

# PERANCANGAN JARINGAN *BACKHAUL* 4G LTE SEBAGAI *LASTMILE* PADA KECAMATAN ALUH - ALUH

Joseph Bagas Prakosa 1<sup>st</sup>  
Prodi S1 Teknik Telekomunikasi  
Universitas Telkom  
Bandung  
Bandung, Indonesia  
josephbagas@student.telkomuniversity.  
ac.id

Akhmad Hambali 2<sup>nd</sup>  
Prodi S1 Teknik Telekomunikasi  
Universitas Telkom  
Bandung  
Bandung, Indonesia  
ahambali@telkomuniversity.co.id

M. Irfan Maulana 3<sup>rd</sup>  
Prodi S1 Teknik Telekomunikasi  
Universitas Telkom  
Bandung  
Bandung, Indonesia  
muhammadirfanm@telkomuniversity.c  
o.id

Pada tugas akhir ini, melakukan perancangan dengan menentukan wilayah yang akan dilakukan perancangan *backhaul* e Node B untuk jaringan 4G LTE berdasarkan letak geografis dan memperhitungkan *traffic user* yang diperlukan untuk menentukan perancangan *link backhaul* fiber optik. Perancangan jaringan menggunakan parameter *capacity planning* maupun *coverage planning* untuk menentukan jumlah *site* serta untuk menentukan konfigurasi sistem jaringan eNodeB yang dirancang di Kecamatan Aluh – Aluh. Hasil simulasi pada *link backhaul* dengan menggunakan STM-4 daya *transmitter* sebesar -3 dBm mendapatkan nilai Bit Error Rate sebesar  $2,123 \times 10^{-11}$ . Pada *link akses* dengan menggunakan GPON dengan *power transmitter* sebesar 2 dBm pada sisi *upstream* untuk nilai terbaik mendapatkan nilai Bit Error Rate sebesar  $6,310 \times 10^{-30}$ . Sedangkan untuk nilai terburuk pada sisi *upstream* mendapatkan nilai Bit Error Rate sebesar  $6,105 \times 10^{-10}$ . Sedangkan pada sisi *downstream* untuk nilai terbaik mendapatkan nilai Bit Error Rate sebesar  $5,060 \times 10^{-48}$ . Sedangkan untuk nilai terburuk pada sisi *downstream* mendapatkan nilai Bit Error Rate sebesar  $9,809 \times 10^{-23}$ .

Kata Kunci : 4G LTE, Backhaul, Capacity Planning, Coverage Planning, eNodeB, Fiber Optik, GPON, STM-4.

## I. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur pada jaringan 4G LTE sebagian masih terpusat pada daerah perkotaan di Indonesia khususnya di provinsi Kalimantan Selatan. Proyek pembangunan infrastruktur jaringan yaitu palapa ring telah selesai sepenuhnya tetapi jaringan internet masih belum bisa dinikmati di daerah pelosok sepenuhnya. Untuk itu diperlukan jaringan *backhaul* untuk memanfaatkan jaringan *backbone* palapa ring, *backhaul* sendiri yaitu merupakan media transmisi jaringan radio akses seluler yang menghubungkan *base station* dengan *controller*-nya. Perancangan jaringan *backhaul* eNodeB menggunakan fiber optik dengan menggunakan *capacity planning* untuk menghitung jumlah *user* potensial maupun trafik *user*, dengan mengetahui jumlah *user* potensial maupun trafik *user* maka kita dapat mengetahui kebutuhan demand kemudian dilakukannya perancangan menggunakan *coverage planning* untuk memperkirakan jumlah *site* serta memberikan batasan cakupan agar pada wilayah perancangan dapat mendapatkan kualitas internet yang merata dan setelah itu dilakukan perancangan jaringan fiber optik untuk mengetahui kelayakan dari perancangan di Kecamatan Aluh – Aluh Kalimantan Selatan.

