunakan media kabel optik. Prinsip kerja dari GPON, ketika data atau sinyal dikirimkan dari *optical line termination* (OLT), maka ada bagian yang bernama *splitter* yang berfungsi untuk membagi daya optik dari satu *input* ke dua atau lebih *output* berupa *opitical network unit* (ONU), untuk ONU sendiri akan memberikan datadata dan sinyal yang diinginkan pelanggan[8].

Tabel 2. 1 Spesifikasi GPON[7]

Items	Deskripsi Target
Performansi Layanan dan QoS	Full Service 919/100 Base-T, Voice, Leased Line
Bit Rates	1,25 Gb/s symmetric dan 15 Mb/s & 622 Mb/s Upstream
Jarak Pencapaian Fisik Maksimum	Max 20 Km dan Max 10 Km
Logical Reach	Max 60 Km (For Ranging Protocol)
Branches	Max 64 pada Layer Fisik Max 128 pada Laya TC
Alokasi Panjang Gelombang	Downstream :1480 – 1500 nm Upstream : 1260 – 1360 nm
Kelas ODN	Kelas A, B dan C (Sama seperti persyaratan B-PON)

2.5 Parameter Kelayakan Perancangan

Parameter yang digunakan untuk kinerja sistem komunikasi optik adalah power link budget, rise time budget dan bit error rate sesuai parameter pada PT Telkom Akses dan ITU T G.984.

2.5.1 Power Link Budget

Power Link Budget adalah parameter yang digunakan untuk mengetahui nilai total redaman yang terjadi selama proses pentransmisian dari sisi sentral hingga sisi penerima. PLB merupakan hasil perhitungan dari gain (penguatan) dan loss yang ada pada suatu pemancar. Gain dapat berasal dari amplifier sedangkan loss dapat disebabkan oleh konektor, media penghantar (kabel, udara, dll), dan dapat pula berasal dari instalasi[7].

$$\alpha_{tot} = L\ .\alpha serat + Nkonektor\ .\alpha konektor + Nsplice\ .\alpha splice + \alpha splitter \quad (2.1)$$

$$P_{Rx} = P_{Tx} - \alpha_{tot} - SM \quad (2.2)$$

$$P_{RX} = P_{TX} - \alpha_{tot} \quad (2.3)$$

$$M = (Pt - \ ) - \alpha_{total} - \mathrm{SM} \quad (2.4)$$

2.5.2 Rise Time Budget

Rise time budget (RTB) merupakan metode 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).* Nilai RTB bisa didapatkan dengan persamaan 2.5 sampai persamaan 2.7 [8]

$$Tr = \frac{70\%}{Br} \quad (2.5)$$

$$T_{total} = D_{mat} \times L \times \sigma \quad (2.6)$$

$$T_{total} = \sqrt{(ttx^2 + tmaterial2 + tmodus2 + trx^2)} \quad (2.7)$$

2.5.3 Bit Error Rate

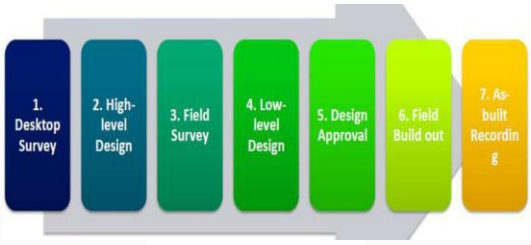
Bit error rate merupakan perbandingan dari jumlah bit yang *error* dengan jumlah bit yang dikirimkan. Data yang diterima harus dapat dibaca dan hanya mengalami sedikit kesalahan. Maka dari itu sinyal dari penerima harus lebih besar daripada *noise*. Daya pada Pr (daya terima) harus lebih besar atau sama dengan Ps (daya sensitivitas). Semakin kecil nilai BER maka semakin baik kondisi suatu jaringan telekomunikasi[8].

$$Bit\ Error\ Rate = \frac{Error\ (Eb)}{Jumlah\ Nomor\ Bit\ (No)} \quad (2.8)$$

3. Perancangan Jaringan

3.1 Blok Diagram Perancangan

Dibawah ini merupakan diagram alur perancangan jaringan fiber to the building di Ujungberng Town Square sesuai dengan alur yang digunakan oleh PT Telkom Akses[9].



Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem[9]

Proses perancangan dimulai dengan metode *desktop survey*. Pada metode ini bertujuan untuk mengumpulkan data dan informasi perancangan jaringan *fiber to the building* di lokasi perancangan. Metode yang kedua yaitu *high level design*, pada metode ini bertujuan untuk melakukan perancangan dengan menggunakan perangkat lunak *optisystem*. Metode yang ketiga dilakukan yaitu *field survey* dimana pada metode ini bertujuan untuk mengumpulka data dari gedung dan menentukan jumlah serta lokasi penempatan perangkat. Metode yang keempat yaitu *low level design* dengan tujuan untuk menyelaraskan data perancangan dengan data survey yang telah dilakukan. Metode yang kelima yaitu *design approval*, pada metode ini bertujuan agar mendapatkan persetujuan design yang akan diterapkan oleh PT Telkom Akses. Metode yang keenam yaitu *field build out* yang bertujuan untuk merealisasikan hasil dari perancangan yang sudah dilakukan. Metode yang ketujuh yaitu *as-built recording*, pada metode ini dilakukan pemantauan perealisasian dari perancangan yang sudah dilakukan sebelumnya[10].

3.2 Pemodelan Sistem

Dalam mendesain jaringan FTTB sangat perlu untuk mengetahui tentang teknologi perangkat aktif, yang digunakan disini yaitu GPON. Pada konfigurasi desain FTTB penempatan splitter pasif dapat diletakkan pada ODF, ODC dan ODP tergantung pada kondisi permintaan. FTTB harus dapat melayani bandwidth Hingga 100 Mbps, dan splitter maksimum yang dapat digunakan yaitu rasio 1:32, sehingga pada perancangan yang akan dibuat menggunakan kombinasi splitter pada instalasi menjadi seperti berikut ini:

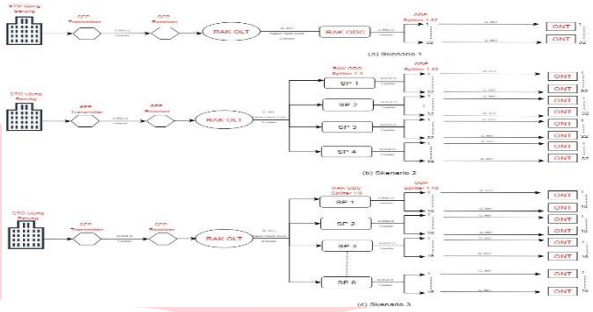
a. Tahap satu menggunakan rasio spliter 1: 32
b. Tahap dua menggunakan kombinasi spliter yaitu 1:4 dan 1:32, 1:8 dan 1:16.

