

# PERANCANGAN JARINGAN LAST MILE BERBASIS GPON DI KECAMATAN CIWIDEY JAWA BARAT

1<sup>st</sup> Kindi Alfitrandy  
Prodi S1 Teknik Telekomunikasi  
Fakultas Teknik Elektro  
Telkom University  
Bandung, Indonesia  
[kindialfitrandy@student.telkomuniversi  
ty.ac.id](mailto:kindialfitrandy@student.telkomuniversi<br/>ty.ac.id)

2<sup>nd</sup> Akhmad Hambali  
Prodi S1 Teknik Telekomunikasi  
Fakultas Teknik Elektro  
Telkom University  
Bandung, Indonesia  
[ahambali@telkomuniversity.ac.id](mailto:ahambali@telkomuniversity.ac.id)

3<sup>rd</sup> M. Irfan Maulana  
Prodi S1 Teknik Telekomunikasi  
Fakultas Teknik Elektro  
Telkom University  
Bandung, Indonesia  
[muhammadirfanm@telkomuniversi  
ty.ac.id](mailto:muhammadirfanm@telkomuniversi<br/>ty.ac.id)

**Abstrak**— Sistem komunikasi jarak jauh merupakan salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan layanan internet yang penting bagi umat manusia di zaman ini. Layanan video dan data dengan bandwidth yang tinggi sangat dibutuhkan seperti teknologi Long Term Evolution. Wilayah Ciwidey merupakan salah satu pusat wisata di Jawa barat namun jaringan 4G LTE masih tidak baik di wilayah tersebut sehingga dibutuhkan pemerataan jaringan 4G/LTE. Pada tugas akhir ini dilakukan perancangan dengan penentuan wilayah untuk perancangan jaringan last mile berdasarkan letak geografis untuk dilakukan perhitungan user trafik. Dengan menggunakan ONU pada eNodeB dan ONT pada sekolah dan tempat wisata. Perancangan ini menggunakan teknologi GPON sesuai dengan standar ITU-T G.984 dimana 2,488 Gbps untuk *downstream* dan 1,244 Gbps untuk *upstream*. Hasil perhitungan perancangan untuk layanan komunikasi data di Kecamatan Ciwidey, Jawa Barat. Rancangan ini terpenuhi dengan parameter terendah BER untuk link eNodeB pada sisi *downstream* bernilai  $1,90 \times 10^{-10}$  dan *upstream*  $1,95 \times 10^{-13}$ . Sedangkan untuk link ONT pada sekolah nilai parameter BER terendah pada link akses *downstream* bernilai  $9,81 \times 10^{-9}$  dan *upstream* bernilai  $1,08 \times 10^{-9}$ .

**Kata kunci**— LTE, GPON, bit error rate

**Abstract**— The long-distance communication system is one way to meet the needs of internet services that are important for mankind today. Video and high bandwidth data services such as Long Term Evolution technology are needed. The Ciwidey area is one of the tourist centers in West Java, but the 4G LTE network is still not good, so an even distribution of the 4G/LTE network is needed. In this final project, the design is carried out by determining the area for designing the geographic location of the last mile network to calculate user traffic. By using ONU on eNodeB and ONT on schools and tourist attractions. This design uses GPON technology in accordance with the ITU-T G.984 standard where 2.488 Gbps for *downstream* and 1.244 Gbps for *upstream*. The results of the design calculations for data communication services in Ciwidey District, West Java. This design is fulfilled with the lowest parameter BER for the eNodeB link on the *downstream* side is  $1,90 \times 10^{-10}$  and  $1,95 \times 10^{-13}$ . Meanwhile, for the ONT link at the school, the lowest BER parameter value on the *downstream* access link is  $9,81 \times 10^{-9}$  and the *upstream* is  $1,08 \times 10^{-9}$ .