## II. KAJIAN TEORI

### 2.1 Teknologi 4G LTE

Tujuan LTE adalah untuk meningkatkan kecepatan dan kapasitas sekaligus mengurangi latensi jaringan seluler pada ponsel. Jaringan seluler menjadi lebih sederhana dalam arsitektur saat bergerak menuju sistem ALL-IP. Modulasi yang digunakan dalam LTE adalah OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*). [5]

### 2.2 Backhaul

*Backhaul* dalam jaringan telekomunikasi merupakan media transmisi jaringan radio akses seluler yang menghubungkan antara *base transceiver station* dengan *base station controller*-nya untuk menyalurkan data maupun informasi dari *source point* ke *destination point* [6].

### 2.3 Perencanaan Berdasarkan Kapasitas User

Perencanaan ini bertujuan untuk menentukan seberapa besar kemampuan suatu jaringan dalam melayani kebutuhan pelanggan dan menentukan kebutuhan jumlah *site* yang sesuai dengan jumlah pengguna untuk memenuhi kapasitas trafik di wilayah tertentu [7].

### 2.4 Perencanaan Berdasarkan Coverage

*Coverage Planning* merupakan melakukan perhitungan untuk menghitung dimana sinyal dapat di terima oleh UE atau *receiver*. Metode untuk memperkirakan jumlah *site* yang dibutuhkan berdasarkan luasan area untuk memastikan jaringan dapat layanan/signal pada seluruh daerah tujuan [9].

### 2.5 GPON (Gigabyte Passive Optical Network)

*Gigabyte Passive Optical Network* (GPON) merupakan jaringan serat optik berbasis *point to multipoint* dengan kapasitas data yang besar dan kemampuan *transfer* data yang sangat cepat serta memiliki *bandwidth* yang besar [13].

### 2.6 SDH (Synchronous Digital Hierarchy)

Dalam jaringan telekomunikasi SDH merupakan suatu sistem hirarki *multiplexing* yang beroperasi terutama pada kanal – kanal transmisi fiber optik. Sistem SDH merupakan proses *multiplex* sinyal *tributary* secara *multiplexing* sinkron yang pembentukan sinyalnya melalui elemen jaringan digital yaitu : Terminal *multiplexer*, *Add/Drop Multiplexer* (ADM), dan *Digital Cross-Connect* (DXC) [12].

III. METODE

3.1 Capacity Planning

Perencanaan berdasarkan kapasitas yaitu untuk mengetahui seberapa besar kapasitas trafik yang diperlukan untuk memenuhi kapasitas trafik user pada daerah kecamatan Aluh – Aluh Kalimantan Selatan [7].

Tabel 1 Perolehan Site berdasarkan *capacity planning*

Parameter	Uplink	Downlink
Area Wide (Km <sup>2</sup> )	82.93	
Total Target User	7,258	
Single User Throughput (Kbps)	5.54	19.67
Network Throughput	40.22	142.79
Cell Average Throughput (Mbps)	19.66	24.58
Site Capacity (Mbps)	88.5	73.74
Number of Site	0.68 ≈ 1	1.93 ≈ 2
Number of User per Site	7,258	3,629

3.2 Coverage Planning

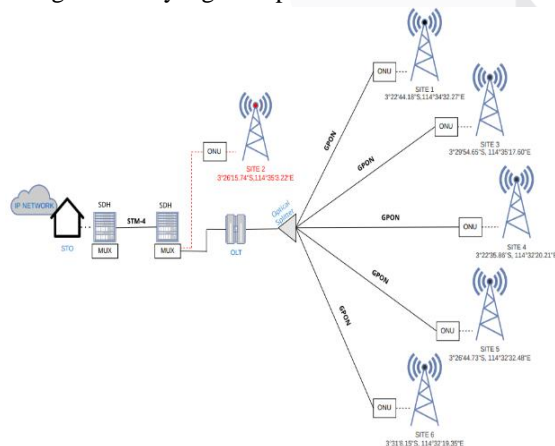
*Coverage Planning* merupakan melakukan perhitungan untuk menghitung dimana sinyal dapat di terima oleh UE atau *receiver*. Metode untuk memperkirakan jumlah *site* yang dibutuhkan berdasarkan luasan area untuk memastikan jaringan dapat layanan/signal pada seluruh daerah tajaan [9]

