

Perancangan Jaringan Fiber To The Home Berbasis Gigabit Passive Optical Network Dengan Dual Stage Passive Splitter

I Gusti Ngurah Arya Tri Andhika¹, Gede Sukadarmika², Ngurah Indra ER³

[Submission: 15-01-2023, Accepted: 16-02-2023]

Abstract— This study was conducted to find out which network is more effective and the quality of the existing network, Design A, and Design B at Wongaya Cluster. Existing network has 368 homepass, with 259 homeconnected users. Using the Farthest FAT (F.8) output attenuation of field measurement was -20.11 dBm, the optisystem test obtain an output attenuation -19.954 dBm, and based on power link budget calculation, output attenuation was -20.399 dBm. Existing network has a projection for the next five years of 462 users. Design A has 496 homepasses and tested on farthest FAT (G.4) testing on the optisystem to obtain an output attenuation of -19.704 dBm, and based on the calculation of the power link budget, an output attenuation of -20.7414 dBm was obtained. Design B has 256 homepasses and tested on the furthest FAT (H.4) testing on the optisystem to obtain an output attenuation of -16.765 dBm, and based on calculation of the power link budget, output attenuation was -17.09175 dBm. Based on results of this test, Design A is more effective design to use because it can meet customer needs in five years with quality according to ITU-T and Company standards.

Keywords— FTTH; GPON; attenuation; homepass; homeconnected; link power budget

Intisari— Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jaringan yang lebih efektif dan kualitas jaringan eksisting, Desain Alternatif A, dan Desain Alternatif B pada Cluster Wongaya. Metode penelitian terdiri dari beberapa tahap yaitu, pemetaan lokasi, perancangan jaringan FTTH-GPON, pengujian kualitas jaringan, dan proyeksi pertumbuhan TUR pada jaringan eksisting. Jaringan eksisting memiliki 368 homepass, dengan home connected 259 User. Pengujian dilakukan pada FAT Terjauh (F.8) untuk pengukuran lapangan didapatkan redaman output -20,11 dBm, pengujian pada optisystem mendapatkan redaman output -19,954 dBm, dan berdasarkan hasil perhitungan link power budget didapatkan redaman output -20,399 dBm. Jaringan eksisting ini memiliki proyeksi lima tahun kedepan sebesar 462 user. Desain Alternatif A memiliki 496 homepass. Penelitian ini dilakukan pada FAT terjauh (G.4) pengujian pada optisystem mendapatkan redaman output -19,704 dBm, dan berdasarkan perhitungan link power budget didapatkan redaman output -20,7414 dBm. Desain Jaringan Alternatif B memiliki 256 homepass. Hasil penelitian ini dilakukan pada FAT terjauh (H.4) pengujian pada optisystem mendapatkan redaman output -16,765

^{1, 2, 3} Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana, Jl. Raya Kampus Unud No. 88 Jimbaran 80361 INDONESIA (telp: 0361-703315; fax: 0361-703315; e-mail: nguraharyatri@gmail.com, sukadarmika@unud.ac.id indra@unud.ac.id)

dBm, dan berdasarkan perhitungan link power budget didapatkan redaman output -17,09175 dBm. Berdasarkan hasil pengujian ini Desain Alternatif A merupakan desain yang efektif digunakan karena dapat memenuhi kebutuhan pelanggan dalam lima tahun dengan kualitas sesuai standar ITU-T dan Perusahaan.

Kata Kunci— FTTH; GPON; redaman; homepass; homeconnected; link power budget.

I. PENDAHULUAN

Saat ini, internet sangat penting bagi keberlangsungan hidup masyarakat dalam berbagai aspek kehidupan. Berkat perkembangan teknologi dan informasi, aktivitas sehari-hari seperti bekerja, belajar, berdagang, dan berkomunikasi menjadi lebih mudah dilakukan. Pandemi COVID-19 memperparah situasi, sehingga pemerintah memberlakukan pembatasan aktivitas masyarakat dengan memaksa mereka belajar dan bekerja dari rumah sesuai dengan Instruksi Menteri Dalam Negeri No. 3 Tahun 2021 dan Surat Edaran Gubernur Provinsi Bali No. 3 Tahun 2021. Hal ini membuat kebutuhan akan internet semakin meningkat. Data survei APJII menunjukkan bahwa pada April 2019, ada sekitar 171,71 juta atau 64,8% dari total populasi Indonesia yang menggunakan internet. Di Provinsi Bali sendiri, pada tahun 2019 sekitar 59% masyarakat menggunakan internet dan angka tersebut meningkat menjadi 78,2% pada tahun 2020. [1]–[5]

Permasalahan meningkatnya kebutuhan layanan internet juga menjadi perhatian dari PT. Indonesia Comnets Plus (ICON+), yang juga menjadi tempat penulis magang selama 6 bulan. PT ICON+ membutuhkan perancangan dan analisis terhadap kebutuhan layanan internet berbasis jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) pada Cluster Wongaya, Kecamatan Selemadeg, Kabupaten Tabanan. Untuk itu, penelitian ini bertujuan untuk mengajukan rancangan jaringan yang disertai dengan analisis terhadap tingkat pemenuhan layanan internet PT. ICON+ pada wilayah tersebut sampai dengan lima tahun kedepan.