**Keywords**— LTE, GPON, bit error rate

## I. PENDAHULUAN

Manusia memerlukan komunikasi jarak jauh tidak hanya suara tetapi juga video dan data sehingga diperlukan suatu jaringan komunikasi yang mampu memberikan layanan yang memiliki kualitas yang baik dan mampu melayani siaran tiga arah yaitu data, suara dan video yang memiliki bandwidth yang tinggi. Pencapaian ini menimbulkan pertumbuhan akan pelanggan mobile broadband yang diperkirakan mencapai 77 miliar pengguna pada tahun 2021. Transmisi berbasis fiber optik menjadi jawaban yang tepat akan kebutuhan bandwidth yang tinggi hingga 64 Tbps. Menjadikan jaringan fiber optik sebagai solusi dalam penggelaran jaringan backbone 4G Long Term Evolution (LTE) [1].

Keadaan pandemi covid-19 mengharuskan pelajar maupun mahasiswa untuk menggunakan layanan internet yang baik. Kondisi akses internet yang berada di kecamatan Ciwidey terbilang masih tidak merata dan tidak baik, selain itu Ciwidey juga memiliki berbagai wisata yang sering kali dikunjungi wisatawan dari berbagai macam daerah. Kecamatan Ciwidey memiliki luas  $48,47 \text{ km}^2$  yang terdiri dari 7 desa yaitu Panundaan, Ciwidey, Panyocokan, Lebakmuncang, Rawabogo, Nengkelan, dan Sukawening, dengan melakukan survey melalui software kondisi internet di kecamatan Ciwidey terbilang tidak merata. Oleh karena itu akan dilakukan perancangan jaringan last mile berbasis GPON di daerah Ciwidey Jawa Barat yang akan dihasilkan berbagai parameter terkait perancangan ini.

## II. KAJIAN TEORI

### Backbone

*Backbone* adalah saluran atau koneksi *broadband* yang menjadi saluran utama jaringan. Jaringan tulang punggung adalah jaringan yang menghubungkan beberapa jaringan berkecepatan rendah melalui gateway. Dengan menggunakan jaringan backbone, masalah kecepatan koneksi antar jaringan area lokal dapat teratasi. Jaringan inti dapat memuat hingga 10 Gbit/s. Seperti halnya dengan koneksi antar STO yang saling terhubung oleh jaringan backbone [5].

### Last Mile

Jaringan last mile merupakan jaringan telekomunikasi yang terletak pada rantai jaringan telekomunikasi paling ujung atau paling dekat dengan pelanggan [6].

**Gigabit Passive Optical Network (GPON)**

GPON adalah evolusi dari teknologi *Passive Optical Network* (PON) di mana informasi dari pusat distribusi yang didistribusikan ke pelanggan oleh *splitter* sehingga memungkinkan informasi untuk dikirim ke banyak pelanggan melalui beberapa saluran kantor cabang. PON terdiri dari dua teknologi yaitu GPON yang dikeluarkan oleh ITU-T dan standar IEEE *Gigabit Ethernet Passive Optical Network* (GEAPON) . *Gigabit Passive Optical Networking* adalah teknologi FTTX yang digunakan untuk memerikan layanan kepada pelanggan melalui kabel serat optik[12].

III. METODE

**Perhitungan User Trafik**

Perhitungan estimasi jumlah user ini bertujuan agar perancangan sistem untuk memenuhi layanan internet dalam beberapa tahun ke depan dapat terpenuhi. Sehingga didapatkan Network Throughput dan jumlah Sel yang dibutuhkan untuk perancangan. Spesifikasi Antena

Agar antena dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan yang diinginkan maka dibutuhkan spesifikasi. Antena ini dirancang agar mampu bekerja pada frekuensi 5.8 GHz. Dan bentuk patch yang direncanakan adalah sirkular. Berikut merupakan spesifikasi antena yang dirancang:

Tabel 1 Network Throughput

Kecamatan Ciwidey	
Uplink	Downlink
$UL = 12333 \times 9,52$ $= 117411$ $UL = \frac{117411}{1000} = 117,42$ Mbps	$DL = 12333 \times 36,38$ $= 448675$ $DL = \frac{448675}{1000}$ $= 448,68$ Mbps

Tabel 2 Jumlah sel

Kecamatan Ciwidey
$UL = \frac{117,42}{20,6496} = 5,68 = 6$ sel
$DL = \frac{448,68}{34,416} = 13,03 = 14$ sel

**Perancangan link akses**

Teknologi link jaringan akses pada perancangan ini menggunakan teknologi GPON dikarenakan sesuai perhitungan jumlah kapasitas untuk jaringan EnodeB dan jaringan menuju ke instansi sekolah dan kantor memerlukan kapasitas yang besar. Menggunakan fiber optic jenis singlemode dengan standar ITU-T G.652.D dan teknologi GPON dalam jaringan Access-Link memerlukan beberapa parameter desain yang terkait dengan standar ITU-T G.984 untuk teknologi GPON dan memperoleh data berikut [11]:

Tabel 3 Optical Interface Parameter GPON untuk Downstream [11]

Item	Value	Unit
Bit Rate Downstream	2,488	Mbps
Format Modulasi	-	NRZ
Wavelength upstream	1310	nm
Wavelength downstream	1490	nm
Power Range Tx	3 - 7	dBm

Tabel 4 Optical Interface Parameter GPON untuk Upstream [11]

Item	Value	Unit
Bit Rate Downstream	1,244	Mbps
Format Modulasi	-	NRZ
Wavelength upstream	1310	nm
Wavelength downstream	1490	nm
Power Range Tx	1 - 5	dBm

**Perhitungan Power Link Budget**

Untuk mencari nilai dari *link power budget* eNodeB memerlukan beberapa parameter seperti Panjang kabel serat optik, jumlah konektor, jumlah splicing dan splitter yang digunakan. Dengan jarak link akses eNodeB dan ONT yang paling jauh, maka link power budget eNodeB dan ONT sebagai berikut:

Berikut adalah Link Power Budget untuk eNodeB :

LPB downstream :

$$a_{tot} = 12,518 \cdot 0,22 \text{ dB/km} + 0,25 \text{ dB/km} \cdot 4 + 0,1 \cdot 6 + 7,4 + 6 + 6$$

$$a_{tot} = 2,75396 + 1 + 0,4 + 7,4 + 6 + 6$$

$$a_{tot} = 23,754$$

$$P_{rx} = P_{tx} - a_{tot}$$

$$P_{rx} = 4,5 - 23,754,$$

$$P_{rx} = -19,25 \text{ dBm}$$

LPB Upstream :

$$a_{tot} = 12,518 \cdot 0,34 \text{ dB/km} + 0,25 \text{ dB/km} \cdot 4 + 0,1 \cdot 6 + 7,4 + 6 + 6$$

$$a_{tot} = 4,25612 + 1 + 0,2 + 7,4 + 6 + 6$$

$$a_{tot} = 25,056$$

$$P_{rx} = P_{tx} - a_{tot}$$

$$P_{rx} = 4,5 - 25,056$$

$$P_{rx} = -20,56 \text{ dBm}$$

Berikut adalah Link Power Budget untuk link ODP-ONT :

LPB downstream :

$$a_{tot} = 9,18 \cdot 0,22 \text{ dB/km} + 0,25 \text{ dB/km} \cdot 6 + 0,1 \cdot 4 + 7,4 + 3$$

$$a_{tot} = 2,0196 + 1,5 + 0,4 + 7,4 + 3$$

$$a_{tot} = 24,619$$

$$P_{rx} = P_{tx} - a_{tot}$$

$$P_{rx} = 4,5 - 24,619$$

$$P_{rx} = -20,12 \text{ dBm}$$

LPB Upstream :

