

Feasibility Analysis of FTTH Network Design with Link Budget and Rise Time Budget Methods

Maria Ulfah *

Electrical Departement, Politeknik Negeri Balikpapan,
Indonesia

maria.ulfah@poltekba.ac.id

*Corresponding author

Andi Sri Irtawaty

Electrical Departement, Politeknik Negeri Balikpapan,
Indonesia

andi.sri@poltekba.ac.id

Submitted: 2025-05-30; Accepted: 2025-06-04; Published: 2025-06-05

Abstract— This research is about the design of FFTH network with GPON technology in Nirmala Residence housing in Balikpapan. The activities of housing residents who in the future will do a lot of digital services such as triple play (voice, data, video), a reliable internet network is needed. It is necessary to develop a Fiber to The Home (FTTH) network as an ICT facility that has high reliability because it uses fiber optic cable transmission media. In FTTH design it is necessary determining the location of ODC and ODP and feasibility analysis through link power budget calculation, rise time budget. This design uses 1 ODC and 6 ODPs spread across the cluster area. The calculation of the total loss value meets the eligibility standard of <28 dB in both the uplink and downlink directions of 21.957 dB and 22.1556 dB. The results of the link power budget calculation for uplink and downlink are -16,957 dBm dBm and -17.1556 dBm. The rise time values for upstream and downstream are 0133672 ns and 0.29 ns. The results of this calculation meet the required values so that the network design can be implemented.

Keywords—FTTH, Fiber Optik, ODC, ODP, ONT

I. PENDAHULUAN

Perumahan Nirmala Residence merupakan perumahan yang dikembangkan di wilayah Balikpapan Utara yang strategis dekat dengan gerbang tol yang memudahkan mobilitas penghuni, dekat dengan fasilitas penting seperti puskesmas Karang joang, sarana pendidikan perguruan tinggi kampus ITK, Poltekba, STT Migas serta kemudahan akses ke Kawasan Industri Kariangau yang dapat menjadi daya tarik untuk memiliki hunian pada perumahan ini.

Untuk menunjang fasilitas dibidang Teknologi dan Informasi (TIK) bagi penghuni perumahan maka diperlukan jaringan infrastruktur internet. *Teknologi Fiber To The Home (FTTH)* cocok dikembangkan pada lokasi perumahan untuk menjawab solusi infratraktur TIK karena menawarkan berbagai manfaat seperti dalam hal kecepatan dan keandalan internet. Teknologi FTTH mendukung layanan internet untuk berbagai aktivitas *triple play (voice, video, data)* (Mauludy Muttaqin, et al.; Dunggio et al., 2021) yang dibutuhkan penghuni rumah, mulai dari streaming, game online, hingga bekerja atau belajar jarak jauh dan aktifitas digital lainnya.

Penggunaan media transmisi fiber optik pada jaringan FTTH memberikan bandwidth yang besar, loss dan biaya rendah, ringan, tahan terhadap gangguan elektromagnetik, dan berbagai gangguan lainnya (noise) (G.P. Agrawal, 2010)

Beberapa penelitian yang terkait kebutuhan perancangan jaringan FFTH pada kawasan perumahan seperti (Dunggio et al., 2021) pada penelitian ini dilakukan perancangan jaringan FTTH di perumahan Griya Dulomo Indah hingga pengujian kelayakan hasil rancangan tersebut melalui perhitungan parameter Link Power Budget dan Rise Time Budget dengan link power budget didapatkan nilai redaman terjauh sebesar 21,58605 dB, dan rise time budget didapatkan nilai tertinggi sebesar 0,263396244 (0,27 ns) yang memenuhi kelayakan perancangan.

Penelitian (Alfarizi et al., 2015) melakukan perancangan FFTH pada Perumahan Buah Batu Square Bandung yang menghasilkan perhitungan *Link Budget* atau total loss sebesar 21,835 dB yang masih berada di bawah standar GPON sesuai ITU-T G.984 sebesar 28 dB. Selanjutnya penelitian (Ridho et al., 2020) melakukan perancangan FFTH pada perumahan Kampung Islam Thoyibah dari hasil analisis perancangan didapatkan Nilai *link power budget* untuk uplink dan downlink masing-masing sebesar -22,792 dBm dan -23,120 dBm. Nilai *rise time* untuk *uplink* dan *downlink* sebesar 0,256 ns dan 0,258 ns yang menunjukkan bahwa perancangan telah memenuhi parameter yang dipersyaratkan sehingga jaringan yang diusulkan dapat diimplementasikan.

Penelitian (Sari et al., 2015) ini melakukan perancangan FFTH pada perumahan pesona ciwastra village bandung, meliputi penentuan jalur dan peletakkan serta dilakukan pengujian kelayakan rancangan FTTH yang dibuat melalui parameter *power link budget* dan rise time budget dengan hasil arah *downlink* masing-masing parameter menghasilkan nilai Pr=- 23.8683 dBm, *rise time* total sebesar 0.2514 ns dan arah *uplink* masing-masing parameter menghasilkan nilai Pr sebesar -23.9913 dBm, *rise time* total sebesar 0.25 ns.