II. STUDI PUSTAKA

A. Serat Optik

Saluran transmisi kaca atau plastik yang disebut serat optik digunakan untuk mengirim dan menerima sinyal cahaya. Karena kaca memiliki indeks bias yang lebih tinggi daripada udara, cahaya yang ada di dalam serat optik lolos melalui serat tersebut. Spektrum laser yang sangat sempit, digunakan sebagai



sumber cahaya. Dengan kecepatan transmisinya yang sangat cepat, serat optik menjadi jalur komunikasi yang sangat baik. Prinsip pemantulan pesan optik berupa cahaya dengan panjang gelombang tertentu digunakan dalam transmisi informasi melalui serat optik.[6]–[8]

B. FTTH (Fiber To The Home)

FTTH ini memiliki format transmisi sinyal serat optik dari penyedia layanan ke pelanggan/pengguna menggunakan media kabel serat optik sebagai penghantar. FTTH memiliki layanan *triple play services* yang bisa mengakomodasi transmisi data, audio, dan video sehingga seiring dengan perkembangan teknologi menggantikan penggunaan kabel konvensional. Jarak maksimum antara pusat transmisi dengan pelanggan berkisar 20 km. Dimana pusat transmisi ini pada umumnya menggunakan *Optical Line Terminal (OLT)*. Dari OLT ini kemudian dihubungkan ke *Optical Network Terminal (ONT)* yang terletak di sisi pelanggan melalui jaringan distribusi yang disebut dengan *Optical Distribution Network (ODN)*. [9]–[18]

C. Gigabit Passive Optical Network (GPON)

GPON merupakan teknologi broadband access yang berbasis menggunakan fiber optik dan merupakan salah satu jenis *Passive Optical Network (PON)*. Standard yang digunakan GPON adalah standar ITU-T G.984 series. Jaringan GPON memiliki beberapa perangkat yang digunakan yaitu *Network Monitoring System (NMS)* sebagai sistem monitoring perangkat GPON, OLT sebagai pusat transmisi jaringan fiber optik, ODN sebagai media transmisi *fiber optic* terdiri dari ONT merupakan end device yang terletak pada sisi pelanggan. GPON menggunakan perangkat pasif seperti *passive splitter*, konektor, patchcord dan pigtail. GPON memiliki kecepatan layanan secara simetris 2.4 Gbps untuk downstream dan 1.2 Gbps untuk upstream.[9], [16], [19]–[22]

TABEL I
SPESIFIKASI GPON

Spesifikasi GPON			
<i>Standardization</i>	ITU-T G.984	<i>Max. Distance</i>	20 km
<i>Protocol</i>	ATM, TDM, Ethernet	<i>Max PON Split Ratio</i>	1:64
<i>Upstream Rate</i>	1.244 Gbps	<i>Wavelength Up</i>	1310 nm
<i>Downstream Rate</i>	2.488 Gbps	<i>Wavelength Down</i>	1490 nm
<i>Service</i>	Triple Play	<i>Splitter</i>	Passive

D. Link Power Budget

Power link budget ini merupakan perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui redaman total yang dihasilkan jaringan optik dan nilai daya yang diterima oleh receiver. Standard yang digunakan dalam perhitungan ini adalah ITU-T G.984. Sesuai peraturan yang digunakan oleh Telkom, jarak transmisi maksimal tidak lebih dari 20 km dan redaman total yang diijinkan kurang dari 28 dB atau daya yang diterima -28 dBm. Bentuk persamaan untuk menentukan link power budget dapat ditunjukkan oleh persamaan (1) berikut [6], [19], [23]

$$\alpha_{tot} = L \cdot \alpha_{kabel} + n_{con} \cdot \alpha_{con} + n_{splice} \cdot \alpha_{splice} + \alpha_{splitter}$$

$$P_{rx} = P_{tx} - \alpha_{tot} \quad (1)$$

Keterangan:

$$P_{tx} = \text{Power Transmit (dBm)}$$

$$P_{rx} = \text{Power Receive (dBm)}$$

α_{tot}	= Redaman total sistem (dB)
L	= Panjang serat optik (km)
α_{con}	= Redaman konektor (dB/buah)
$\alpha_{splitter}$	= Redaman <i>splitter</i> (dB)
α_{kabel}	= Redaman serat optik (dB.km)
α_{splice}	= Redaman penyambungan (dB/sambungan)
n_{con}	= Jumlah konektor
n_{splice}	= Jumlah sambungan

E. Take Up Ratio

Take up ratio (TUR) ini merupakan suatu rasio dari jumlah *home connected* dengan jumlah *home pass*. *Home connected (HC)* merupakan jumlah dari pelanggan yang ada pada cluster tersebut sedangkan *Home Pass (HP)* merupakan jumlah total dari ketersediaan port yang dijual pada suatu cluster tersebut. *Take up ratio* ini digunakan sebagai tolak ukur untuk menentukan keberhasilan suatu cluster yang dibangun. Standar yang ditetapkan oleh PT. Indonesia Comnets Plus sebesar 40%. Untuk mengetahui nilai TUR ini dapat menggunakan persamaan (2) berikut.

$$TUR = \frac{\text{Jumlah Home Connected}}{\text{Jumlah Home Pass}} \times 100\% \quad (2)$$

F. Optisystem

Optisystem ini suatu *software* simulasi yang didesain untuk mendesain, merencanakan, menguji dan simulasi jaringan *fiber optic*. Aplikasi ini dibuat untuk kebutuhan penelitian mahasiswa, perancang jaringan telekomunikasi dan pengguna lainnya. *Software* ini memiliki *library* yang terdapat banyak jenis perangkat yang bisa digunakan, contohnya alat ukur redaman yaitu OPM, OTDR, dan lainnya. [20]

III. METODOLOGI

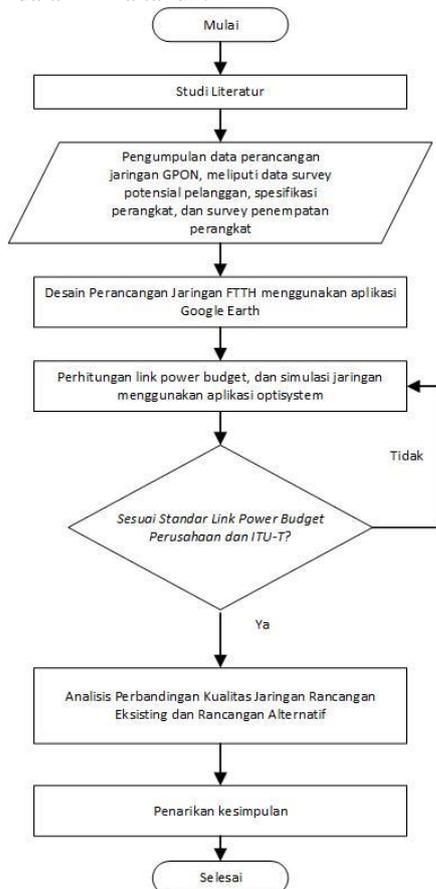
Penelitian ini dilaksanakan di Desa Tengkidak dan Desa Wongaya Gde, Kecamatan Selemadeg, Kabupaten Tabanan. Penelitian akan dilaksanakan dari bulan Mei 2022 hingga bulan Juli 2022.