Perancangan jaringan FTTB dapat dilihat pada Gambar 3.1 akan dibuat OLT baru yang terhubung dengan STO terdekat. Hal ini dikarenakan jumlah pelanggan yang banyak mencapai 152 pelanggan yang ada pada gedung tersebut. Untuk membuat desain yang efisien, digunakan SFP *transmitter* yang akan dipasang di STO Telkom Ujungberung dan SFP *receiver* yang akan dipasang pada rak OLT di dalam gedung yang

kemudian disalurkan ke ODC dengan kabel *pathcore* lalu ke ODP dan terhubung ke ONT. SFP adalah perangkat yang digunakan untuk mengirim dan menerima informasi dengan media serat optik untuk mendukung penggunaan OLT dalam gedung[11].

Sinyal informasi dikirimkan dari SPF *receiver* ke rak OLT akan dibagi menjadi beberapa bagian yang ada pada arak OLT tersebut. Rak akan dibuat 2 buah yang digunakan untuk rak OLT dan juga rak ODC. Hal ini bertujuan untuk memudahkan instalasi jaringan yang akan dipakai dan tidak dipakai oleh pengguna. Antara rak OLT dan ODC akan menggunakan fiber optik *patchcore* karena jarak kedua rak tersebut yang dekat. Kedua rak tersebut akan disimpan dalam satu ruangan yag sama.

Sinyal informasi yang dikirimkan oleh rak ODC akan dikirimkan ke *splitter* ODP yang akan dipasang disetiap ruangan di setiap lantainya. Setelah sinyal tersebut melalui ODP, maka fiber optik akan langsung menuju router yang ada di setiap unit dan tempat-tempat yang membutuhkan jaringan internet.



Gambar 3. 2 Model Sistem Perancangan FFTB *Multi Ratio Passive Splitter*

3.3 Lokasi STO Ujungberung

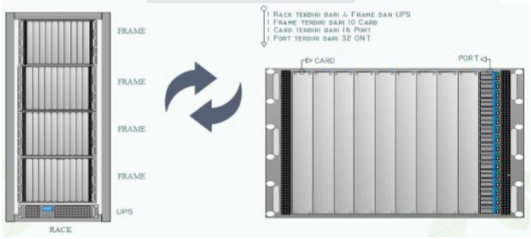
STO yang dipilih yaitu STO terdekat dengan lokasi perancangan yaitu Ujungberung. Sentral Telepon Otomat terdekat yaitu Telkom Ujungberung yang berlokasi di Jl. A.H. Nasution No.252, Cipadung Kulon, Panyileukan, Kota Bandung, Jawa Barat dengan jarak 1,92 kilometer apabila diukur dengan aplikasi google earth. Lokasi dari STO ujungberung ini digunakan untuk membuat jaringan optik untuk keperluan outlet dan pengunjung di Ujungberung Town Square.

Tabel 3. 1 Koordinat Telkom Ujungberung

Nama Lokasi	Latitude	Longitude	Lokasi Pencarian
Telkom Ujungberung	6°55'19.46"S	107°42'33.67"E	6°55'19.46"S, 107°42'33.67"E

3.4 Desain Rak OLT

Rak OLT adalah rak yang digunakan sebagai pemancar ke seluruh pelanggan yang disimpan didalam gedung. Guna membuat desain yang efisien, jumlah ONT yang digunakan harus sesuai dengan pelanggan yang akan menggunakan jaringan fiber optik. Dengan jumlah 152 pelanggan, maka desain rak yang dapat digunakan adalah 1 rak, 1 frame, 1 card dan 1 port atau dapat diilustrasikan dengan Gambar 3.3.



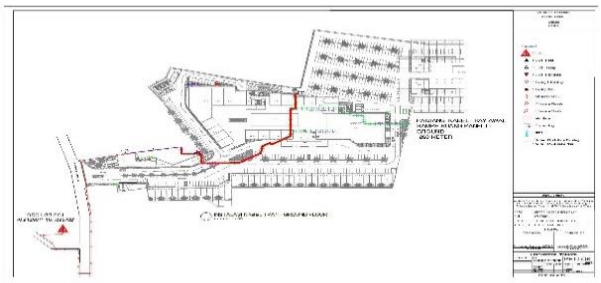
Gambar 3. **3** Rak Diagram OLT (Skenario 1)[10]

Jumlah rak yang digunakan adalah dua buah rak untuk satu rak OLT dan satu rak ODC. Kedua rak dapat menyediakan konektifitas internet seluruh lantai. Melalui jumlah rak yang akan digunakan maka dapat diketahui dimensi minimum ruangan yang akan dialokasikan untuk penyimpanan rak tersebut. Dimensi minimum ruangan adalah tiga kali dari dimensi rak yang digunakan.

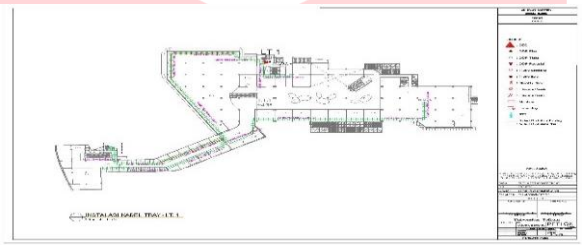
Dimensi minimum ruangan = 3 x Dimensi rak
= (3 x (p x l)) x t
= (3 x (1,040 mm x 1,080 mm)) x 2,013 mm
= (3,120 mm x 3,240 mm x 2013 mm)

3.5 Desain Denah *Fiber to The Building*

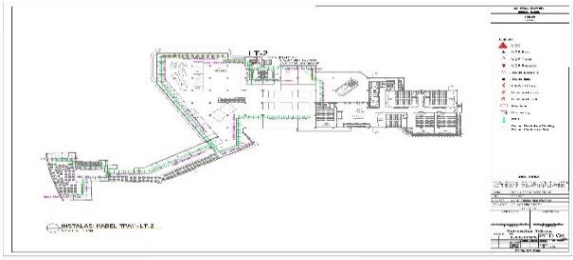
Untuk menggambarkan denah horizontal maka digunakan perangkat lunak Autocad. Gambar horizontal menampilkan setiap denah dengan desain yang berbeda. Denah yang ditampilkan adalah *Ground Floor*, *1st Floor*, *2nd Floor*. Berikut adalah desain jaringan AutoCad pada lantai *Ground Floor – 2nd Floor*.