Banyaknya penelitian yang mengambil tema terkait perancangan jaringan FTTH pada kawasan perumahan menunjukan bahwa teknologi FFTH sesuai dibangun untuk menunjang aktifitas infrastruktur TIK *triple play (data, voice, video)* para penghuni yang ada perumahan tersebut.

Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian berfokus pada desain rancangan jaringan FTTH pada perumahan Nirmala Residence Balikpapan yang dimulai dari penentuan batas wilayah yang akan didesain, penentuan penempatan ODC, OLT serta dilakukan pengujian kelayakan terhadap desain rancangan tersebut melalui parameter *Link Power Budget* dan *Rise Time Budget* untuk mengetahui apakah rancangan FTTH yang diteliti ini bisa diimplementasi di lapangan atau tidak.

Manfaat penelitian yang dibuat ini diharapkan dapat menjadi alternatif desain rancangan FTTH yang nantinya bisa diimplementasikan pada wilayah Nirmala untuk menunjang keperluan fasilitas TIK yang ada pada perumahan agar penghuni rumah mendapatkan koneksi internet dan layanan digital.

II. KAJIAN LITERATUR

A. Jaringan Fiber To The Home (FTTH)

Jaringan Fiber To The Home (FTTH) adalah jaringan telekomunikasi memakai medium transmisi serat optik (fiber optic) untuk menyambungkan dari sentral layanan ke segmen pelanggan (Muharor *et al.*, 2019; Safrianti & Sari, 2016; Susilo *et al.*, 2018; Topani & Damayantu, 2017; Dunggio *et al.*, 2021). Kelebihan jaringan FTTH meliputi (Prayoga & Sani, 2023):

1. Kecepatan Tinggi: FTTH mampu menyediakan kecepatan internet yang sangat tinggi, mendukung aplikasi yang sangat penting untuk aplikasi dengan bandwidth besar, seperti streaming video, video conference.
2. Kapasitas Lebih Besar: Serat optik memiliki kapasitas yang lebih besar dibanding kabel tembaga, sehingga bisa mengirimkan data yang lebih banyak dan lebih cepat.
3. Kualitas Sinyal yang Tinggi: Serat optik lebih sedikit rentan terhadap gangguan elektromagnetik dan interferensi, sehingga menyediakan kualitas sinyal yang tinggi dan koneksi yang lebih stabil.
4. Jarak Jauh: Sinyal cahaya dapat mentransmisikan data melalui jarak yang lebih jauh tanpa kehilangan kualitas sinyal.
5. Skalabilitas: FTTH dapat dengan mudah ditingkatkan dan diperluas untuk memenuhi kebutuhan tambahan bandwidth di masa depan.

Pada Gambar 1 diperlihatkan arsitektur jaringan FTTH (Dunggio *et al.*, 2021; Yustini, 2021) sebagai berikut:

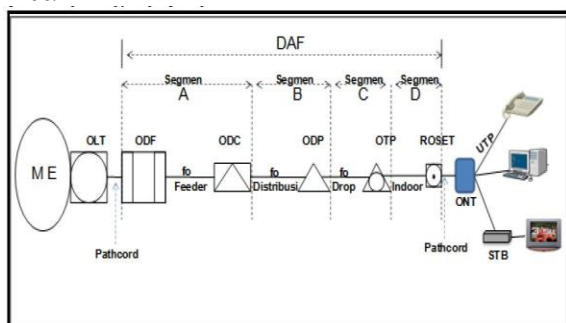


Figure 1. FTTH Network Architecture

Dari Gambar 1 terlihat pada arsitektur FTTH terdapat jaringan telekomunikasi dari OLT (Optical Line Termination) hingga ke ONT (Optical Network Terminal). Pada Gambar 1 terdapat Segmen Jaringan Fiber To The Home (FTTH) (Prayoga & Sani, 2023) yakni:

1. Segmen A dimulai dari Optical Distribution Frame (ODF) ke Optical Distribution Cabinet (ODC) yang dihubungkan dengan kabel feeder. Bagian ini memiliki panjang maksimal 20 Km dan umumnya instalasi dibawah tanah.
2. Segmen B dimulai dari Optical Distribution Cabinet (ODC) hingga ke Optical Distribution Point (ODP) yang dihubungkan dengan kabel distribusi. Untuk instalasinya bisa memakai instalasi bawah tanah maupun udara.
3. Segmen C merupakan segmen kabel Drop, dimulai dari Optical Distribution Point (ODP) hingga ke Optical Termination Premises (OTP). Segmen ini peralihan dari kabel bawah tanah ke kabel udara.
4. Segmen ini merupakan segmen kabel Indoor, dimulai dari Optical Termination Premises (OTP) sampai ke Optical Network Termination (ODP)

Berikut penjelasan fungsi dari komponen yang ada pada figure 1 (Hidayat *et al.*, 2022):

1. OLT (Optical Line Termination)

OLT adalah perangkat dengan teknologi GPON (*Gigabit Passive Optical Network*) yang memakai konversi dari sinyal listrik ke sinyal optik, dengan memakai jalur optik sebagai terminasi sebagai akhir dari layanan jaringan optik dapat dilihat pada Gambar 2.