Tabel 2 Perolehan Site berdasarkan *Coverage Planning*

Calculation	Formula	Result
Cell Coverage	$2,6 \times 1,95 \times d^2$	9,474 km <sup>2</sup>
Total Cell	$\frac{\text{Area Wide}}{\text{Cell Coverage}}$	8,754 ≈ 9 site

3.3 Perancangan Link Jaringan Serat Optik

Perancangan jaringan backhaul ini menggunakan jaringan SDH dengan level STM-4 untuk menghubungkan STO dengan Site 2 yang merupakan sentral eNodeB.



Gambar 3. 1 Konfigurasi Jaringan Backhaul dan Jaringan Akses

3.3.1 Perancangan Backhaul Link

Pada perancangan Jaringan *backhaul link* dengan menggunakan STM-4 yang memiliki *bit rate* 622 Mbps, sehingga cukup dengan kapasitas yang dibutuhkan yaitu dengan kapasitas *uplink* dan *downlink* terbesar yaitu *uplink* sebesar 353,88 Mbps dan *downlink* sebesar 442,44 Mbps .

Tabel 2 Parameter Perancangan *Backhaul Link*

Data Teknis Perancangan Link Backhaul		
Parameter	Unit	Standard Parameter
Perangkat Link Transport (STM-4)		
Laju Bit (B)	Mbps	622
Jarak Link	km	21.935
Format Modulasi	-	NRZ
Panjang Gelombang	nm	1310
Margin Sistem	dB	5
Attenuator	dB	5
Komponen SKSO		
Kabel Serat Optik Single Mode : ITU-T G.652 (Non Zero Dispersion Shifted Fiver)		
Attenuasi	dB/km	0.34
Optical Interface		
Daya Transmit	dBm	-3 sampai 2
Sensitivitas Minimum	dBm	-28
Komponen Tambahan		
Redaman Konektor	dB	0.2
Redaman Splice	dB	0.03

3.3.2 Perancangan Link Akses

Perancangan *link akses* dengan mengacu pada standart ITU-T G.984.2 tentang teknologi GPON.GPON berfungsi sebagai media *transport* untuk jaringan akses agar data yang dikirimkan dari jaringan core network menuju backhaul kemudian titik site sesuai yang diinginkan.

Tabel 3 Parameter Perancangan *Link Akses*

Data Teknis Perancangan Link Akses		
Parameter	Unit	Standard Parameter
Perangkat GPON		
Laju Bit (B) Downstream	Mbps	2488.32
Laju Bit (B) Upstream	Mbps	1244,16
Format Modulasi	-	NRZ
Panjang Gelombang Downstream	nm	1490
Panjang Gelombang Upstream	nm	1310
Margin Sistem	dB	3 - 6
Komponen SKSO		
Kabel Serat Optik Single Mode : ITU-T G.652 (Non Zero Dispersion Shifted Fiver)		
Attenuasi Dowstream (1490nm)	dB/km	0,22
Attenuasi Upstream (1310nm)	dB/km	0,34
Transmitter Optical Interface (Laser Diode)		
Daya Transmit (Class B+)	dBm	1,5 sampai 5
Receiver (PIN)		
Sensitivitas Minimum (Class B+)	dBm	-8 sampai -28
Komponen Tambahan		
Redaman Konektor	dB	0,2
Redaman Splitter 1x8	dB	10,5
Redaman Splice Downstream (1490nm)	dB	0,22
Redaman Splice Upstream (1310nm)	dB	0,34

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Simulasi dan Pemodelan Sistem