Gambar 3. 4 Desain Horizontal *Ground Floor*

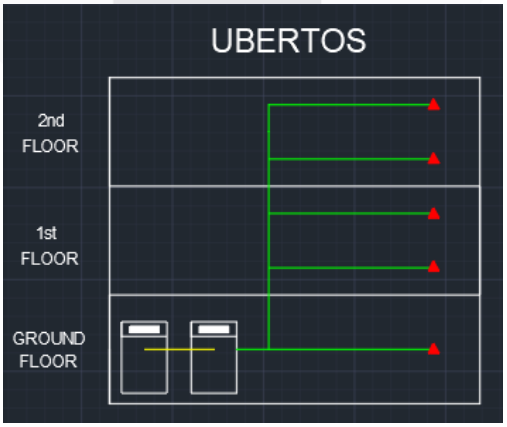


Gambar 3. 5 Desain Horizontal *1st Floor*

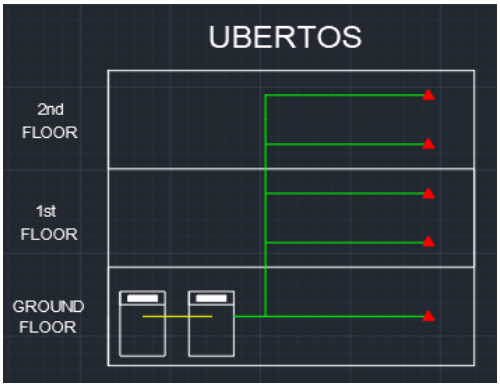


Gambar 3. 6 Desain Horizontal 2nd *Floor*

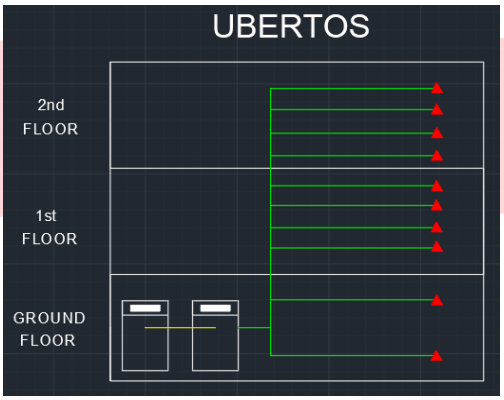
Dengan menggunakan AutoCad pada penggambaran seluruh lantai maka dapat diketahui komponen-komponen yang digunakan. Jumlah ODP dan rak OLT yang digunakan dapat diilustrasikan pada Gambar 3.10, 3.11, 3.12 sebagai berikut.



Gambar 3. 7 Desain Denah *Fiber to the Building* Vertikal (Skenario 1)



Gambar 3. 8 Desain Denah *Fiber to the Building* Vertikal (Skenario 2)



Gambar 3. 9 Desain Denah *Fiber to the Building* Vertikal (Skenario 3)

Tabel 3. 2 Keterangan Perangkat

	1 Buah Rak OLT
	1 Buah Rak ODC
	ODP
	Kabel Patch Core
	Kabel Drop

Dari seluruh desain perlantai dengan contoh pada Gambar 3.7, 3.8, 3.9 dan pada desain vertikal Gambar 3.10, 3.11, 3.12 maka dapat diketahui perangkat yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 3 Kebutuhan Perangkat (Skenario Pertama)

No	Nama Perangkat	Jumlah	Satuan
1.	Kabel Feeder G.652 D	0,06	Km
2.	Kabel Patchcore G.657	0,001	Km
3.	Kabel Drop G.652 D	0,023	Km
4.	ODP Splitter 1:32	5	Buah
5.	OLT	1	Buah
6.	ODC	1	Buah
7.	ONT ZTE 660	152	Buah
8.	SFP-LX Transceiver	1	Buah
9.	Konektor	9	Buah
10.	Sambungan	8	Buah
11.	Rak OLT 19 inci 42U	1	Buah
12.	Rak ODC19 inci 42U	1	Buah
13.	Passive Splitter 1:32 SC APC	2	Buah

Tabel 3.4 Kebutuhan Perangkat (Skenario Kedua)

No	Nama Perangkat	Jumlah	Satuan
1.	Kabel Feeder G.652 D	0,06	Km
2.	Kabel Patchcore G.657	0,001	Km
3.	Kabel Drop G.652 D	0,023	Km
4.	ODP Splitter 1:32	5	Buah
5.	OLT	1	Buah
6.	ODC	1	Buah
7.	ONT ZTE 660	152	Buah
8.	SFP-LX Transceiver	1	Buah
9.	Konektor	9	Buah
10.	Sambungan	8	Buah
11.	Rak OLT 19 inci 42U	1	Buah
12.	Rak ODC19 inci 42U	1	Buah
13.	Passive Splitter 1:4 SPC AC	1	Buah
14.	Passive Splitter 1:32 SPC AC	1	Buah

Tabel 3. 5 Kebutuhan Perangkat (Skenario Ketiga)

No	Nama Perangkat	Jumlah	Satuan
1.	Kabel Feeder G.652 D	0,06	Km
2.	Rak OLT 19 inci 42U	1	Buah
3.	Rak ODC19 inci 42U	1	Buah
4.	ODP Splitter 1:16	10	Buah
5.	OLT	1	Buah
6.	ODC	1	Buah
7.	ONT ZTE 660	152	Buah
8.	SFP-LX Transceiver	1	Buah
9.	Konektor	9	Buah
10.	Sambungan	8	Buah
11.	Kabel Patchcore G.657	0,001	Km
12.	Kabel Drop G.652 D	0,023	Km
13.	Passive Splitter 1:8 SPC AC	1	Buah
14.	Passive Splitter 1:16 SPC AC	1	Buah

3.6 Skenario Pengujian

Parameter kelayakan perancangan dapat ditinjau dari analisa *power link budget*, *rise time budget* dan *bit error rate.*

3.6.1 Power Link Budget Downstream

Perhitungan power link budget dilakukan untuk menentukan total batas redaman diperbolehkan antara daya output pemancar dan sensitivitas penerima. Referensi yang menjadi dasar perhitungan link power budget adalah standar Data yang diterima harus dapat dibaca dan hanya mengalami sedikit kesalahan. Maka dari itu sinyal dari penerima harus lebih besar daripada *noise*. Daya pada Pr (daya terima) harus lebih besar atau sama dengan Ps (daya sensitivitas). Semakin kecil nilai BER maka semakin baik kondisi suatu jaringan telekomunikasi[7].