Figure 2. OLT (Hidayat *et al.*, 2022)

2. ODC (*Optical Distribution Cabinet*) (Yustini *et al.*, 2021)

ODC adalah suatu perangkat pasif yang berada diluar STO yang berfungsi sebagai tempat untuk melakukan proses instalasi sambungan jaringan optik single mode. ODC dapat dilihat pada Gambar 3.



Figure 3. ODC

3. ODP (Optical Distribution Point)

ODP merupakan perangkat pasif dengan peran yakni terminasi kabel sebelum menuju ke rumah pelanggan (Yustini et al., 2021). Ditinjau dari lokasi atau tempat pemasangannya ODP dapat dibagi menjadi 3 jenis yaitu ODP wall, ODP Pedestal dan ODP Clousure (Alfarizi et al., 2015).

- a. ODP Wall / On Pole adalah jenis ODP yang dipasang di dinding atau juga bisa dipasang diatas tiang yang instalasi kabel drop atas tanah (aerial). OPW Wall dapat dilihat pada Gambar 4.



Figure 4. ODP Wall (Moh. Fatkuroji et al., 2019)

- b. ODP Pedestal, dipasang diatas permukaan tanah, digunakan untuk pemasangan kabel drop bawah tanah memakai pelindung pipa pvc 2 cm. ODP Pedestal dapat dilihat pada Gambar 5.



Figure 5. ODP Pedestal (Moh. Fatkuroji et al., 2019)

- c. ODP Closure, jenis ini fleksibel bisa diinstalasi didekat tiang, atau dipasang diantara dua tiang (pada kabel distribusi aerial)



Figure 6. ODP Closure (Moh. Fatkuroji et al., 2019)

4. ONT (Optical Network Terminal)

ONT yakni suatu perangkat aktif yang dipasang disisi pelanggan, untuk mengubah sinyal optik menjadi sinyal elektrk. Output dari ONU/ONT merupakan layanan telepon, data dan internet, serta CATV/IPTV (Yustini et al., 2021; Yasyir, 2015). ONT dapat dilihat pada Gambar 7.



Figure 7. ONT (Moh. Fatkuroji et al., 2019)

5. OTP (Optical Terminal Premises)

OTP yang mempunyai fungsi (Moh. Fatkuroji, Govindo Adnan, Dwi Wahyu Handoyo, Mely Syafira, 2019) :

- a. Titik terminasi atau titik tambat akhir dari kabel drop.
- b. Tempat sambungan core optik / peralihan dari kabel outdoor dengan Indoor umumnya terdiri 1, 2 dan 4 port.

6. Roset

Roset adalah perangkat pasif yang berada di dalam rumah pelanggan merupakan titik terminasi akhir dari kabel indoor fiber optik,terdapat jenis roset yaitu roset jenis temple dan roset jenis tanam (Nouvan G, 2018). Stick Roset dapat dilihat pada Gambar 8 sedangkan Embedded Roset dapat dilihat pada Gambar 9.

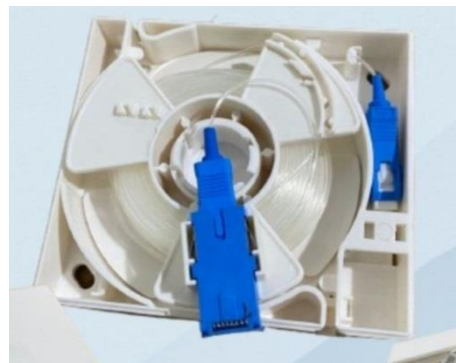


Figure 8. Stick Roset



Figure 9. Embedded Roset

7. Kabel Feeder

Feeders Cable dapat dilihat pada Gambar 10, adalah kabel fiber optik yang menghubungkan perangkat ODF dan perangkat ODC. Jenis kabel fiber optik yang di pakai sebagai feeders cable, (Elektrik, n.d.) yaitu :

- Burried Cable, merupakan kabel fiber optik yang digunakan untuk instalasi di dalam tanah dan di lindungi dengan pipa hdpe.
- Aireal Cable atau kabel udara, merupakan kabel fiber optik yang digunakan untuk instalasi di atas tiang atau menggantung



Figure 10. Feeder Cable (Geologi, 2021)

8. Kabel Distribusi (Moh. Fatkuroji, Govindo Adnan, Dwi Wahyu Handoyo, Mely Syafira, 2019)

Kabel distribusi merupakan kabel fiber optic yang mempunyai fungsi untuk meneruskan informasi yang berupa sinyal optik mulai dari ODC sampai ke ODP dan biasanya menggunakan jenis SCPT (Single Core Per Tube). Kabel distribusi dapat dilihat pada Gambar 11.