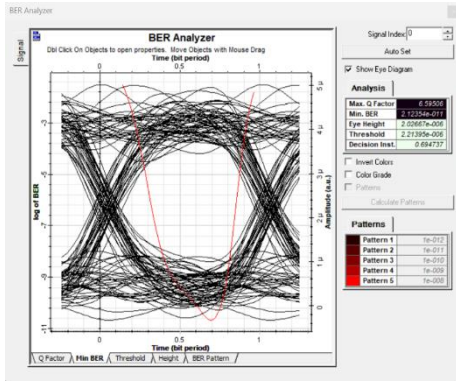
Pada *link backhaul* menggunakan sistem *point to point* dengan menggunakan teknologi SDH,*bit rate* yang di pakai pada *link backhaul* adalah 622 Mbps dengan menggunakan model sistem pada simulasi terdapat komponen transmitter, connector, serat optik, dan receiver.

Pada *link* akses menggunakan model sistem GPON dan *bit rate* yang dipakai 2.5 Gbps dengan menggunakan model sistem pada simulasi terdapat komponen transmitter, connector, splitter, serat optik dan receiver.

**4.2 Analisis Hasil Simulasi Perancangan**

**4.2.1 Analisis Perancangan Backhaul Link**

Untuk analisis hasil simulasi *link backhaul* dengan menggunakan STM-4, nilai yang diambil adalah nilai terburuk dari percobaan simulasi, simulasi pada *link backhaul* memakai *power transmitter* -3 dBm.



Gambar 4.1 Hasil Eye Diagram, BER, Q-Factor Pada Link Backhaul

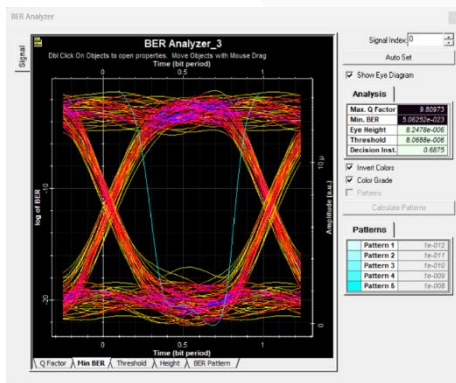


Gambar 4.2 Hasil Power Received Pada Link Backhaul

Pada Gambar 4.1 menunjukkan hasil Q-factor 6,595, BER  $2,123 \times 10^{-11}$ , dan *eye diagram*, sedangkan pada Gambar 4.2 menunjukkan hasil *power received* -25,52 dBm.

**4.2.2 Analisis Perancangan Link Akses Menggunakan GPON sisi Downstream**

Menganalisis hasil simulasi *link akses* GPON disisi *downlink*, nilai yang diambil adalah nilai terburuk dari percobaan simulasi, simulasi pada *link akses* memakai *power transmitter* 2 dBm.



Gambar 4. 3 Hasil Eye Diagram, BER, Q-Factor Terburuk Pada Link Akses Downstream

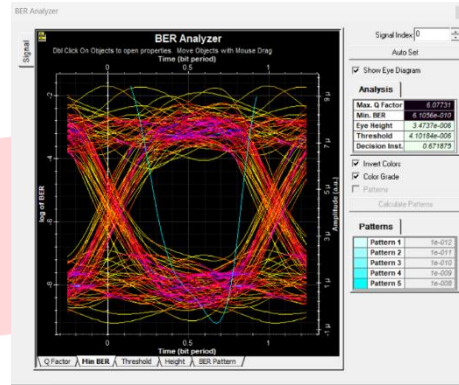


Gambar 4. 4 Hasil Power Received Terburuk Pada Link Akses Downstream

Pada Gambar 4.3 menunjukkan hasil Q-factor 9,809, BER  $5,062 \times 10^{-23}$ , dan *eye diagram*, sedangkan pada Gambar 4.4 menunjukkan hasil *power received* -20,484 dBm.

**4.2.3 Analisis Perancangan Link Akses Menggunakan GPON sisi Upstream**

Menganalisis hasil simulasi *link akses* GPON disisi *uplink*, nilai yang diambil adalah nilai terburuk dari percobaan simulasi, simulasi pada *link akses* memakai *power transmitter* 2 dBm.