Diketahui:

Panjang G.657 OLT ke ODC	: 2.51 km
Panjang G.652.D ODC ke ODP terjauh	: 0.06 km
Panjang G.657 ODP ke ONT	: 0,023 km
Jumlah konektor	: 9 buah
Jumlah splitter 1:32 (Skenario 1)	: 1 buah
Jumlah splitter 1:4 (Skenario 2)	: 1 buah
Jumlah splitter 1:32 (Skenario 2)	: 1 buah
Jumlah splitter 1:8 (Skenario 3)	: 1 buah
Jumlah splitter 1:16 (Skenario 3)	: 1 buah
Jumlah sambungan	: 8 sambungan
Redaman G.657 (1490 nm)	: 0,4 dB/km
Redaman G.652.D (1490 nm)	: 0,4 dB/km
Redaman konektor	: 0,3 dB
Redaman sambungan	: 0,1 dB
Redaman Instalasi	: 2,86497 dB
Redaman splitter 1:32 (Skenario 1)	: 17,45 dB
Redaman splitter 1:4 (Skenario 2)	: 7,25 dB
Redaman splitter 1:32 (Skenario 2)	: 17,45 dB
Redaman splitter 1:8 (Skenario 3)	: 10,38 dB
Redaman splitter 1:16 (Skenario 3)	: 14,10 dB

α_{tot} = (L x αserat) + (Nkonektor x αkonektor) + (Nsplice x αsplice) + (Ssplitter) + Red. Instalasi (3.1)
= ((0.002 x 0,4) + (0,083 x 0,4) + (0,051 x 0,4)) + (9 x 0,3) + (8 x 0,1) + (17,45 x 1) + 2,86497
= (0,0008 + 0,0332 + 0,0204) + 2,7 + 0,8 + 17,45 + 2,86497
= 23,8693 dB

Setelah mendapatkan nilai redaman total, maka dapat diketahui nilai daya yang diterima oleh ONT pelanggan.

P_{Rx} = 3,23 dBm
α_{tot} = 23,8693 dB
Safety Margin = 6 dB

P_{Rx} = $P_{Tx} - \alpha_{tot}$ - SM (3.2)
= 3,23 – 23,8693 - 6
= -26,6393 dBm

M = (Pt – Pr (Sensitivitas)) - α_{tot} – SM (3.3)
= (3,23 – (-28)) – 23,8693 – 6
= (3,23 + 28) – 23,8693 – 6
= 31,23 - 23,8693 – 6
= 1,3607 dBm

Tabel 3. 6 Nilai *Power Link Budget Downstream*

No.	Skenario	Perhitungan			Simulasi
		Redaman Total (dB)	Daya Terima (dBm)	Margin Daya (dBm)	Daya Terima (dB)
1.	Skenario 1	23,8693	-26,6393	1,3607	-19,626
2.	Skenario 2	31,1193	-33,8893	-5,8893	-26,820
3.	Skenario 3	30,8993	-33,6693	-5,6693	-26,656

3.6.2 Power Link Budget Upstream

Perhitungan power link budget dilakukan untuk menentukan total batas redaman diperbolehkan antara daya output pemancar dan sensitivitas penerima. Referensi yang menjadi dasar perhitungan link power budget adalah standar ITU-T G-984, menurut peraturan dari PT. Telkom Indonesia jarak yang telah ditentukan tidak lebih dari 20 km sedangkan untuk total redaman tidak boleh lebih dari 28 dB dan sinyal yang diterima tidak boleh kurang dari -28 dBm[12].

Konversi dB ke mW agar bisa dibagi jumlah output port sebanyak 32 port.

Splitter 1:32 = 17,45 dB

10 log x = 17,45

Log x = $\frac{17,45}{10}$

Log x = 1,745

X = $10^{1,745}$

= 55,5904

Hasil dari x dibagi dengan jumlah output port sebanyak 32 port. Hasil disimpan dalam variable z.

X = 55,5904

$\frac{x}{32}$ = $\frac{55,5904}{32}$

Z = 1,7372

Konversi mW ke dB kembali, karena satuan dari redaman splitter adalah dB

X = 10 Log Z

= 10 Log 1,7372

= 10 x 0,2398

= 2,398 dB

Jadi, redaman splitter 1:32 pada upstream adalah 2,398 dB. Adapun konversi redaman pada passive splitter 1:4, 1:8, dan 1:16 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. 7 Nilai Konversi Redaman *Passive Splitter*

No.	Rasio Passive Splitter	Nilai Konversi Redaman (dB)
1.	1 : 4	1,229
2.	1 : 8	1,349
3.	1 : 16	2,058
4.	1 :32	2,398

Berikut merupakan redaman total upstream.

Diketahui:

Panjang G.657 rak OLT ke ODC : 0,002 km
Panjang G.652.D rak ODC ke ODP terjauh : 0,083 km
Panjang G.657 ODP ke ONT : 0,051 km
Jumlah konektor : 9 buah
Jumlah splitter 1:32 (Skenario 1) : 1 buah
Jumlah splitter 1:4 (Skenario 2) : 1 buah
Jumlah splitter 1:32 (Skenario 2) : 1 buah
Jumlah splitter 1:8 (Skenario 3) : 1 buah
Jumlah splitter 1:16 (Skenario 3) : 1 buah
Jumlah sambungan : 8 sambungan
Redaman G.657 (1310 nm) : 0,4 dB/km
Redaman G.652.D (1310 nm) : 0,4 dB/km
Redaman konektor : 0,3 dB
Redaman sambungan : 0,1 dB
Redaman splitter 1 : 32 (Skenario 1) : 2,398 dB
Redaman splitter 1 : 4 (Skenario 2) : 1,229 dB
Redaman splitter 1 : 32 (Skenario 2) : 2,398 dB
Redaman splitter 1 : 8 (Skenario 3) : 1,349 dB
Redaman splitter 1 : 16 (Skenario 3) : 2,058 dB
Redaman Instalasi : 2,86497 dB

α_{tot} = (L x αserat) + (Nkonektor x αkonektor) + (Nsplice x αsplice) + (Ssplitter) + Red. Instalasi (3.4)

= ((0.002 x 0,4) + (0,083 x 0,4) + (0,051 x 0,4)) + (9 x 0,3) + (8 x 0,1) + (2,398 x 1) + 2,86497

= (0,0008 + 0,0332 + 0,0204) + 2,7 + 0,8 + 2,398 + 2,86497

= 8,8173 dB

Setelah mendapatkan nilai redaman total, maka dapat diketahui nilai daya yang diterima oleh ONT pelanggan.