Pada penelitian ini membahas mengenai desain jaringan *Fiber To The Home (FTTH)* berbasis teknologi *Gigabit Passive Optical Network (GPON)* dengan *Dual Stage Passive Splitter* di Cluster Wongaya, yang dibagi menjadi dua desa, Desa Tengkidak dan Desa Wongaya Gede, Kabupaten Tabanan. Desa Tengkidak ini memiliki luas wilayah 5,06 km² dengan jumlah penduduk 2.747 jiwa dan Desa Wongaya Gede memiliki luas wilayah sebesar 30,23 km² dengan jumlah total penduduk 3,524 jiwa. [24]

Berdasarkan hasil survey didapatkan bahwa dengan total jumlah rumah hunian sekitar ± 500 rumah dengan 100 orang yang saat ini ada pada usia produktif (16-54 tahun). Rata-rata pendapatan KK yang didapat sekitar ± Rp 2.500.000,00 dengan pekerjaan rata rata masyarakat di bidang pertanian, UMKM, dan perdagangan. Berdasarkan survey tersebut terdapat sekitar 158 pelanggan yang ingin berlangganan dan belum adanya kompetitor yang masuk di daerah tersebut juga menjadi salah satu faktor dilakukannya pembangunan di Desa Tengkidak dan Desa Wongaya Gede.

Pada pembahasannya akan mencakup mengenai desain perancangan jaringan, perhitungan link budget, simulasi pengukuran redaman menggunakan aplikasi Optisystem,

pengukuran redaman di lapangan menggunakan OPM, dan proyeksi pertumbuhan TUR dalam lima tahun kedepan. Dari proyeksi dalam lima tahun ini jaringan eksisting akan dibandingkan dengan jaringan alternatif. Dari perbandingan ini akan diketahui desain yang lebih efektif diterapkan di Cluster Wongaya sesuai dengan kualitas jaringan dan proyeksi pertumbuhan dalam lima tahun.



Gambar 1: Diagram Alur Penelitian

Penelitian dimulai dengan studi literatur, kemudian melakukan survey infrastruktur eksisting dan pemetaan lokasi perancangan jaringan. Jaringan Eksisting menggunakan *cascading dual stage passive splitter* 1:8 dan 1:8. Selanjutnya melakukan tahap pengujian pengukuran lapangan pada jaringan eksisting, pengujian melalui aplikasi optisystem dan perhitungan *link power budget* pada jaringan eksisting. Pada jaringan eksisting ini juga melakukan perhitungan estimasi pertumbuhan TUR dalam lima tahun kedepan sesuai target pertumbuhan dari PT. Indonesia Comnets Plus (ICON+). Setelah itu melakukan perancangan jaringan desain jaringan alternatif A dan jaringan alternatif B sesuai data potensial pelanggan. Desain jaringan alternatif A menggunakan *cascading dual stage passive splitter* 1:4 dan 1:16, sedangkan untuk Desain Alternatif B menggunakan *cascading dual stage passive splitter* 1:4 dan 1:8. Kemudian dilakukan juga pengujian melalui aplikasi optisystem dan perhitungan *link power budget* pada desain jaringan alternatif A dan alternatif B. Hasil pengujian dan perhitungan pada tiga desain jaringan ini

I Gusti Ngurah Arya Tri Andhika : Perancangan Jaringan Fiber To...

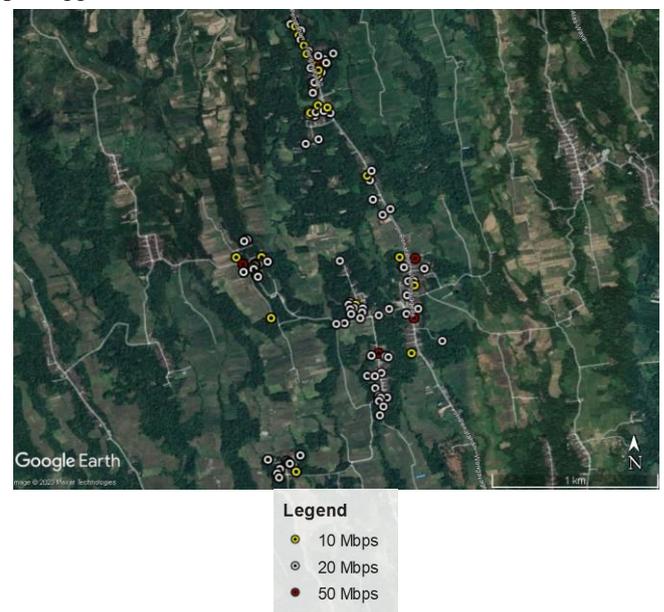
akan dibandingkan untuk mendapatkan jaringan yang lebih efektif diterapkan di Cluster Wongaya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pemetaan Perancangan Jaringan

Perancangan jaringan dilakukan di Cluster Wongaya di Desa Tengkudak dan Desa Wongaya Gde, Kecamatan Selemadeg, Kabupaten Tabanan. Pemetaan perancangan jaringan terdiri dari tiga tahap yaitu, pemetaan potensi pelanggan, pemetaan infrastruktur existing, dan pemetaan lokasi cluster.