Figure 11 .Distribution Cable

9. Kabel Drop

Kabel ini memiliki fungsi meneruskan sinyal optik dari ODP ke rumah-rumah pelanggan (Moh. Fatkuroji, Govindo Adnan, Dwi Wahyu Handoyo, Mely Syafira, 2019). Kabel drop dapat dilihat pada Gambar 12.



Figure 12. Drop Cable

10. Patchcord

Patchcord merupakan Kabel fiber optik yang dipasang di dalam rumah, digunakan untuk

menghubungkan perangkat ONT atau ONU ke jaringan. Patchcord dapat dilihat pada Gambar 13.



Figure 13. Patchcord

Struktur dasar kabel fiber optic terdiri atas bagian core (inti), cladding (kulit), dan coating (jaket) seperti pada Gambar 14.

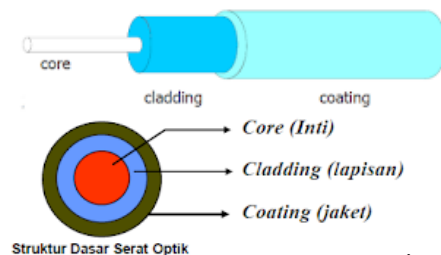


Figure 14. Fiber optic cable structure (Ridho *et al.*, 2020; Topani *et al.*, 2017)

Keterangan Gambar 14 :

- Core, berfungsi sebagai media penghantar cahaya dari sisi pengirim ke sisi penerima.
- Cladding, berfungsi sebagai pelindung penghantar cahaya agar tidak keluar dari inti kabel.
- Coating, berfungsi sebagai pelindung mekanis.

Fiber optic merupakan (Woodward, B., & Husson, E. B., 2006) media transmisi terbuat dari kaca atau plastik yang sangat halus dan dapat digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain dan menggunakan laser atau LED (*Light Emitting Diode*) sebagai sumber cahaya.

B. Gigabit Passive Optical Network (GPON)

GPON adalah teknologi pengembangan dari PON (Passive Optical Network) dimana informasi yang didistribusikan dari central ke pelanggan menggunakan perangkat splitter. Salah satu keunggulan sistem GPON adalah mendukung layanan triple play pada jaringan FTTH melalui satu core fiber optik, dan memiliki laju bit 1.244 Gbit/s jalur upstream dan 2.44 Gbit/s jalur downstream (Dunggion *et al.*, 2021; Barus Anesta & Hafidudin, 2017; Ningrat Widya, 2016; Rahmat & Hafidudin, 2017).

C. Splitter (Moh. Fatkuroji, Govindo Adnan, Dwi Wahyu Handoyo, Mely Syafira, 2019)

Splitter merupakan perangkat yang berfungsi membagi informasi sinyal optik (gelombang cahaya), kapasitas distribusi dari passive splitter terdiri dari berbagai jenis yaitu 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, dan 1:64. Splitter dapat dilihat pada Gambar 15. Dalam menggunakan passive splitter perlu diperhatikan karena setiap splitter

mempunyai redaman yang berbeda untuk perhitungan Link Power Budget. Redaman dari masing-masing splitter dapat dilihat pada tabel 1.

Table 1 . Splitter Loss

Splitter	Loss (db)
Splitter 1:2	3,7
Splitter 1:4	7,25
Splitter 1:8	10,38
Splitter 1:16	14,1

Source : Dunggio *et al.*, 2021



Figure 15. Splitter

Pada penelitian ini dilakukan desain perancangan jaringan Fiber To The Home (FTTH) pada kawasan Perumahan Nirmala Residence wilayah Balikpapan Utara Kalimantan Timur. Perancangan jaringan FTTH teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) pada perumahan ini, dimulai dari penentuan lokasi ODC, ODP, perhitungan *link power budget*, *rise time budget*. Kemudian membandingkan hasil perhitungan tersebut dengan nilai standar yang dipakai untuk mengetahui apakah desain rancangan jaringan FTTH di cluster ini sudah layak atau belum.

D. Link Power Budget

Perhitungan Link Power Budget dilakukan untuk mengetahui daya yang sampai kepada penerima mencukupi dengan memakai persamaan (1) dan (2) (Muharor *et al.*, 2019; Safrianti & Sari, 2016; Prayoga & Sani, 2023; Rahman, dkk., 2017). Pada perhitungan ini berguna untuk menghitung rugi – rugi yang dialami di dalam sistem optik yang dilalui.:

$$\alpha T = L \cdot \alpha_{\text{serat}} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + S_p \quad (1)$$

$$Pr = Pt - \alpha T \quad (2)$$

Keterangan :

αT = Total loss (dB)

α_{serat} = Redaman serat optik (dB/Km)

α_c = Redaman konektor (dB/buah)

α_s = Redaman sambungan (dB)

S_p = Redaman splitter (dB)

L = Panjang serat optik (Kilometer)

N_c = Jumlah konektor

N_s = Jumlah sambungan

Pr = Power Receive (dBm)