P_{Rx} = 2,2 dBm
α_{tot} = 8,8173 dB
Safety Margin = 6 dB

$P_{Rx} = P_{Tx} - \alpha_{tot} - SM$ (3.5)
= 2,2 – 8,8173 - 6
= -12,6173 dBm

M = (Pt – Pr (Sensitivitas)) - α_{tot} – SM (3.6)
= (2,2 – (-28)) – 8,8173 – 6
= (2,2 + 28) – 8,8173 – 6
= 30,2 - 8,8173 – 6
= 15,3827 dBm

Tabel 3. 8 Nilai *Power Link Budget Upstream*

No.	Skenario	Perhitungan			Simulasi
		Redaman Total (dB)	Daya Terima (dBm)	Margin Daya (dBm)	Daya Terima (dB)
1.	Skenario 1	8,8173	-12,6173	15,3827	-5,105
2.	Skenario 2	10,0463	-13,8463	14.1537	-6,234
3.	Skenario 3	9,8263	-13,6263	14,3737	-5,252

3.6.3 Rise Time Budget Downstream

Rise time budget adalah metode analisa kualitas lebar pulsa yang terjadi pada proses pengiriman sinyal. Metode *rise time budget* yang digunakan adalah NRZ (*Non-Return to Zero*). Untuk mengetahui batas kelayakan jaringan NRZ pada downstream adalah sebagai berikut:

Pengkodean (NRZ) = 70%
Bit rate downlink (Br) = 2,488 GHz
= 2,488 x 10^9 Hz

$Tr = \frac{70\%}{Br}$ (3.7)

$Tr = \frac{0.7}{2{,}488 \ x \ 10^9}$

Tr = 28135048,23 s
Tr = 0,281 ns

Berikut persamaan untuk nilai rise time material dengan variable Tmaterial

Optical Spectrum Bandwidth (σ) = 1 nm
Dispersi material G.652.D ($D_{m\ G\ 657}$) *downlink* = 0,056 ps/nm^2 x km
Dispersi material G.657 ($D_{m\ G\ 657}$) *downlink* = 0,11 ps/nm^2 x km
Panjang G.657 rak OLT ke ODC (L_{OLT}) = 0,002 km
Panjang G.652.D rak ODC ke ODP L (L_{ODC}) = 0,083. km
Panjang G.657 ODP ke ONT (L_{ODP}) = 0,051 km

$T_{material} = D_{mat} \times L \times \sigma$ (3.8)
$= ((L_{OLT} \times D_{mat}) + (L_{ODC} \times D_{mat}) + (L_{ODP} \times D_{mat})) \times \sigma$
= ((0,002 x 0,11) + (0,083 x 0,056) + (0,051 x 0,11)) x 1
= (0,00022 + 0,004648 + 0,00561) x 1
= 0,010478 x 1 = 0,010478 ns
= 0 (karena single mode)

Berikut persamaan untuk mengetahui rise time budget dari perancangan FTTB,

Rise time pengirim (t_{Tx}) = 150 ps = 0,15 ns
Rise time penerima (t_{Rx}) = 250 ps = 0,25 ns
Rise time material (t_{mat}) = 0,010478 ns = 0,010478 ns
Rise time modus (t_{mod}) = 0 = 0

$t_{total} = \sqrt{tTx^2 + tmat^2 + tmod^2 + tRx^2}$ (3.9)
$= \sqrt{0.15^2 + 0{,}010478^2 + 0^2 + 0.25^2}$
$= \sqrt{0.0225 + 0.000109 + 0.0625}$
$= \sqrt{0.0851}$
= 0, 253 ns

Untuk selanjutnya dilakukan perhitungan yang untuk Skenario 1 hingga Skenario 3. Sehingga didapat nilai *rise time budget downstream* untuk Skenario 1 hingga Skenario 3 adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 9 Nilai *Rise Time Budget Downstream*

Skenario	Tmaterial	Ttotal
Skenario 1	0,010478	0, 253
Skenario 2	0,010478	0, 253
Skenario 3	0,010478	0, 253

3.6.4 Rise Time Budget Upstream

Rise time budget adalah metode analisa kualitas lebar pulsa yang terjadi pada proses pengiriman sinyal. Metode *rise time budget* yang digunakan adalah NRZ (*Non-Return to Zero*). Untuk mengetahui batas kelayakan jaringan NRZ pada downstream adalah sebagai berikut:

Pengkodean (NRZ) = 70%

Bit rate downlink (Br) = 1,244 GHz

= 1,244 x 10^9 Hz

$$Tr = \frac{70\%}{Br} \quad (3.10)$$

$$Tr = \frac{0.7}{1{,}244\ x\ 10^9}$$

$$Tr = 56270096{,}46 \text{ s}$$

$$Tr = 0{,}562 \text{ ns}$$

Berikut persamaan untuk nilai rise time material dengan variable Tmaterial

Optical Spectrum Bandwidth (σ) = 1 nm

Dispersi material G.652.D ($D_{m\ G\ 657}$) *downlink* = 0,056 ps/nm^2 x km

Dispersi material G.657 ($D_{m\ G\ 657}$) *downlink* = 0,11 ps/nm^2 x km

Panjang G.657 rak OLT ke ODC (L_{OLT}) = 0,002 km

Panjang G.652.D rak ODC ke ODP L (L_{ODC}) = 0,083. km

Panjang G.657 ODP ke ONT (L_{ODP}) = 0,051 km

$$T_{material} = D_{mat} \text{ x } L \text{ x } \sigma \quad (3.11)$$

$$= ((L_{OLT} \text{ x } D_{mat}) + (L_{ODC \text{ x}} D_{mat}) + (L_{ODP \text{ x}} D_{mat})) \text{ x } \sigma$$

$$= ((0{,}002 \text{ x } 0{,}11) + (0{,}083 \text{ x } 0{,}056) + (0{,}051 \text{ x } 0{,}11)) \text{ x } 1$$

$$= (0{,}00022 + 0{,}004648 + 0{,}00561) \text{ x } 1$$

$$= 0{,}010478 \text{ x } 1 = 0{,}010478 \text{ ns}$$

$$= 0 \text{ (karena single mode)}$$

Berikut persamaan untuk mengetahui rise time budget dari perancangan FTTB,

Rise time pengirim (t_{Tx}) = 150 ps = 0,15 ns

Rise time penerima (t_{Rx}) = 250 ps = 0,25 ns

Rise time material (t_{mat}) = 0,010478 ns = 0,010478 ns

Rise time modus (t_{mod}) = 0 = 0

$$t_{total} = \sqrt{tTx^2 + tmat^2 + tmod^2 + tRx^2} \quad (3.12)$$

$$= \sqrt{0.15^2 + 0{,}010478^2 + 0^2 + 0.25^2}$$

$$= \sqrt{0.0225 + 0.000109 + 0.0625}$$

$$= \sqrt{0.0851}$$

$$= 0{,}253 \text{ ns}$$

Untuk selanjutnya dilakukan perhitungan yang untuk Skenario 1 hingga Skenario 3. Sehingga didapat nilai *rise time budget downstream* untuk Skenario 1 hingga Skenario 3 adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 10 Nilai *Rise Time Budget Downstream*