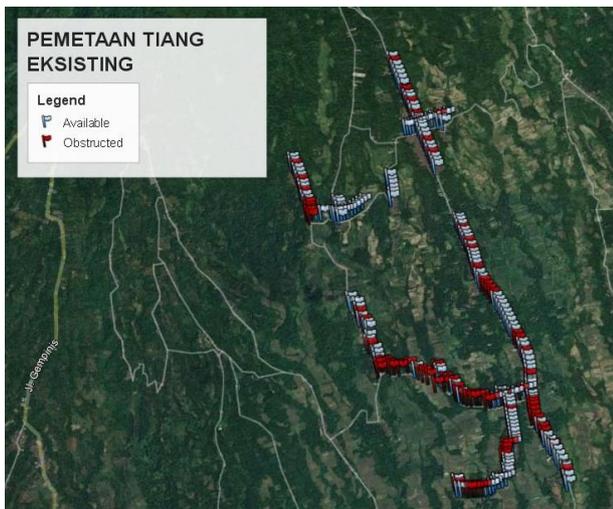
1) *Pemetaan Potensi Pelanggan*: Potensi pelanggan didapatkan berdasarkan data survey BUMDES setempat, dengan jumlah peminat sekitar 158 pelanggan yang kemudian dibagi sesuai layanannya yaitu 10 mbps dengan sekitar 29 pelanggan, 20 Mbps 123 pelanggan, dan 50 Mbps dengan 6 pelanggan.



Gambar 2: Pemetaan Potensi Pelanggan

2) *Pemetaan Infrastruktur Existing*: Infrastruktur eksisting ini merupakan infrastruktur yang dimiliki oleh perusahaan sendiri dalam hal ini merupakan Tiang PLN dan PoP existing, dimana PoP ini berfungsi sebagai *uplink* OLT nantinya. Tiang existing yang dimiliki dan sudah ada sejumlah 260 tiang, dimana 178 tiang *available* dan 82 tiang *obstructed* atau terkendala. Untuk PoP Existing menggunakan Mini ODC Rejasa dengan jarak sekitar 7,466 Km dari lokasi perancangan jaringan.





Gambar 3: Pemetaan Infrastruktur Existing

3) *Pemetaan Lokasi Perancangan*: Lokasi perancangan jaringan dilakukan di Desa Wongaya Gde dan Desa Teng kudak dimana kemudian dijadikan 1 Cluster yaitu Cluster Wongaya. Desa Wongaya Gde memiliki topografi desa di sekitar lereng/punggung bukit dengan luas wilayah 30,23 Km² dan ketinggian sekitar 500-1000 m diatas permukaan laut. Sedangkan untuk Desa Teng kudak memiliki topografi desa di dataran dengan luas wilayah 5,06 Km² dan ketinggian sekitar 500-1000 m diatas permukaan laut.

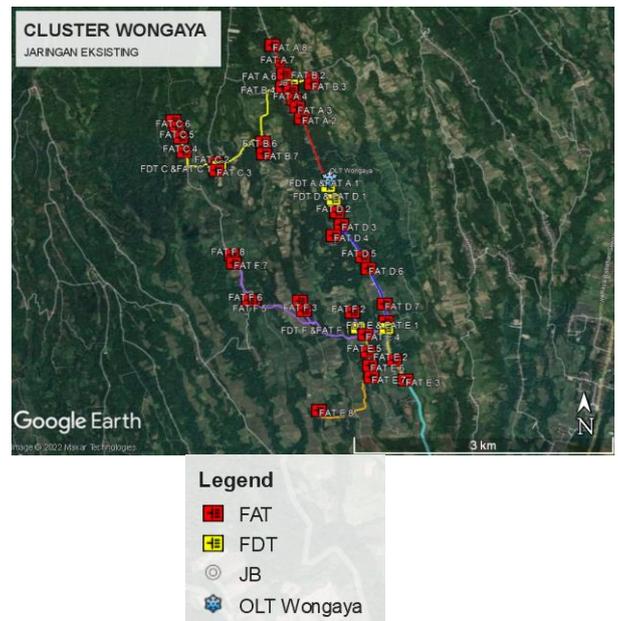


Gambar 4: Pemetaan Lokasi Perancangan

B. Jaringan Eksisting

Jaringan Eksisting ini menggunakan *cascading dual stage passive splitter* 1:8 dan 1:8 dengan kapasitas *homepass* 368 pelanggan. Jaringan eksisting ini jaringan yang sudah dibangun sebelumnya.

1) *Desain Jaringan FTTH-GPON Eksisting*: Jaringan Eksisting ini menggunakan 1 OLT dengan kapasitas 512 user dengan maksimal 8 port, jaringan eksisting ini terdiri dari 6 FDT (*fiber distribution terminal*) sebagai distribusi dan *cascading* 1:8 pertama. Dari 6 FDT tersebut dibagi menuju FAT dengan total 46 FAT yang mencakup maksimal 368 user



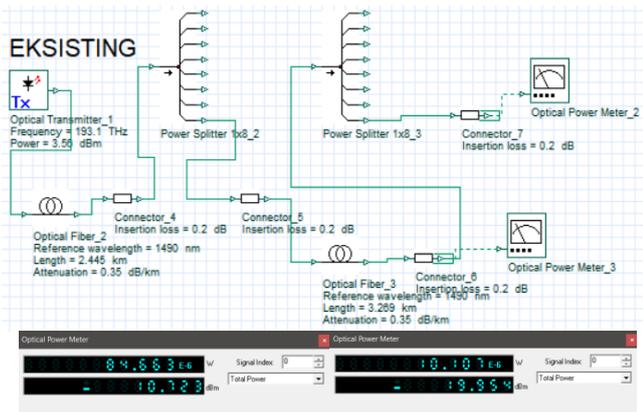
Gambar 5: Desain Jaringan Eksisting

2) *Pengujian Kualitas Jaringan Eksisting Berdasarkan Pengukuran Lapangan*: Pengujian kualitas jaringan berdasarkan pengukuran di lapangan yaitu dengan mengukur nilai redaman FAT menggunakan alat ukur OPM (*Optical Power Meter*). Pengukuran ini hanya mengukur downlink menggunakan panjang gelombang 1490 nm pada OPM. Pengujian ini dilakukan pada FAT terjauh yaitu FAT F.8 dengan jarak transmisi 5714 m dengan redaman *input* -9,71 dBm dan -20,11 dBm. Hasil ini sudah sesuai dengan standar ITU-T.