Pt = Power Transmit (dBm), sebesar 5 dBm (Dunggio *et al.*, 2021)

E. Rise Time Budget (Dunggio *et al.*, 2021)

Perhitungan rise time budget bertujuan agar jaringan FTTH dapat beroperasi dengan baik pada bit rate yang diinginkan, dengan persamaan (3), (4), (5) dan nilai default parameter dapat dilihat pada Tabel 2:

$$tf = D \cdot \sigma \lambda \cdot L \quad (3)$$

$$tr = \sqrt{t_{tx}^2 + t_{rx}^2} + t_f \quad (4)$$

$$t_{sis} < 0,7/BR \quad (5)$$

Keterangan

t_{tx} = Rise Time sumber optik (ns)

BR = Bit Rate

t_f = Rise Time Optik (ns)

D = Koefisien disperse (ns/nm.km)

L = Jarak (km)

$\sigma \lambda$ = Lebar spektral (nm)

t_{sis} = Rise Time Sistem (ns)

t_{rx} = Rise Time detector optik (ns)

Table 2. Parameter Default Value

Parameter	Value
Optic Source	0,15 ns
Spectral width	1 nm
Dispersion coefficient	0,01364 ns/nm.Km
Optic Detector	0,2 ns

Source: Dunggio *et al.*, 2021

III. METODE PENELITIAN

Diagram alir yang menggambarkan tahapan yang digunakan dalam proses penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 16

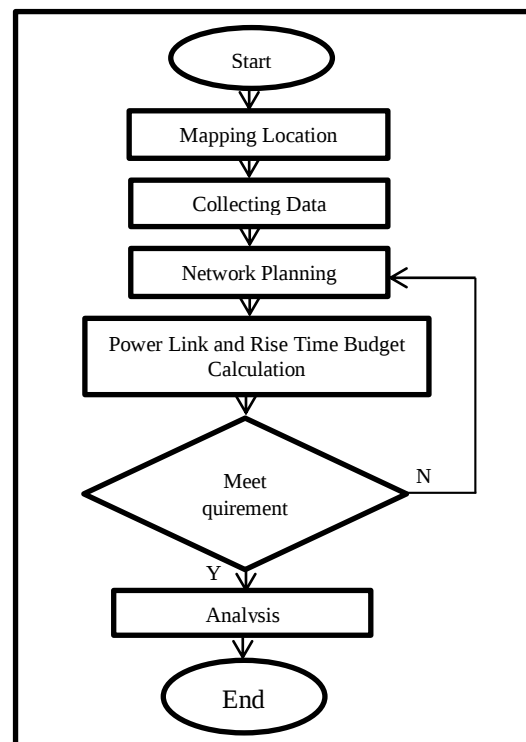


Figure 16. Flowchart.

Figure 16 memperlihatkan tahapan kegiatan penelitian dimulai dari penentuan lokasi perancangan jaringan FTTH yang akan dilakukan, melakukan mapping dan pengumpulan data antara lain:

1. Pengukuran batas wilayah yang akan dirancang
2. Mengumpulkan data lokasi unit rumah (ONT) dan jumlahnya
3. Penentuan Lokasi penempatan ODC dan ODP
4. Mengukur jaraknya ODC ke ODP dan ODP ke ONT
5. Melakukan perhitungan power link budget dan rise time budget
6. Menganalisa kelayakan hasil rancangan jaringan FTTH yang sudah dilakukan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan FTTH dilakukan di Perumahan Nirmala Residence di Balikpapan dengan rencana spesifikasi berikut:

1. Serat optik : Single Mode (SM)
2. Optical Line Terminal OLT sesuai dengan jarak dan banyaknya redaman dapat terjadi di sepanjang jaringan
3. Kabel Feeder : kabel duct
4. Optical Distribution Cabinet (ODC) : menyesuaikan dengan kebutuhan demand
5. Kabel Distribusi : type kabel G.652D
6. ODP : Jenis ODP Closure (Jalur Udara)
7. Kabel Drop : jenis kabel STEL K-033-2010 dengan serat optic type G.657A single mode
8. Konektor : jenis Subscriber Connector (SC) UPC
9. Optical Network Terminal (ONT): 86 unit(rumah)
10. Passive Splitter : 1:16 untuk ODP menggunakan konfigurasi two stage splitter

Untuk mendesain jaringan FTTH di perumahan Perumahan Nirmala Residence dilakukan tahapan berikut sebagai berikut:

A. Penentuan batas wilayah

Tahap ini perlu dilakukan untuk mengetahui batasan area dalam perancangan jaringan FTTH yang akan dilakukan. Batas perumahan Nirmala Residence dapat dilihat pada Gambar 17.



Figure 17. Nirmala Residences housing area boundaries

B. Perhitungan Jumlah Unit Rumah

Untuk mengetahui jumlah ONT didapatkan dengan mengetahui jumlah rumah yang ada pada perumahan tersebut. Jumlah ONT yang dimasukkan dalam perancangan jaringan FTTH bisa dilihat dari siteplan perumahan yang ada dan mencocokkan dengan gambaran dari pencitraan Googlemaps seperti pada Gambar 18.