Skenario	Tmaterial	Ttotal
Skenario 1	0,010478	0, 253
Skenario 2	0,010478	0, 253
Skenario 3	0,010478	0, 253

3.6.5 Bit Error Rate Downstream dan Upstream

Dalam menentukan kualitas transmisi, digunakan parameter *bit error rate* yang didapatkan dari parameter S/N (*Signal to Noise Ratio*). S/N adalah perbadingan antara sinyal yang diterima dengan *noise* pada sisi penerima. Analisa BER dilakukan untuk mengetahui apakah jaringan yang telah dirancang dapat memenuhi strandar dari minimal nilai BER yang telah ditentukan yaitu 10^{-9}. Berikut merupakan nilai BER dari hasil simulasi dengan menggunakan aplikasi *optisystem*.

Tabel 3. 11 Perhitungan BER *Downstream* dengan *Optisystem*

No	Skenario	Hasil Simulasi	Perbandingan	Standar Kelayakan
1.	Skenario 1	$3{,}56002 \times 10^{-76}$	<	10^{-9}
2.	Skenario 2	$4{,}09386 \times 10^{-15}$	<	10^{-9}
3.	Skenario 3	$1{,}69178 \times 10^{-20}$	<	10^{-9}

Tabel 3. 12 Perhitungan BER *Upstream* dengan *Optisystem*

No	Skenario	Hasil Simulasi	Perbandingan	Standar Kelayakan
1.	Skenario 1	0	<	10^{-9}
2.	Skenario 2	0	<	10^{-9}
3.	Skenario 3	0	<	10^{-9}

4. *Analisa Pengujian*

4.1 Analisa Kebutuhan *Bandwidth*

PT Telkom Akses dapat memberikan *bandwidth* yang dibutuhkan oleh Ujungberung Town Square sesuai dari kesepakatan yang telah disetujui. Dari 152 unit yang membutuhkan layanan internet akan diberikan layanan *triple play* dengan kebutuhan *bandwidth* sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Kebutuhan *Bandwidth Triple Play*

Jenis Layanan	Bandwidth (Mbps)
IPTV (*Usee* TV)	1
VoIP (*Fixed Phone*)	3
Data	0,512
Total	4,512 Mbps/ Unit

Bandwidth yang dibutuhkan untuk seluruh unit adalah sebagai berikut:

$$152\ unit\ x\ 4{,}512\ Mbps = 680{,}824 \text{ Mbps} \simeq 1 \text{ Gbps}$$

Maka *bandwidth* yang dibutuhkan untuk layanan *triple play* di Ujungberung Town Square adalah 1 Gbps. Besar *bandwidth* yang telah ditentukan adalah besar *bandwidth* minimum yang didapatkan oleh setiap unit. Dengan *bandwidth* sebesar 1 Gbps maka setiap unit mendapatkan layanan *Usee* TV, *fixed phone* dan *fixed broadband internet.*

Dengan jumlah ODP pada skenario 1 dan 2 sebanyak 5 ODP, dan jumlah ODP pada skenario 3 sebanyak 10 ODP maka dibutuhkan sebanyak 5 core skenario 1 dan 2, dan 10 core pada skenario 3 untuk kebutuhan instalasi jaringan fiber optik. Dengan implementasi *link downstream* sebesar 2,488 Gbps pada skenario 1 dengan *splitter* 1:32 maka setiap unit dapat meningkatkan lebar *bandwidth* sebesar:

$$\frac{2{,}488\ Gbps}{32} = 0{,}07775\ Gbps$$

Jadi setiap unit di Ujungberung Town Square dapat meningkatkan lebar *bandwidth* sebesar 0.07775 Gbps atau sebesar 77.75 Mbps setiap unit.

Dengan implementasi *link downstream* sebesar 2,488 Gbps pada skenario 2 dengan *splitter* 1:4 maka setiap unit dapat meningkatkan lebar *bandwidth* sebesar:

$$\frac{2{,}488\ Gbps}{4} = 0{,}622\ Gbps$$

Jadi setiap unit di Ujungberung Town Square dapat meningkatkan lebar *bandwidth* sebesar 0,622 Gbps atau sebesar 622 Mbps setiap unit.

Dengan implementasi *link downstream* sebesar 2,488 Gbps pada skenario 3 dengan *splitter* 1:8 maka setiap unit dapat meningkatkan lebar *bandwidth* sebesar:

$$\frac{2{,}488\ Gbps}{8} = 0{,}311\ Gbps$$

Jadi setiap unit di Ujungberung Town Square dapat meningkatkan lebar *bandwidth* sebesar 0,311 Gbps atau sebesar 311 Mbps setiap unit.

4.2 Analisis Kelayakan Jaringan

Setelah merancang jaringan distribusi Optical Kabinet (ODC) ke Titik Distribusi Optical (ODP) dengan teknologi GPON, langkah berikutnya adalah untuk menganalisis kelayakan jaringan tersebut telah dirancang. Analisis kelayakan ini menggunakan parameter *Power Link Budget*, *Rise Time Budget*, dan *Bit Error Rate.*

4.2.1 *Power Link Budget*

Perhitungan *power link budget* dilakukan untuk menentukan total batas redaman diperbolehkan antara daya output pemancar dan sensitivitas penerima. Referensi yang menjadi dasar perhitungan *link power budget* adalah standar ITU-T G-984, menurut peraturan dari PT Telkom Indonesia jarak maksimal yang telah ditentukan tidak boleh lebih dari 20 km sedangkan untuk total redaman tidak boleh lebih dari 28 dB, sedangkan sinyal yang diterima tidak boleh kurang dari -28 dBm[12].