Gambar 6: Hasil Pengujian Pengukuran Lapangan pada Jaringan Eksisting

3) *Pengujian Kualitas Jaringan Eksisting Berdasarkan Simulasi Optisystem*: Pengujian ini dilakukan dengan mensimulasikan jaringan yang sudah didesain dalam aplikasi optisystem dengan library yang tersedia. Pengukuran dilakukan menggunakan library OPM pada optisystem yang mengukur redaman input dan output dari FAT terjauh F.8 dengan hasil redaman input sebesar -10,723 dBm dan output -19,954 dBm. Hasil simulasi tersebut sudah sesuai dengan standar ITU-T.



Gambar 7: Hasil Pengujian Simulasi Optisystem pada Jaringan Eksisting

4) *Pengujian Kualitas Jaringan Eksisting Berdasarkan Perhitungan Link Power Budget*: Pengujian ini menggunakan perhitungan *link power budget* sesuai persamaan (1). Perhitungan *link power budget* dilakukan pada FAT terjauh yaitu FAT F.8. Perhitungan *link power budget* dijabarkan dalam persamaan (1) berikut.

Redaman Total

$$\alpha_{tot} = L \cdot \alpha_{kabel} + n_{con} \cdot \alpha_{con} + n_{splice} \cdot \alpha_{splice} + \alpha_{splitter}$$

$$\alpha_{tot} = 5,714 \times 0,35 + 4 \times 0,2 + 4 \times 0,1 + 10,38 + 10,38$$

$$\alpha_{tot} = 1,9999 + 0,8 + 0,4 + 10,38 + 10,38$$

$$\alpha_{tot} = 23,9599 \text{ dB}$$

Power Receive

$$P_{rx} = P_{tx} - \alpha_{tot}$$

$$P_{rx} = 3,56 - 23,9599$$

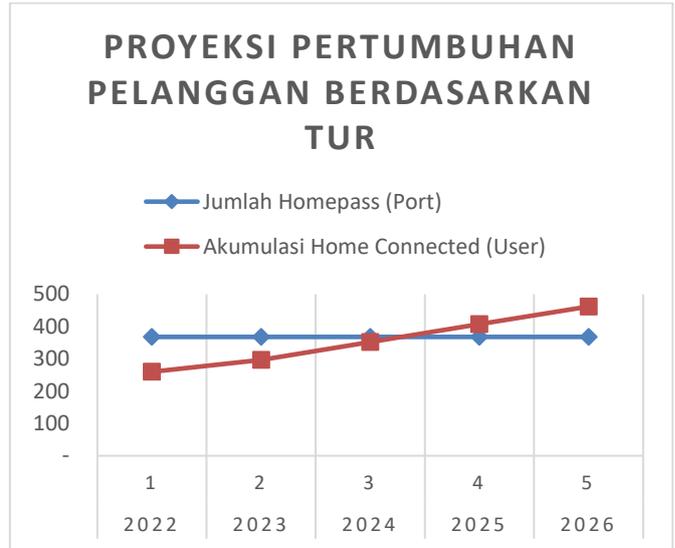
$$P_{rx} = -20,3999 \text{ dBm}$$

Maka redaman total yang didapat senilai 23,9599 dB dan *power receive* yang didapat senilai -20,3999 dBm

5) *Proyeksi Take Up Ratio Jaringan Eksisting*: Jaringan Eksisting Cluster Wongaya saat ini memiliki *homeconnected* dengan jumlah 259 user dan *homepass* dengan kapasitas 368 user. Dengan persamaan (2) maka didapatkan nilai TUR pada Cluster Wongaya adalah 70,5%. Proyeksi pertambahan nilai TUR dalam lima tahun kedepan bertambah sekitar 10-15% per tahunnya. Presentase pertumbuhan nilai TUR ini merupakan data target pertumbuhan yang dimiliki oleh PT. Indonesia Comnets Plus (ICON+). Jadi dalam lima tahun kedepan didapatkan nilai TUR pada tahun kelima adalah 125,5% dengan total jumlah *homeconnected* adalah 462 user sehingga perlu adanya perluasan *homepass* untuk memenuhi kebutuhan dalam lima tahun kedepan.

TABEL II
 PROYEKSI PERTUMBUHAN TUR

Tahun ke -	1	2	3	4	5
Jumlah Homepass (User)	368	368	368	368	368
Target Pertumbuhan Take Up Ratio (%)	0	10	15	15	15
Akumulasi Take Up Ratio (%)	70,5	80,5	95,5	110,5	125,5
Akumulasi Home Connected (User)	259	297	352	407	462



Gambar 8: Grafik Pertumbuhan Pelanggan

Berdasarkan proyeksi pertumbuhan pelanggan dan proyeksi trafik dalam lima tahun kedepan, jaringan eksisting tidak bisa memenuhi proyeksi tersebut, jadi diperlukan adanya konfigurasi jaringan alternatif untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Konfigurasi jaringan alternatif ini dibedakan menggunakan perbedaan *cascading passive splitter*. Konfigurasi yang digunakan adalah jaringan alternatif A dan jaringan alternatif B. Jaringan alternatif A menggunakan *cascading dual stage passive splitter* 1:4 dan 1:16 dengan split ratio 1:64 dan jaringan alternatif B menggunakan *cascading dual stage passive splitter* 1:4 dan 1:8 dengan split ratio 1:32. Dengan adanya konfigurasi jaringan alternatif ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas jaringan dan memenuhi proyeksi pertumbuhan pelanggan di Cluster Wongaya.