Gambar 4. 5 Hasil Eye Diagram, BER, Q-Factor Terburuk Pada Link Akses Upstream

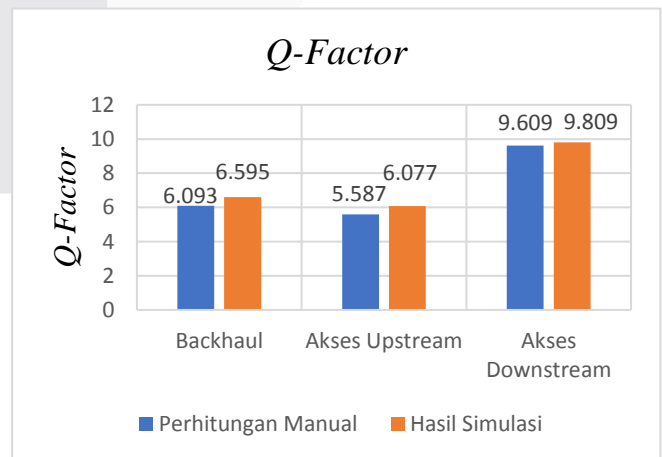


Gambar 4. 6 Hasil Power Received Terburuk Pada Link Akses Upstream

Pada Gambar 4.5 menunjukkan hasil Q-factor 6,077, BER  $6,105 \times 10^{-10}$ , dan *eye diagram*, sedangkan pada Gambar 4.6 menunjukkan hasil *power received* -22,859 dBm.

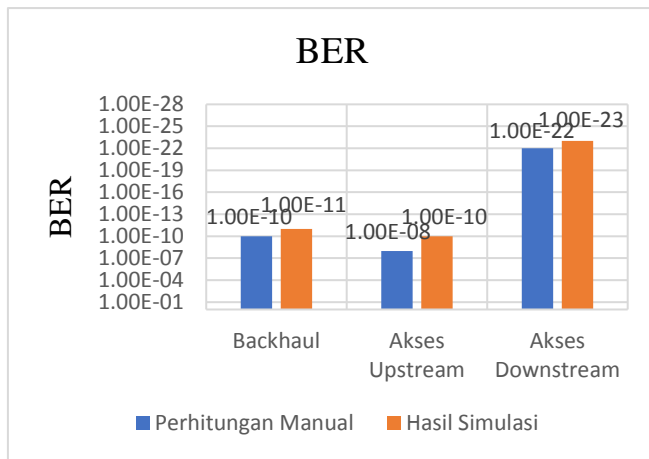
**4.3 Analisis Hasil Simulasi Perancangan**

Berdasarkan hasil jarak terjauh untuk parameter Q-Factor, BER, dan Power Received yang didapatkan dari hasil simulasi *link akses* dan *link backhaul*, akan dibandingkan dengan hasil perhitungan secara manual.