Berikut *power link budget downstream* untuk skenario 1 sampai 3 dari hasil perhitungan manual dengan persamaan 3.1 sampai 3.3 dan hasil simulasi menggunakan *optisystem*:

Tabel 4. 2 Analisa Perhitungan PLB *Downsream*

No.	Skenario	Perhitungan			Simulasi	Keterangan Maks (-28 dBm)
		Redaman Total (dB)	Daya Terima (dBm)	Margin Daya (dBm)	Daya Terima (dB)	
1.	Skenario 1	23,8693	-26,6393	1,3607	-19,626	Layak
2.	Skenario 2	31,1193	-33,8893	-5,8893	-27,020	Tidak Layak
3.	Skenario 3	30,8993	-33,6693	-5,6693	-26,656	Tidak Layak

Adapun analisa dari nilai *power link budget downstream* pada table 4.2 dari ketiga skenario yang sudah dirancang, skenario satu memiliki nilai daya terima baik pada perhitungan maupun simulasi *optisystem* memiliki nilai <-28 dBm sehingga dianggap dapat mentransmisikan sinyal atau data dengan baik dan dianggap layak untuk diterapkan pada Ujungberung Town Square. Pada skenario dua dan tiga memiliki nilai daya terima pada perhitungan >-28 dBm dan nilai daya terima pada simulasi *optisystem* <-28 dBm sehingga dianggap tidak layak untuk diterapkan pada Ujungberung Town Square.

Berikut *power link budget upstream* untuk skenario 1 sampai 3 dari hasil perhitungan manual dengan persamaan 3.4 sampai 3.6 dan hasil simulasi menggunakan *optisystem*:

Tabel 4. 3 Analisa Perhitungan PLB *Upstream*

No.	Skenario	Perhitungan			Simulasi	Keterangan Maks (-28 dBm)
		Redaman Total (dB)	Daya Terima (dBm)	Margin Daya (dBm)	Daya Terima (dB)	
1.	Skenario 1	8,8173	-12,6173	15,3827	-5,105	Layak
2.	Skenario 2	10,0463	-13,8463	14.1537	-6,234	Layak
3.	Skenario 3	9,8263	-13,6263	14,3737	-6,014	Layak

Adapun analisa dari nilai *power link budget downstream* pada table 4.3 dari ketiga skenario yang sudah dirancang, skenario satu memiliki nilai daya terima baik pada perhitungan maupun simulasi *optisystem* memiliki nilai <-28 dBm sehingga dianggap dapat mentransmisikan sinyal atau data dengan baik dan dianggap layak untuk diterapkan pada Ujungberung Town Square.

4.2.2 *Rise Time Budget*

Rise Time Budget adalah perhitungan link optik berdasarkan pada dispersi yang terjadi pada *link*. *Rise time budget* terjadi karena keterbatasan sumber optik yang tidak dapat langsung aktif ketika sinyal menyala. Ada empat elemen dasar yang membatasi kecepatan sistem, yaitu, *rise time* pemancar T_{tx}, *rise time* dispersi material (material) serat optik T_{mat}, *rise time* dispersi intermodal T_{mod}, dan *rise time* penerima T_{Rx}. *Rise Time Budget* memiliki dua jenis pengkodean yaitu NRZ (*Non Return to Zero*) dan RZ (*Return to Zero*).

Berikut *rise time budget downstream* untuk skenario 1 sampai 3 dari hasil perhitungan manual dengan persamaan 3.7 sampai 3.9 sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Perhitungan RTB *Downstream*

No	Skenario	Rise Time Budget	Perbandingan	RZ	Keterangan
1.	Skenario 1	0,253	<	0,281	Layak
2.	Skenario 2	0,253	<	0,281	Layak
3.	Skenario 3	0,253	<	0,281	Layak

Adapun analisa dari nilai *rise time budget downstream* pada tabel 4.4, dari ketiga skenario yang sudah dirancang seluruh perancangan memiliki nilai kurang dari nilai batas RZ sebesar 0,281, sehingga dianggap memiliki performansi jaringan yang baik secara keseluruhan dan mampu memenuhi kapasitas kanal sehingga dianggap layak untuk diterapkan pada Ujungberung Town Square.

Berikut *power link budget upstream* untuk skenario 1 sampai 3 dari hasil perhitungan manual dengan persamaan 3.10 sampai 3.12 sebagai berikut:

Tabel 4. 5 Perhitungan RTB *Upstream*

No	Skenario	Rise Time Budget	Perbandingan	RZ	Keterangan
1.	Skenario 1	0,253	<	0,562	Layak
2.	Skenario 2	0,253	<	0,562	Layak
3.	Skenario 3	0,253	<	0,562	Layak

Adapun analisa dari nilai *rise time budget downstream* pada tabel 4.5, dari ketiga skenario yang sudah dirancang seluruh perancangan memiliki nilai kurang dari nilai batas NRZ sebesar 0,562, sehingga dianggap memiliki performansi jaringan yang baik secara keseluruhan dan mampu memenuhi kapasitas kanal sehingga dianggap layak untuk diterapkan pada Ujungberung Town Square.

4.2.3 *Bit Error Rate*

Perhitungan *Bit Error Rate* pada perancangan ini didapatkan dari hasil simulasi menggunakan *software optisystem*. Spesifikasi perangkat yang digunakan pada simulasi disesuaikan dengan spesifikasi perangkat aslinya sehingga didapatkan hasil simulasi mendekati nilai perangkat *real*. Simulasi dilakukan pada ketiga skenario pada jarak terjauh, baik itu arah *upstream* maupun arah *downstream.*

Berikut *bit error rate downstream* untuk skenario 1 sampai 3 berdasarkan hasil simulasi menggunakan *optisystem*:

Tabel 4. 6 Perhitungan BER *Downstream dengan Optysistem*

No.	Skenario	Hasil Simulasi	Perbandingan	Standar Kelayakan	Keterangan
1.	Skenario 1	$3{,}56002 \times 10^{-76}$	<	10^{-9}	Layak
2.	Skenario 2	$4{,}09386 \times 10^{-15}$	<	10^{-9}	Layak
3.	Skenario 3	$1{,}69178 \times 10^{-20}$	<	10^{-9}	Layak

Adapun analisa dari nilai *bit error rate downstream* pada tabel 4.6, dari ketiga skenario yang sudah dirancang seluruh perancangan memiliki nilai kurang dari standar kelayakan sebesar 10^{-9}, tetapi skenario satu memiliki nilai paling kecil sebesar 10^{-76}, sehingga dianggap mengalami paling sedikit kesalahan data pada saat pengiriman dan dianggap layak untuk diterapkan pada Ujungberung Town Square.