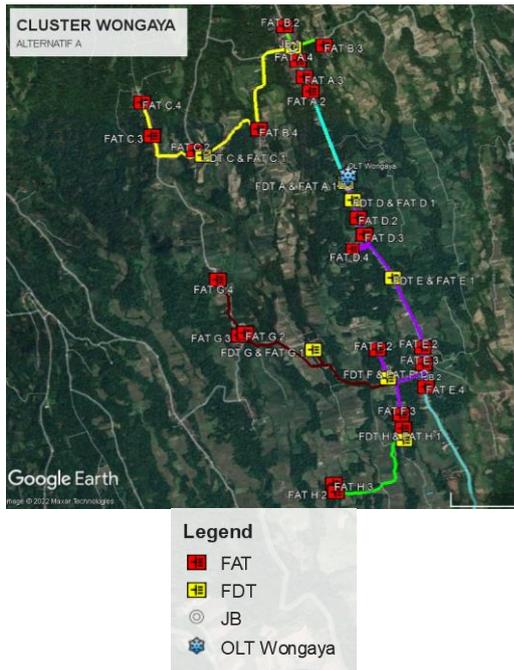
C. Jaringan Alternatif A

Jaringan Alternatif A ini memiliki *cascading dual stage passive splitter* 1:4 dan 1:16 dengan *split ratio* 1:64

1) *Desain Jaringan FTTH-GPON Alternatif A*: Jaringan alternatif A ini menggunakan 1 OLT dengan kapasitas maksimal 512 *homeuser*. Dimana memiliki 8 unit FDT dengan *passive splitter* 1:4 dan 31 FAT dengan *passive splitter* 1:16. Jaringan alternatif A ini dapat mencakup

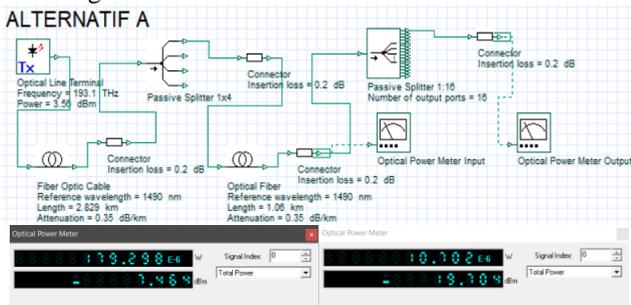


496 user yang dirancang sesuai dengan peta persebaran calon peminat dan lokasi potensial



Gambar 9: Desain Jaringan Alternatif A

2) *Pengujian Kualitas Jaringan Alternatif A Berdasarkan Simulasi Optisystem*: Pengujian ini dilakukan dengan mensimulasikan jaringan yang sudah didesain dalam aplikasi optisystem dengan library yang tersedia. Pengukuran dilakukan menggunakan library OPM pada optisystem yang mengukur redaman input dan output dari FAT terjauh G.4 dengan jarak transmisi 5004 m hasil redaman input sebesar -7,464 dBm dan output -19,704 dBm. Hasil simulasi tersebut sudah sesuai dengan standar ITU-T.



Gambar 10: Hasil Pengujian Simulasi Optisystem Jaringan Alternatif A

3) *Pengujian Kualitas Jaringan Alternatif A Berdasarkan Perhitungan Link Power Budget*: Pengujian ini menggunakan perhitungan *link power budget* sesuai persamaan (1). Perhitungan *link power budget* dilakukan pada FAT terjauh yaitu FAT G.4. Perhitungan *link power budget* dijabarkan dalam persamaan (1) berikut.

Redaman Total

$$\alpha_{tot} = L \cdot \alpha_{kabel} + n_{con} \cdot \alpha_{con} + n_{splice} \cdot \alpha_{splice} + \alpha_{splitter}$$

$$\alpha_{tot} = 5,004 \times 0,35 + 4 \times 0,2 + 4 \times 0,1 + 7,25 + 14,1$$

$$\alpha_{tot} = 1,75014 + 0,8 + 0,4 + 7,25 + 14,1$$

$$\alpha_{tot} = 24,3014 \text{ dB}$$

Power Receive

$$P_{rx} = P_{tx} - \alpha_{tot}$$

$$P_{rx} = 3,56 - 24,3014$$

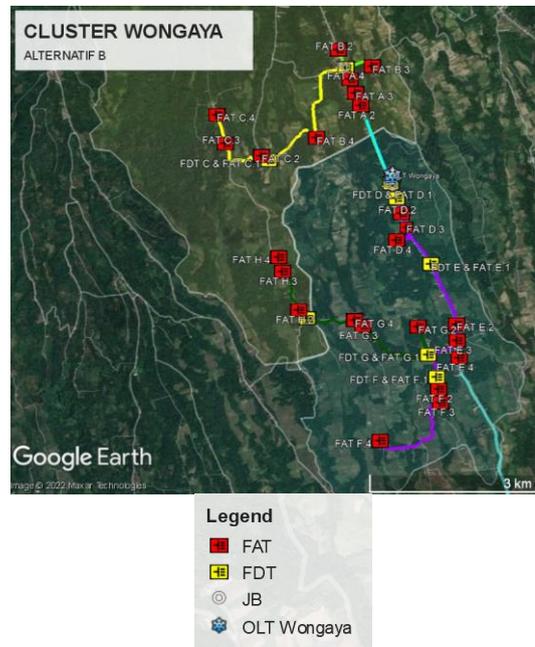
$$P_{rx} = -20,7414 \text{ dBm}$$

Maka redaman total yang didapat senilai 24,3014 dB dan power receive yang didapat senilai -20,7414 dBm

D. Jaringan Alternatif B

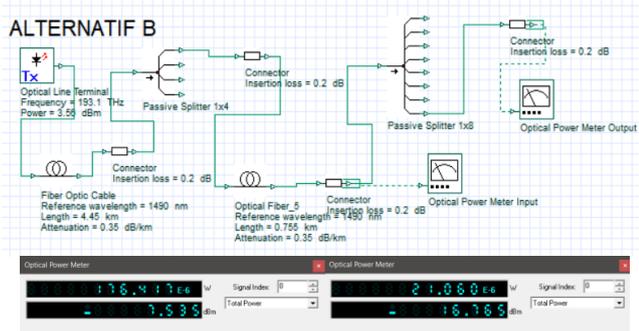
Jaringan Alternatif B ini memiliki *cascading dual stage passive splitter* 1:4 dan 1:8 dengan *split ratio* 1:32

- 1) *Desain Jaringan FTTH-GPON Alternatif B*: Jaringan alternatif B ini menggunakan 1 OLT dengan kapasitas maksimal 512 *homeuser*. Dimana memiliki 8 unit FDT dengan *passive splitter* 1:4 dan 32 FAT dengan *passive splitter* 1:8. Jaringan alternatif B ini dapat mencakup 256 *user* yang dirancang sesuai dengan peta persebaran calon peminat dan lokasi potensial
- 2)



Gambar 11: Desain Jaringan Alternatif B

3) *Pengujian Kualitas Jaringan Alternatif B Berdasarkan Simulasi Optisystem*: Pengujian ini dilakukan dengan mensimulasikan jaringan yang sudah didesain dalam aplikasi optisystem dengan library yang tersedia. Pengukuran dilakukan menggunakan library OPM pada optisystem yang mengukur redaman input dan output dari FAT terjauh H.4 dengan jarak transmisi 5202 m hasil redaman input sebesar -7,535 dBm dan output -16,765 dBm. Hasil simulasi tersebut sudah sesuai dengan standar ITU-T.