$$a_{tot} = 9,18 \cdot 0,34 \text{ dB/km} + 0,25 \text{ dB/km} \cdot 6 + 0,1 \cdot 4 + 7,4 + 3$$

$$a_{tot} = 3,1212 + 1,5 + 0,4 + 7,4 + 3$$

$$a_{tot} = 25,720$$

$$P_{rx} = P_{tx} - a_{tot}$$

$$P_{rx} = 4,5 - 25,720$$

$$P_{rx} = -21,22 \text{ dBm}$$

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Simulasi Permodelan Sistem

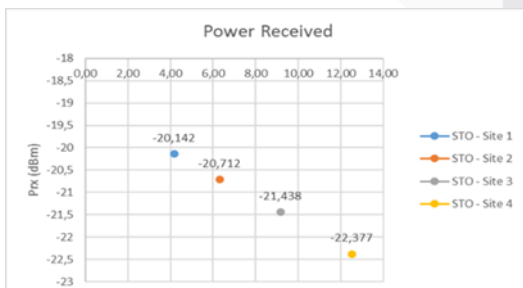
Model simulasi pada link akses EnodeB dan jaringan menuju perkantoran berbasis Gpon pada perancangan 4G LTE di kecamatan Ciwidey ini bertujuan untuk mengetahui performansi pada link akses Gpon untuk eNodeB dan ODP-ONT. Dengan eNodeB 1 dan OLT sebagai sentral untuk link akses dari semua eNodeB dan ODP-ONT. OLT yang digunakan menggunakan bit rate 2,488 Gbps untuk downstream dan 1,244 Gbps untuk upstream.

##### Analisis Hasil Simulasi Perancangan

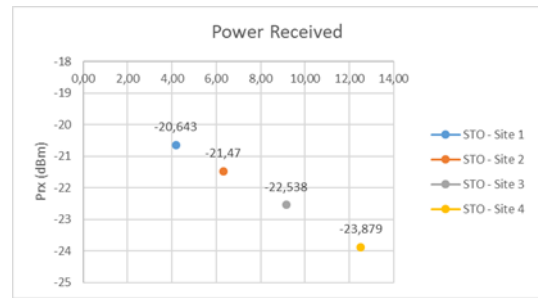
Simulasi yang dilakukan dalam perangkat lunak optik memerlukan komponen pengukur daya optik untuk menampilkan daya yang diterima yang dihasilkan dan penganalisis BER untuk menampilkan faktor-Q dan nilai BER. Analisis ini dilakukan pada analisis spesifikasi minimum, parameter di bawah minimum dan di atas minimum, dan hubungan antara BER dan Q-factor dan Q-factor dan beberapa manipulasi jarak.

##### Analisis Terhadap Power Received

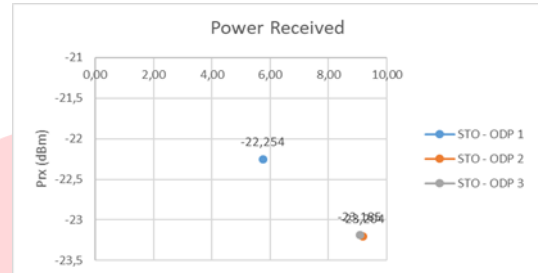
Power Received yaitu daya terima yang diterima oleh receiver. Nilai Power Received dipengaruhi oleh jarak dan daya pada transmitter. Berikut hasil simulasi Power Received pada link eNodeB dan ODP:



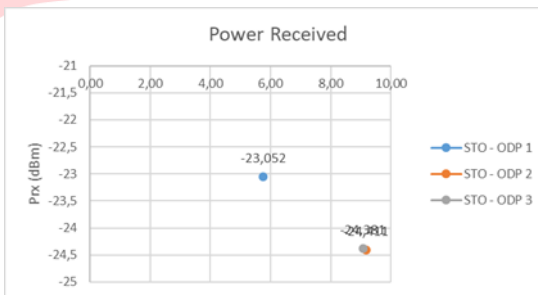
Gambar 1. Grafik Power Received eNodeB downstream