Figure 18. Nirmala Residences Siteplan (MANDIRI, n.d.)

Data Perumahan Nirmala Residences memiliki jumlah unit rumah seperti pada Tabel 3. Dari table 3 terlihat ada sebanyak 86 unit rumah yang akan menjadi target ONT dalam perancangan FTTH ini.

Table 3. Number of ONTs

Blok	Amount
A	18
B	9
C	19
D	22
E	18
Total Number of ONT	86

C. Pengukuran Jarak OLT terhadap ODC

Penempatan ODC dalam perancangan ini, diletakkan di bagian depan perumahan. Sehingga dilakukan pengukuran jarak dari OLT STO Batu Ampar Balikpapan yang berjarak lebih kurang 9,8 km seperti yang dilihat pada Gambar 19.

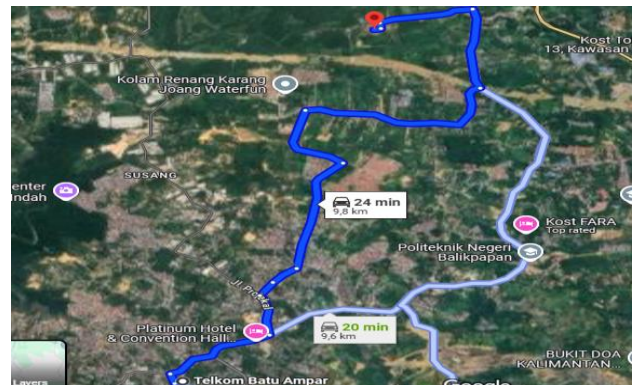


Figure 19. OLT-ODC Distance

D. Penentuan Letak ODC dan ODP

Hasil dari tahapan ini adalah penentuan lokasi penempatan ODC dan ODP dapat dilihat pada Gambar 20. Perancangan ini terdiri 1 ODC dan 6 ODP dengan splitter 1:16 untuk dapat menjangkau semua ONT yang ada.



Figure 20. ODC and 6 ODP Position

Gambar 20 memperlihatkan 1 ODC yang berada pada posisi depan perumahan dan 6 ODP yang tersebar pada berbagai lokasi. Pemakaian 6 ODP dengan splitter 1: 16 bisa melayani maksimal hingga 96 ONT.

E. Pengukuran Jarak ODC terhadap ODP

Dengan menggunakan *Googlemaps* dapat diketahui jarak antara ODC dengan ODP terlihat pada table 4.

Table 4. ODC distance from ODP

ODP	Distance (m)
1	33
2	67
3	51
4	100
5	123
6	165

Dari tabel 4 ODP 6 adalah ODP terjauh dibanding lainnya terhadap ODC dengan jarak sekitar 165 m ODP lainnya yang ada dalam perancangan ini. Jarak ONT terjauh dari ODP 6 yakni 55 m seperti pada Gambar 21.



Figure 21. Distance between ODP 6 to fourth house

F. Perhitungan Power Link Budget

Pada jalur uplink dengan redaman 0,35 dB/Km dan downlink 0,28 dB/Km pada ONT terjauh. Dengan perhitungan *power link budget*

1. Pada jalur Uplink

$$\alpha_{OLT-ODC} = (9,8 \times 0,35) + (2 \times 0,25) + (2 \times 0,1) + 0 = 4,13 \text{ dB}$$

$$\alpha_{ODC-ODP} = (0,165 \times 0,35) + (1 \times 0,25) + (2 \times 0,1) + (3,70) = 4,20775 \text{ dB}$$

$$\alpha_{ODP-ONT} = (0,055 \times 0,35) + (2 \times 0,25) + (0 \times 0,1) + (14,10) = 13,61925 \text{ dB}$$

$$\alpha T = \alpha_{OLT-ODC} + \alpha_{ODC-ODP} + \alpha_{ODP-ONT} = 4,13 + 4,20775 + 13,61925 = 21,957 \text{ dB}$$

$$Pr = 5 - 21,957 = -16,957 \text{ dBm}$$

2. Pada Jalur Downlink

$$\alpha_{OLT-ODC} = (9,8 \times 0,28) + (2 \times 0,25) + (2 \times 0,1) + 0 = 3,444 \text{ dB}$$

$$\alpha_{ODC-ODP} = (0,165 \times 0,28) + (1 \times 0,25) + (2 \times 0,1) + (3,70) = 4,0962 \text{ dB}$$

$$\alpha_{ODP-ONT} = (0,055 \times 0,28) + (2 \times 0,25) + (0 \times 0,1) + (14,10) = 14,6154 \text{ dB}$$

$$\alpha T = \alpha_{OLT-ODC} + \alpha_{ODC-ODP} + \alpha_{ODP-ONT} = 3,444 + 4,0962 + 14,6154 = 22,1556 \text{ dB}$$

$$Pr = 5 - 22,1556 = -17,1556 \text{ dBm}$$

G. Perhitungan Rise Time Budget

Penentuan nilai *Rise time budget* digunakan persamaan (3) dan (4), dengan mengacu pada tabel 2. Analisa kelayakan *rise time budget* dengan menggunakan persamaan (5).