Gambar 12: Hasil Pengujian Simulasi Optisystem Jaringan Alternatif B

4) *Pengujian Kualitas Jaringan Alternatif B Berdasarkan Perhitungan Link Power Budget*: Pengujian ini menggunakan perhitungan *link power budget* sesuai persamaan (1). Perhitungan *link power budget* dilakukan pada FAT terjauh yaitu FAT H.4. Perhitungan *link power budget* dijabarkan dalam persamaan (1) berikut.

Redaman Total

$$\alpha_{tot} = L \cdot \alpha_{kabel} + n_{con} \cdot \alpha_{con} + n_{splice} \cdot \alpha_{splice} + \alpha_{splitter}$$

$$\alpha_{tot} = 5,202 \times 0,35 + 4 \times 0,2 + 4 \times 0,1 + 7,25 + 10,38$$

$$\alpha_{tot} = 1,82175 + 0,8 + 0,4 + 7,25 + 10,38$$

$$\alpha_{tot} = 20,65175 \text{ dB}$$

Power Receive

$$P_{rx} = P_{tx} - \alpha_{tot}$$

$$P_{rx} = 3,56 - 20,65175$$

$$P_{rx} = -17,09175 \text{ dBm}$$

Maka redaman total yang didapat senilai 20,65175 dB dan *power receive* yang didapat senilai -17,09175 dBm

E. Perbandingan Kualitas Jaringan

Perbandingan kualitas jaringan ini membahas perbandingan kualitas jaringan antara jaringan eksisting, desain jaringan alternatif A, dan desain jaringan alternatif B. Perbandingan ini dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi optisystem dan perhitungan *link power budget*.

1) *Perbandingan Kualitas Berdasarkan Simulasi Optisystem*: Perbandingan ini membandingkan redaman *output* pada FAT dengan jarak terjauh. Jaringan Eksisting memiliki nilai redaman output -19,954 dBm. Desain Alternatif A memiliki nilai redaman -19,704 dBm. Desain Alternatif B memiliki nilai redaman -16,765 dBm. Dari perbandingan ini didapatkan bahwa Desain Alternatif B memiliki redaman terkecil. Perbedaan nilai redaman ini dipengaruhi oleh perbedaan *cascading passive splitter*.

TABEL III
 PERBANDINGAN HASIL SIMULASI OPTISYSTEM

Desain	Cascading	FAT	Jarak Transmisi (Km)	Redaman Output (dBm)
Eksisting	1:8, 1:8	FAT F.8	5,714	-19,954
Alternatif A	1:4, 1:16	FAT G.4	5,004	-19,704
Alternatif B	1:4, 1:8	FAT H.4	5,205	-16,765

2) *Perbandingan Kualitas Berdasarkan Perhitungan Link Power Budget*: Perbandingan ini membandingkan nilai *power receive* yang diperoleh dari perhitungan *link power budget* pada FAT dengan jarak transmisi terjauh. Jaringan Eksisting memiliki nilai -20,39 dBm. Desain Alternatif A memiliki nilai redaman -20,74 dBm. Desain Alternatif B memiliki nilai redaman -17,09 dBm. Dari perbandingan berikut didapatkan bahwa Desain Alternatif B memiliki redaman terkecil. Nilai perbedaan ini dipengaruhi oleh perbedaan *cascading passive splitter*.

TABEL IV
 PERBANDINGAN HASIL PERHITUNGAN LINK POWER BUDGET

Desain	Cascading	Home pass (user)	Jarak Transmisi (Km)	Power Receive (dBm)
Eksisting	1:8, 1:8	368	5,714	-20,39
Alternatif A	1:4, 1:16	496	5,004	-20,74
Alternatif B	1:4, 1:8	256	5,205	-17,09

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Cluster Wongaya, Jaringan Eksisting memiliki *cascading passive splitter* 1:8 dan 1:8 dengan kapasitas *homepass* 368 *user*. Desain Eksisting saat ini memiliki 259 pelanggan dengan TUR 70,5% Sesuai pertumbuhan table proyeksi TUR yang didapat, pertumbuhan TUR pada tahun kelima menjadi 125,5% yaitu dengan jumlah pelanggan 462 *user*. Sehingga perlu dilakukan perluasan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dalam lima tahun.

Berdasarkan perbandingan hasil pengujian yang dilakukan didapatkan bahwa secara kualitas redaman desain alternatif B lebih baik dibandingkan dengan jaringan eksisting dan desain alternatif A, namun secara proyeksi jumlah pelanggan dalam lima tahun kedepan, desain alternatif B tidak mampu karena kapasitas *homepass* yang didapat adalah 256 *user* dan perlu diadakan perluasan kembali. Desain alternatif A dengan kapasitas *homepass* 496 *user* mampu untuk menyediakan kapasitas pelanggan sesuai dengan proyeksi dalam lima tahun kedepan. Desain alternatif A juga memiliki nilai redaman yang sudah sesuai standar ITU-T



V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, proyeksi pertumbuhan pelanggan dalam lima tahun memiliki nilai TUR 125,5% yaitu sebesar 468 pelanggan.