Gambar 2. Power Received eNodeB upstream



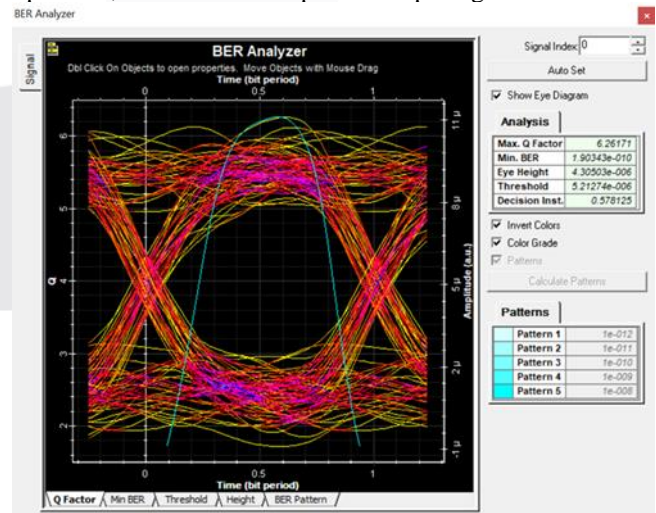
Gambar 3. Power Received ODP downstream



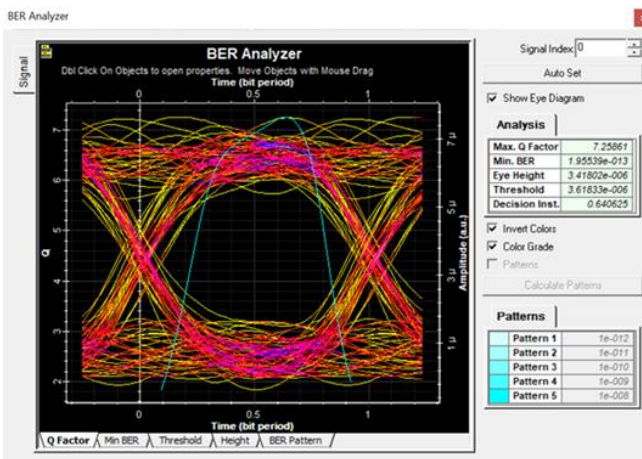
Gambar 4. Power Received ODP upstream

##### Analisis Terhadap Q-Factor dan BER

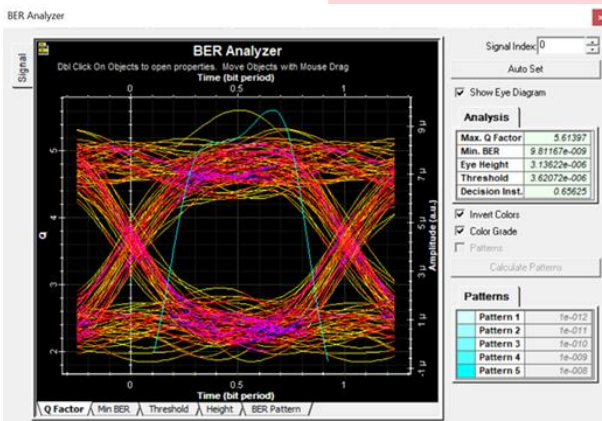
Untuk mengetahui nilai Q-Factor dan bit error rate hasil simulasi digunakan BER Analyzer. Nilai Q-Factor dan BER diambil dari nilai terburuk dalam link downstream dan upstream, hasil simulasi dapat dilihat pada gambar dibawah :