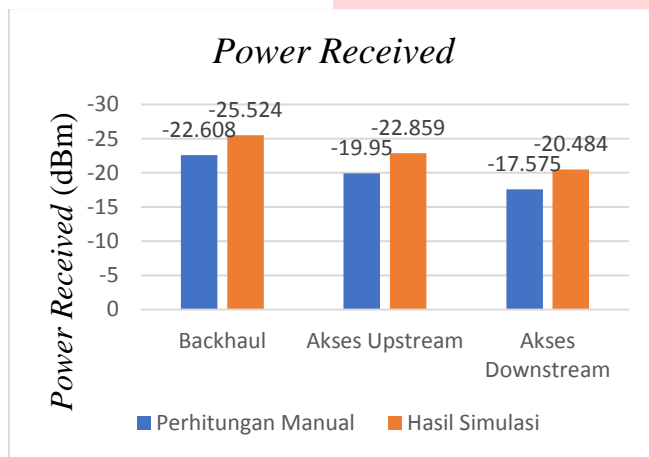


Gambar 4.1 Perbandingan Q-factor Perhitungan dan Simulasi





Gambar 4.3 Perbandingan BER Perhitungan dan Simulasi



Gambar 4.4 Perbandingan Power Received Perhitungan dan Simulasi

Perbedaan yang terlihat pada perhitungan manual dengan simulasi yang dimana perbedaan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu adanya faktor *random sequence*, *efek non-linear*, *insertion loss*, *extinction ratio* dan dispersi pada software simulasi, sedangkan pada perhitungan manual tidak ada hal tersebut yang mengakibatkan nilai *Q-factor*, BER, dan *power received* pada simulasi memiliki perubahan nilai yang tidak pasti.

## V. KESIMPULAN

1. Berdasarkan standar kelayakan sistem jaringan eNodeB pada *link backhaul* dengan menggunakan STM-4 dengan daya *transmitter* sebesar -3 dBm mendapatkan nilai untuk *Q-factor* 6,595, BER  $2,123 \times 10^{-11}$ , dan *power received* -25,52 dBm.
2. Berdasarkan standar kelayakan sistem jaringan eNodeB pada link akses dengan menggunakan GPON pada sisi *upstream* dengan daya *transmitter* sebesar 2 dBm mendapat kan nilai terbaik untuk *Q-factor* 11,303, BER  $6,310 \times 10^{-30}$ , dan *power received* - 20,144 dBm. Sedangkan untuk nilai terburuk pada sisi *upstream* untuk *Q-factor* 6,077, BER  $6,105 \times 10^{-10}$ , dan *power received* -22,859 dBm.
3. Berdasarkan standar kelayakan sistem jaringan eNodeB pada link akses dengan menggunakan GPON

pada sisi *downstream* dengan daya *transmitter* sebesar 2 dBm mendapat kan nilai terbaik untuk *Q-factor* 14,512, BER  $5,060 \times 10^{-48}$ , dan *power received* -18,706 dBm. Sedangkan untuk nilai terburuk pada sisi *downstream* untuk *Q-factor* 9,809, BER  $9,809 \times 10^{-23}$ , dan *power received* sebesar -20,484 dBm.

4. Berdasarkan analisis dengan menggunakan standar kelayakan dari performansi dalam perancangan sistem, dapat disimpulkan bahwa nilai tersebut sudah memenuhi syarat kelayakan dan sudah dapat direalisasikan.

## REFERENSI

- [1] Dahlman, E., Parkvall, S., & Sköld, J. "4G LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband". Oxford: Elsevier.2011
- [2] Ardilla,N., & Natali,Y. "Implementasi Jaringan Serat Optik Untuk Backhaul 4G Frekuensi 1800 Mhz Dengan Menggunakan Pendekatan Link Budget". Journal of Informatics and Communication Technology, 5.2019
- [3] Hariyadi, "ISSN 2599-2081 EISSN 2599-2090 Fak . Teknik UMSB Rang Teknik Journal," Vol. 1 No.1 Januari 2018, vol. I, no. 1, pp. 43–51, 2018.
- [4] Valendira Putri , M.I. Maulana, F.T. Elektro, and U. T. Bandung, "PERANCANGAN JARINGAN BACKHAUL 4G / LTE MENGGUNAKAN SERAT OPTIK DI KECAMATAN LOKSADO , KANDANGAN , DAN KALUMPANG BACKHAUL 4G / LTE NETWORK DESIGN USING OPTICAL FIBER IN SUB DISTRICT LOKSADO , KANDANGAN , AND KALUMPANG," vol. 5, no. 1, pp. 736–743, 2018.
- [5] International Telecommunications Union, "The Last-mile Internet Connectivity Solutions Guide Sustainable connectivity options for unconnected sites 2020," Itu, 2020, [Online]
- [6] M. Ajay R, *Fundamentals of Network Planning and Optimisation 2G-3G-4G Evolution to 5G*. 2018.
- [7] A. C. Anwar, H. Wijanto, M. I. Maulana, F. T. Elektro, and U. Telkom, "Transport Microwave Dan Fso Pada Link Terrestrial Dan Haps Analysis of Backhaul Planning for Lte Network With Combination of Microwave and Fso Transport in Terrestrial," vol. 6, no. 2, pp. 3351–3360, 2019.
- [8] Commscope, "Fiber-optic connectivity solutions for wireless backhaul infrastructure," 2018.
- [9] A. S. Yogapratama, U. K. Usman, and T. A. Wibowo, "Analysis on 900 MHz and 1800 MHz LTE network planning in rural area," 2015 3rd Int. Conf. Inf. Commun. Technol. ICoICT 2015, pp. 135–139, 2015, doi: 10.1109/ICoICT.2015.7231410.
- [10] R. A. Nugroho *et al.*, "Perencanaan Jaringan Mikrosel 4G LTE di Skywalk Cihampelas Bandung," *e-Proceeding Eng. Telkom Univ.*, vol. 5, no. 1, 2018.
- [11] R. R. Yusuf, U. K. Usman, and Y. S. Rohmah, "Analisa Perencanaan Perluasan Coverage Area Lte Di Kabupaten Garut," *TEKTRIKA - J. Penelit. dan Pengemb. Telekomun. Kendali, Komputer, Elektr. dan Elektron.*, vol. 3, no. 2, p. 64, 2019, doi: 10.25124/tektrika.v3i2.2225.