$$tf = (0,01364 \text{ ns/nm.km}) \times (1 \text{ nm}) \times (9,8 \text{ km}) = 0,133672 \text{ ns}$$

$$tr = \sqrt{(0,165)^2 + (0,2)^2 + (0,133672)^2} = 0,29 \text{ ns}$$

Nilai bit rate pada link upstream sebesar 1,25 Gbps, untuk link downstream memiliki nilai bit rate sebesar 2,4 Gbps pada teknologi GPON. Perbandingan hasil perhitungan *power link budget*, *Rise time budget* terhadap nilai standar yang ditetapkan dapat dilihat pada tabel 5 dan tabel 6.

Table 5. Comparison of power link budget calculation results with standard values

Power Link Budget Calculation		Standart Value
αT Uplink	αT Downlink	αT
21,957 dB	22.1556 dB	< 28 dB
Pr Uplink	Pr Downlink	Pr
-16,957 dBm	-17.1556 dBm	> -28 dBm

Table 6. Comparison of Rise time budget calculation results with standard values

Power Link Budget Calculation		Standart Value
tf	$tsis$	$tsis < 0,7/BR$
0,133672	0,29	Jalur Upstream = 0,56 ns Jalur Downstream = 0,29 ns

Dari tabel 5 dan tabel 6 dapat diketahui nilai total loss baik pada arah *uplink* dan *downlink* sebesar 21,957 dB dan 22.1556 dB yang berarti memenuhi nilai standar yakni sebesar < 28 dB. *Power receive* yang diterima oleh ONT yakni -16,957 dBm arah *uplink* dan -17.1556 dBm arah *downlink* juga memenuhi nilai standar yang dipersyaratkan > -28 dBm. Nilai *rise time budget* pada penelitian ini memenuhi standar kelayakan, yaitu 0,133672 ns < 0,56 ns untuk *upstream*, dan 0,29 ns ≤ 0,29 ns untuk *downstream*. Untuk Rise tme budget arah downstream masih memenuhi nilai maksimal sesuai standar kelayakan.

V. KESIMPULAN

Hasil dari desain perancangan FTTH pada perumahan Nirmala Residence Balikpapan didapatkan penggunaan 6 ODP dengan penggunaan splitter 1:16 dan 1 ODC yang diletakkan di bagian depan perumahan. Keberadaan sejumlah ODP itu dapat melayani keseluruhan ONT yang ada yakni sejumlah 86 ONT. Perhitungan nilai total loss memenuhi standar kelayakan <28 dB baik pada arah *uplink* dan *downlink* sebesar 21,957 dB dan 22.1556 dB. *Power receive* yang diterima ONT jarak terjauh dengan nilai standar > -28 dBm yakni -16,957 dBm arah *uplink* dan -17.1556 dBm arah *downlink*. Nilai *rise time budget* pada penelitian ini memenuhi kelayakan rancangan, yaitu 0,133672 ns < 0,56 ns untuk *upstream*, dan 0,29 ns ≤ 0,29 ns untuk *downstream*. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengukuran nilai BER (Bit Error Rate) untuk desain jaringan FTTH yang telah dibuat.