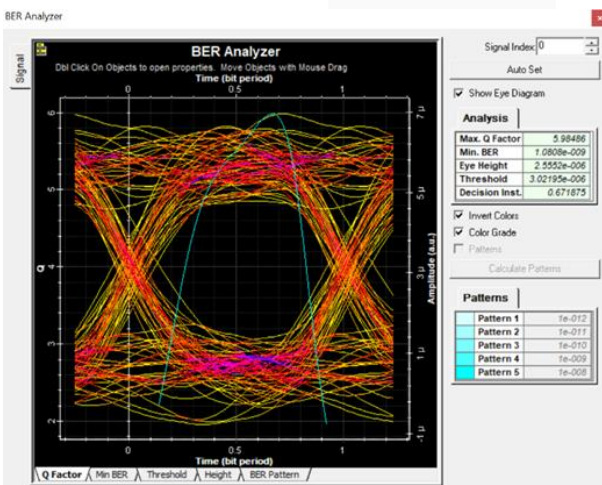
Gambar 5. Hasil Q-Factor dan BER eNodeB downstream



Gambar 6. Hasil Q-Factor dan BER eNodeB upstream



Gambar 7. Hasil Q-Factor dan BER ODP downstream



Gambar 8. Hasil Q-Factor dan BER ODP upstream

## V. KESIMPULAN

### Kesimpulan

1. Simulasi jaringan eNodeB untuk masyarakat umum pada link akses *downstream* dengan menggunakan GPON di Kecamatan Ciwidey mendapatkan nilai terburuk untuk Q-factor = 6,26, BER =  $1,90 \times 10^{-10}$  dan Power Received = -22,377 dBm dengan daya

transmitter 4,5 dBm. Nilai terburuk pada sisi upstream mendapatkan hasil untuk Q-factor = 7,25, BER =  $1,95 \times 10^{-13}$  dan Power Received = -23,879 dBm dengan daya transmitter 4,5 dBm.

2. Simulasi jaringan ODP untuk sekolah dan kantor pemerintahan pada link akses downstream dengan menggunakan GPON di Kecamatan Ciwidey mendapatkan nilai terburuk untuk Q-factor = 5,61, BER =  $9,81 \times 10^{-9}$  dan Power Received = -23,204 dBm dengan daya transmitter 4,5 dBm. Nilai terburuk pada sisi *upstream* mendapatkan hasil untuk Q-factor = 5,98, BER =  $1,08 \times 10^{-9}$  dan Power Received = -24,411 dBm dengan daya transmitter 4,5 dBm.
3. Hasil performansi jaringan last mile berbasis fiber optik di Kecamatan Ciwidey dengan menggunakan spesifikasi minimum dapat memenuhi seluruh parameter dan dapat digunakan untuk mendukung layanan internet di Kecamatan Ciwidey.

### Saran

Dalam merancang jaringan 4G LTE di kecamatan Ciwidey dilakukan melalui *desktop* studi sehingga pengambilan data yang diambil hanya parameter umum serta melalui media komputasi, alangkah lebih baik pihak kampus melakukan kerja sama dengan perusahaan tertentu agar pengambilan data lebih efektif dan akurat.

### REFERENSI

- [1] R. Atul Izza Asyari and E. Indarto, "Optical Network Design For 4G Long Term Evolution Distribution Network In Sleman," p. 332, 2016.
- [2] P. Thanh Hoa, M. Elias Eusuf, and T. Yamada, "The Architecture of Mobile Multimedia Metropolitan Area Network towards the Future of the 4G Mobile System," p. 166, 2006.
- [3] Y. Lt, S. Zhu, P. Ren, and G. Hu, "Path toward Next Generation Wireless Internet\*-Cellular mobile 4G, WLANNPAN and IPv6 backbone," Beijing, 2002.
- [4] I. Rezkika, S. Novalianda, and A. Ramadhan, *ANALISIS KEBUTUHAN PARAMETER JARINGAN LTE DENGAN SISTEM REFARMING FREKUENSI PADA DAERAH URBAN METROPOLITAN CENTRE*. Medan, 2019.
- [5] A. P. W. Nugraha, E. Murpratama, R. Topani, and E. S. Sugesti, "Perancangan Jaringan Backbone Optik 4G LTE DWDM Di Kabupaten Bandung Selatan," *Seniati* 2019, vol. 5, no. 2, pp. 141–148, 2019.
- [6] Joseph Jonita and Pillai Sakuntala, *Modeling of Broadband Power Line Communication in last-mile networks*. 2016.
- [7] S. Mavoungou, G. Kaddoum, M. Taha, and G. Matar, "Survey on threats and attacks on mobile networks," *IEEE Access*, vol. 4, pp. 4543–4572, 2016, doi: 10.1109/ACCESS.2016.2601009.