- [12] R. T. Silalahi and L. O. Sari, "ANALISIS PERFORMANSI JARINGAN FIBER OPTIC PADA PENYAMBUNGAN SINGLE-MODE KE MULTI-MODE PROVIDER XL Menggunakan Perangkat Temporary," vol. 8, pp. 1–6, 2021.
- [13] A. Hanafiah, "Teknologi Serat Optik," *J. Sist. Tek. Ind.*, vol. 7, no. 1, pp. 87–91, 2006.
- [14] Waryani, "Penggelaran Transmisi Synchronous Digital Hierarchy ( Sdh ) Dan Mengintegrasikanya Dengan Plesiochronous Digital Hierarchy ( Pdh )," pp. 41–48, 2019.
- [15] Wibisono, Gunawan. "SISTEM JARINGAN FIBER OPTIC". 2020.
- [16] E Farhan, Ki Agus. "PERANCANGAN DAN ANALISIS JARINGAN BACKHAUL SERAT OPTIK UNTUK KOMUNIKASI LTE PENUMPANG KERETA CEPAT JAKARTA – SURABAYA SUB CEPU – SURABAYA". 2020 . Bandung : Telkom University.
- [17] Onsemiconductor .2012. —Understanding Data Eye Diagram Methodology for Analyzing High Speed Digital Signals. pp. 1–7.
- [18] Djamal, Hidayanto. "Mengenali Eye-Pattern Pada Sinyal Serial Digital".
- [19] BPS Kab. Banjar. "Kecamatan Aluh – Aluh Dalam Angka" . 2021.
- [20] Statista. (2022). *Revenue Market Share of Mobile Subscribers in Indonesia as of Q1 2020, by provider*. Indonesia: DBS Bank.
- [21] Wellington Capital. (2021). *The Mobile Telecoms Industry in Indonesia Enters The 5G Era*. Indonesia: WCA Analyst.
- [22] International Telecommunication Union (ITU-T), "G.984.2 : Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Physical Media Dependent (PMD) layer specification," 2004.
- [23] BPS Kab. Banjar. "Kecamatan Aluh – Aluh Dalam Angka" . 2021
- [24] R. F. Adiati, A. Kusumawardhani, and H. Setijono, "Analisis Parameter Signal to Noise Ratio dan Bit Error Rate dalam Backbone Komunikasi Fiber Optik Segmen Lamongan-Kebalen," *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 2, pp. 8–12, 2017, doi: 10.12962/j23373539.v6i2.26079.