Berikut *bit error rate upstream* untuk skenario 1 sampai 3 berdasarkan hasil simulasi menggunakan *optisystem*:

Tabel 4. 7 Perhitungan BER *Upstream* ***dengan Optisystem***

No.	Skenario	Hasil Simulasi	Perbandingan	Standar Kelayakan	Keterangan
1.	Skenario 1	0	<	10^{-9}	Layak
2.	Skenario 2	0	<	10^{-9}	Layak
3.	Skenario 3	0	<	10^{-9}	Layak

Adapun analisa dari nilai *bit error rate downstream* pada tabel 4.7, dari ketiga skenario yang sudah dirancang seluruh perancangan memiliki nilai kurang dari standar kelayakan sebesar 10^{-9} yaitu sebesar 0 (nol), sehingga dianggap tidak mengalami kesalahan data pada saat pengiriman dan dianggap layak untuk diterapkan pada Ujungberung Town Square.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan beberapa analisis simulasi untuk *multi ratio passive splitter*, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan penelitian terhadap analisis kelayakan jaringan dan perbandingan pengaplikasian *passive splitter one stage* 1:32, *two stage* 1:4 dan 1:32, serta 1:8 dan 1:16, dapat diketahui bahwa penerapan skenario 1 dengan menggunakan *passive splitter* dengan rasio 1:32 memiliki nilai dari ketiga parameter lebih baik dibandingkan skenario yang lainnya.

2. Berdasarkan pada skenario 1 menyatakan bahwa nilai *power link budget downstream* masuk dalam kategori layak. Hasil nilai berdasarkan perhitungan manual adalah -26,6393 dBm sedangkan hasil sumulasi dengan optisystem adalah -19,626 dBm. Sedangkan berdasarka pada skenario 1 menyatakan bahwa nilai *power link budget upstream* masuk dalam kategori layak. Hasil nilai berdasarkan perhitunan manual adalah -12,6173 dBm sedangkan hasil sumulasi dengan optisystem pada adalah -5,105 dBm. Hasil yang didapatkan dari persamaan dan simulasi dengan optisystem kurang dari sama dengan -28 dBm. Maka jaringan *fiber to the building* desain skenario 1 dengan menggunakan *passive splitter* rasio 1:32 pada Ujungberung Town Square dilihat dari parameter *power link budget downstream* dan *upstream* layak untuk digunakan karena bernilai < -28 dB sehingga layak untuk diterapkan.
3. Nilai rise time budget *non-return to zero* pada sisi *upstream* dan *downstream* ditunjukan pada pada skenario 1, pada skenario 2, pada skenario 3. Nilai downstream yang didapatkan adalah 0.253 ns nilai upstream adalah 0.253 ns. Standar kelayakan rise time budget adalah 70% atau 0.281 ns pada downstream (2.5 GHz) dan 0.562 ns disisi upstream (1.25 GHz). Desain skenario 1 dengan menggunakan 1:32 masih memenuhi kriteria dengan nilai rise time budget yang bernilai 0,562 ns untuk pengkodean NRZ dan 0,281 ns untuk pengkodean RZ. Sehingga RTB pada semua skenario dapat dianggap baik.
4. Parameter bit error rate untuk standar instalasi jaringan fiber optik adalah kurang dari 10^{-9}. Pada desain skenario 1 dengan menggunakan 1:32 masih memenuhi kriteria dengan *Bit Error Rate* (BER) untuk arah *downstream* sebesar 3,56002 x 10^{-76} dan untuk arah *upstream* sebesar 0 yang menandakan simulasi ideal, maka desain jaringan *fiber to the building* pada Ujungberung Town Square dilihat dari parameter *bit error rate* layak untuk digunakan karena dinilai ideal dan dapat memenuhi kebutuhan dalam mengakses internet dengan cepat.
5. Dari hasil perancangan penulis merekomendasikan dalam penggunaan skenario 1 dengan menggunakan *passive splitter* dengan rasio 1:32, karena memiliki nilai dari ketiga parameter yang lebih baik dibandingkan dua skenario yang lain.

5.2 Saran

Untuk meningkatkan penelitian di masa depan, ada beberapa saran yang ditujukan untuk meningkatkan sistem:

1. Melakukan analisis terhadap biaya, yang dibutuhkan untuk biaya investasi yang dibutuhkan untuk dilakukannya perbandingan.
2. Melakukan analisis terhadap beberapa parameter lain jika lokasi FTTB melebihi standart yang ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] T. N. Damayanti and H. Putri, "*Performance Comparison of Transmissio*n," pp. 356–368, 2016.

[2] A. B. Dina, R. Munadi, and A. Hambali, "Perancangan Arsitektur Jaringan *Fiber To the Building* (FTTB) Dengan Teknologi *Gigabit Ethernet Passive Optical Network* (GEPON) Di National Brain Centre Cawang," *Telkom Univ.*, pp. 1–10, 2013.

[3] E. S. Sugesti and S. Naning, *"Techno Economy Design and Analysis of Optical Multi Ratio Splitter FTTB for Triple Play Services,"* p. 9, 2012.

[4] A. Hanafiah R, "Teknologi Serat Optik," J. Sist. Tek. Ind., vol. 7, no. 1, pp. 87–91, 2006.

[5] I. Yoslan et al., *"Design* dan Optimasi Jaringan Jaringan Akses *Fiber To The Home* (FTTH) dengan Teknologi *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) di Kota Bandung," 2017.

[6] A. Marzuki, "Serat optik," pp. 3–5, 1968.

[7] C. R. Ridwan, A. Mulyana, S.T., M.T., and Awaluddin, "Perancangan Jaringan Akses *Fiber To The HOme* (FTTH) dengan Teknologi *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) di Perumahan Permata Green Sentosa Depok," 2013.

[8] Keiser and Gerard, *"Optical Fiber Communication, 3rd ed,"* McGraw-Hill, Singapore.

[9] P. T. Akses, "*Modul Overview, Design and Survey*," 2012.

[10] L. Fauzi, H. Putri S.T., M.T., and B. Uripno S.Stat, "Desain Jaringan *Fiber To The Building* pada *High Rise Building* di Bandung Technoplex Living Apartement," pp. 1–8, 2017.

[11] Superxon, "GPON OLT Class B + SFP *Transceiver* SOGP4321-PSIGB," pp. 1–10.

[12] D. Ulfa Safitri, R. Munadi, and H. Walidainy, "Analisis Kualitas Jaringan Akses Indihome untuk Teknologi GPON fdan MSAN di STO Darussalam," vol. 1, no. 3, pp. 27–34, 2016.