- [8] Erik Dahlman, Stefan Parkvail, Johan Skhold, LTE/LTE Advanced for Mobile Broadband, Burlington: Elsavier, 2011.
- [9] P. Jaringan, F. Optik, and D. Sentral, "HINGGA KE PELANGGAN DI YOGYAKARTA PERFORMANCE OF FIBER OPTIC NETWORK FROM CENTRAL," pp. 207–214, 2016.
- [10] Sackinger E, *Broadband Circuits for Optical Fiber Communication*. Canada, 2005.
- [11] V. P. P, 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.
- [12] T. N. Damayanti and H. Putri, "Perbandingan Unjuk Kerja Transmisi Jaringan Fttb Menggunakan Gepon Dan Gpon," *J. Elektro dan Telekomun. Terap.*, vol. 3, no. 2, pp. 356–368, 2017, doi: 10.25124/jett.v3i2.304
- [13] A. A. Saputra et al., "BACKBONE PADA JARINGAN LOKAL MAKASSAR TV ( DESIGN FIBER OPTIC COMMUNICATION NETWORK AS A BACKBONE IN LOCAL STATION MAKASSAR TV )," no. M
- [14] K. A. F. E. S, I. Erna, S. Sugesti, M. Sc, I. Rina, and P. Astuti, "PERANCANGAN DAN ANALISIS JARINGAN BACKHAUL SERAT OPTIK UNTUK KOMUNIKASI LTE PENUMPANG KERETA CEPAT JAKARTA – SURABAYA SUB CEPU – SURABAYA DESIGN AND ANALYSIS OF OPTICAL FIBER BACKHAUL NETWORK FOR PASSENGERS ' LTE COMMUNICATION ON JAKARTA – SURABAYA HIGH – SPEED TRAIN CEPU – SURABAYA SECTION," vol. 7, no. 2, pp. 3847–3861, 2020.
- [15] Anis Irfan, Qureshi Shahbaz, and Zafar saad, *Evaluation of Advanced Modulation Formats using Triple-Play Services in GPON Based FTTH*. 2015.
- [16] M. M. Al-Quzwini, "Design and Implementation of a Fiber to the Home FTTH Access Network based on GPON," 2014.
- [17] S. K. Jha, R. Rokaya, A. Bhagat, A. R. Khan, and L. Aryal, "LTE Network: Coverage and Capacity Planning: 4G Cellular Network Planning around Banepa," *Proc. - 2017 Int. Conf. Netw. Netw. Appl. NaNA 2017*, vol. 2018-Janua, pp. 180–185, 2017, doi: 10.1109/NaNA.2017.23.
- [18] R. A. Nugroho et al., "Perencanaan Jaringan Mikrosel 4G LTE di Skywalk Cihampelas Bandung," *e-Proceeding Eng. Telkom Univ.*, vol. 5, no. 1, 2018.[9]
- [19] "Kecamatan Ciwidey Dalam Angka 2021".
- [20] J. K. Liu, Y. D. Liu, S. M. Zhao, and S. M. Li, "Estimation of construction wastes based on the bill of quantitiy in South China," *Applied Ecology and Environmental Research*, vol. 17, no. 1, pp. 123–146, 2019, doi: 10.15666/aeer/1701\_123146.
- [21] "Wellington Perspective," no. November, 2021