Hasil pengujian kualitas jaringan menunjukkan desain alternatif B memiliki nilai kualitas redaman yang paling baik dibandingkan ketiga desain jaringan. Jaringan eksisting, desain alternatif A dan desain alternatif B nilai kualitas yang sesuai dengan standar ITU-T.

Berdasarkan hasil penelitian ini Desain Alternatif A merupakan desain yang lebih efektif diterapkan dalam Cluster Wongaya ini berdasarkan proyeksi pertumbuhan TUR dalam lima tahun dan kualitas redaman yang sudah sesuai standar ITU-T.

REFERENSI

- [1] I. M. R. Suarimbawa, L. Linawati, and N. P. Sastra, "Analisis Pemanfaatan Internet di Pusat Pemerintahan Kabupaten Badung," *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 17, no. 2, p. 185, Nov. 2018, doi: 10.24843/mite.2018.v17i02.p04.
- [2] R. Dewantara, P. A. Cakranegara, A. J. Wahidin, A. Muditomo, I. Gede, and I. Sudipa, "Implementasi Metode Preference Selection Index Dalam Penentuan Jaringan Dan Pemanfaatan Internet Pada Provinsi Indonesia," 2022.
- [3] Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia and Indonesia Survey Center, "Survei Internet APJII 2019-2020 (Q2)," 2020.
- [4] "INSTRUKSI MENDAGRI NOMOR 3 TAHUN 2021," 2021.
- [5] "SURAT EDARAN GUBERNUR PROVINSI BALI NOMOR 3 TAHUN 2021," 2021.
- [6] A. A. E. Paramarta, G. Sukadarmika, and P. K. Sudiarta, "Analisis Kualitas Jaringan Lokal Akses Fiber Optik Pada Indihome PT. TELKOM di Area Jimbaran," *Teknologi Elektro*, vol. 16, 2017.
- [7] A. Muharor, B. Panjiasmara, and Z. Bonok, "ANALISIS PENRANSMISIAN 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*, 2019.
- [8] I. Hanif and D. Arnaldy, "Analisis Penyambungan Kabel Fiber Optik Akses Dengan Kabel Fiber Optik Backbone Pada Indosat Area Jabodetabek," 2017.
- [9] B. Dermawan, I. Santoso, and T. Prakoso, "ANALISIS JARINGAN FTTH (FIBER TO THE HOME) BERTEKNOLOGI GPON (GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK)," 2016.
- [10] A. Delano and D. W. Astuti, "PERANCANGAN JARINGAN FTTH KONFIGURASI BUS DUAL STAGE PASSIVE SPLITTER UNDERGROUND ACCESS DI CLUSTER MISSISIPI, JAKARTA GARDEN CITY," 2017.
- [11] A. Fitriyani, T. N. Damayanti, and M. S. Yudha, "Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Perumahan Natendah Kopo," *e-Proceeding of Applied Science*, vol. 1, p. 1404, 2015.
- [12] S. P. Toago, Alamsyah, and A. Amir, "PERANCANGAN JARINGAN FIBER TO THE HOME(FTTH) BERTEKNOLOGI GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK(GPON) DIPERUMAHAN CITRALAND PALU," *Jurnal MEKTRIK*, 2014.
- [13] Rian Jepri, "PERANCANGAN JARINGAN AKSES FIBER TO THE HOME (FTTH) MENGGUNAKAN TEKNOLO GIGIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON)," *JURNAL TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS TANJUNGPURA*, vol. 2, 2014.
- [14] I. Mahjud *et al.*, "Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) PT. Telkom Indonesia (Persero) Tbk Witel Makassar di Desa Bontomanai Bulukumba," *Jurnal Teknologi Elekerika*, vol. 19, no. 2, p. 123, May 2022, doi: 10.31963/elekerika.v6i2.3803.
- [15] D. Rahmayanti, Z. Azyati, and A. R. Utami, "Analisa Performansi Jaringan Telekomunikasi Fiber to the Home (FTTH) Menggunakan Metode Power Link Budget Pada Kluster Bhumi Nirwana Balikpapan Utara," vol. 6, no. 1, 2022, doi: 10.22373/crc.v6i1.11841.
- [16] Y. Yustini, A. A. Asril, H. N. Nawi, R. Hafizt, and A. Warman, "Implementasi dan Performansi Jaringan Fiber To The Home dengan Teknologi GPON.," *Jurnal Teknologi Elekerika*, vol. 5, no. 2, p. 59, Nov. 2021, doi: 10.31963/elekerika.v5i2.3032.
- [17] F. Pahlawan *et al.*, "Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON): Studi Kasus Perumahan Graha Permai Ciputat," vol. 2, 2017.
- [18] S. Ridho *et al.*, "Perancangan Jaringan Fiber to the Home (FTTH) pada Perumahan di Daerah Urban (Fiber to the Home (FTTH) Network Design at Housing in Urban Areas)," 2020.
- [19] I. P. G. Y. Pratama, G. Sukadarmika, and P. K. Sudiarta, "Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi Gigabyte Passive Optical Network (GPON) pada Mall Park23 Tuban," *Teknologi Elektro*, vol. 16, 2017.
- [20] I. P. Y. P. Putra, P. Ketut Sudiarta, and G. Sukadarmika, "Studi Perbandingan Jaringan Optik Eksisting dengan Gigabit Passive Optical Network (GPON) di Kampus Universitas Udayana Bukit Jimbaran," 2018.
- [21] G 984, "ITU-T Rec. G.984.1 (03/2008) Gigabit-capable passive optical networks (GPON): General characteristics," 2008.
- [22] "ITU-T Characteristics of a single-mode optical fibre and cable," 2016. [Online]. Available: <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11>
- [23] D. Rahmayanti, Z. Azyati, and A. R. Utami, "Analisa Performansi Jaringan Telekomunikasi Fiber to the Home (FTTH) Menggunakan Metode Power Link Budget Pada Kluster Bhumi Nirwana Balikpapan Utara," vol. 6, no. 1, 2022, doi: 10.22373/crc.v6i1.11841.
- [24] Badan Pusat Statistik Kabupaten Tabanan, "Kecamatan Penebel Dalam Angka 2021," 2021.