REFERENSI

- Alfarizi, M., Rosmiati, M., & Mutiara, G. A. (2015). Pembuatan Desain Jaringan Fiber To the Home (Ftth) Pada. *Universitas Telkom*, 1(2442–5826).
- Barus Anesta, Hafidudin, & D. N. T. (2017). Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) menggunakan teknologi Gigabit passive Optical Network (GPON) di Perumahan Cluster Courtyard Karawang. *E-Procceding of Applied Science*.
- Dunggio, D., Asmara, B. P., & Abdussamad, S. (2021). Perancangan Jaringan Distribusi FTTH Menggunakan Teknologi GPON Di Perumahan Griya Dulomo Indah. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 3(2), 28–33. <https://doi.org/10.37905/jjee.v3i2.10073>
- Elektrik, W. (n.d.). *Pengertian Kabel FTTH dan Komponen Perangkatnya*. https://wijayaelektrik.com/blog/229_Pengertian-Kabel-FTTH-dan-komponen-perangkatn.html
- G.P. Agrawal. (2010). *Fiber-Optic Communication Systems*.
- Geologi, K. (2021). *Kabel Feeder*. <https://neededthing.blogspot.com/2021/11/kabel-feeder.html>
- Woodward, B., & Husson, E. B. (2006). *Fiber optics installer and technician guide*. John Wiley & Sons.
- Hidayat, E. C., Budi, I., Jati, P., & Ismail, E. M. (2022). *Analisa Link Budget Perancangan Jaringan Fiber To The Home Dengan Teknologi Gigabit Passive Optical Networks Di Perumahan Citraland Tegal*. 2(Kimu 2), 1–9.
- MANDIRI, E. J. (n.d.). *Nirmala Residence Balikpapan*. sikumbang.tapera.go.id/lokasi-perumahan/BPP0310032021T002/siteplan
- Mauludy Muttaqien, R., Hambali, A., & Wim, M. (2016). Perancangan Jaringan Akses Fiber To the Home (Ftth) Menggunakan Teknologi 10-Gigabit Passive Optical Network (Xgpon) Utnuk Perumahan Graha Yasa Asri Dengan Ducting Bersama. *E-Proceeding of Engineering*, 3(2), 1584–1594.
- Moh. Fatkuroji, Govindo Adnan, Dwi Wahyu Handoyo, Mely Syafira, D. S. (2019). Analisis Fiber to the Home Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) di PT. TELKOM. *E-Proceeding of Applied Science*, 1(2), 1511–1517.
- Muharor, A., Asmara, B. P., & Bonok, Z. (2019). Analisis Pentransmision Fiber Optik Saluran Udara Pada Panjang Gelombang 1310 nm Dari Optical Distribution Point (ODP) – Optical Network Termination (ONT). *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 1(2), 49–54. <https://doi.org/10.37905/jjee.v1i2.2882>
- Ningrat Widya, & R. (2016). Perancangan jaringan distribusi Fiber To The Home (FTTH) dikompleks Batununggal Indah Bandung. *Journal Of Modern Electrical Engineering Techology and Its Application Seminar (MEETAS)*.
- Nouvan G. (2018). *Pemodelan dan Rancang Bangun Sistem Komunikasi Optik FTTH Menggunakan Software Optisystem*.
- Prayoga, W. M., & Sani, A. (2023). Perancangan Jaringan Fiber To the Home (Ftth) Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (Gpon). *EBID:Ekonomi Bisnis Digital*, 1(2), 179–188. <https://doi.org/10.37365/ebid.v1i2.220>
- Rahman, Johan Alamsyah, Hafidudin Hafidudin, and H. P. (2017). Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (Ftth) Dengan Teknologi Gigabit-Capable Passive Optical Network (Gpon) Di Daerah Sarirasa 3 Kelurahan Ledeng Kecamatan Cicadap Sarijadi

- Bandung Dalam Proyek Tito Di Pt. Inti. *EProceedings of Applied Science*.
- Rahman Alamsyah Johan, Hafidudin, & P. H. (2017). Perancangan Jaringan akses Fiber To The Home (FTTH) dengan Teknologi Gigabit-Capable Passive Optical Network (GPON) di Daerah Sarirasa 3 Kelurahan Ledeng Kecamatan Cicadap Sarijadi Bandung Dalam Proyek TITO di PT. Inti. *E-Proceeding of Applied Science*.
- Ridho, S., Nur Aulia Yusuf, A., Syaniri, A., Nikken Sulastrie Sirin, D., & Apriono, C. (2020). Perancangan Jaringan Fiber to the Home (FTTH) pada Perumahan di Daerah Urban. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, 9(1), 94–103.
- Safrianti Ery, Sari Oktaviana Linna, & Y. D. P. R. (2016). Desain Jaringan BoarBand FTTH Untuk Peningkatan Peformasi Jaringan Informasi dan Teknologi Di Univertas RIAU. *Seminar Nasional APTIKOM (SEMNASTIKOM)*.
- Sari, O. M., Hambali, A., & Widodo, R. B. C. (2015). Perancangan Dan Simulasi Jaringan Fiber To The Home (Ftth) Menggunakan Gigabit Passive Optical Network (Gpon) Huawei Dengan Fiber Termination Management (Ftm) Untuk Perumahan Pesona Ciwastra Village Bandung. *EProceedings of Engineering*, 2(2), 3012–3021.
- Susilo, J., Hafidudin, H., & Latif, M. A. Y. (2018). Perancangan Jaringan Fiber To The Home (ftth) Di Desa Pedan Telkom Klaten Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (Gpon) Untuk Layanan *EProceedings ...*, 4(3), 2700–2707.
<https://librarye proceeding.telkomuniversity.ac.id/index.php/appliedscience/article/view/7470>
- Topani Ryan, Damayanti Nopiani Tri, & H. A. (2017). Perancangan Fiber To The Home (FTTH) Di Perumahan Panorama Indah Purwakarta. *E-Procceeding of Applied Science*.
- Yasyir, M. (2015). Analisis Performansi Jaringan Fiber To the Home (FTTH) Perumahan Nata Endah Kopo. *Optical Fiber Technology*, December, 0–3.
<https://www.researchgate.net/publication/286937341>
- Yustini, Y., Asril, A. A., Nawir, H. N., Hafizt, R., & Warman, A. (2021). Implementasi dan Perfomansi Jaringan Fiber To The Home dengan Teknologi GPON. *Jurnal Teknologi Elekterika*, 5(2), 59.
<https://doi.org/10.31963/elekterika.v5i2.3032>