

Perancangan pembangunan BTS menggunakan Fiber Optik dengan metode Aerial Cable

1st Endson Alam Mardhika

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

endsonalam@student.telkomuniversity.
ac.id

2nd Akhmad Hambali

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ahambali@telkomuniversity.ac.id

3rd Uke Kurniawan Usman

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ukeusman@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Fiber Optic (FO) adalah kabel berbahan serat optik yang media transmisinya menggunakan cahaya untuk mengirim data. Jaringan fiber optic adalah salah satu transmisi jaringan telekomunikasi yang banyak digunakan untuk memenuhi keperluan kebutuhan layanan telekomunikasi. Untuk memenuhi jaringan telekomunikasi perancangan pembangunan BTS ini akan melakukan penarikan kabel Fiber Optik dengan metode Aerial Cable dari BTS Existing ke calon BTS yang akan menjadi pemancar jaringan LTE ke daerah Desa Cipanganten dan sekitarnya. Aerial cable adalah metode pemasangan kabel optic yang di desain menggantung, di pasang di udara melalui tiang ke tiang dengan rentang jarak antar tiang $\pm 50m$. Perancangan pembangunan fiber optic ini berjarak 4,21km dengan kondisi jalan yang berbatuan dan kontur jalanan yang terus menanjak dari BTS Existing menuju BTS baru di Desa Cipanganten. Hasil Perhitungan dan Analisis yang dilakukan adalah menghitung nilai redaman total dan nilai *power received*. Kemudian, *q-factor* dan *bit error rate (BER)* dapat di lihat pada analisis pengukuran ber analyzer optisystem.

Kata kunci— fiber optic, aerial cable, perhitungan.

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi yang sangat cepat merupakan wujud perubahan besar bagi dunia era moden saat ini, Pertukaran informasi secara cepat merupakan impian setiap orang. Perancangan Infrastruktur Fiber Optik dan Radio Akses LTE secara garis besar adalah berfungsi untuk mengantarkan gelombang radio kepada telepon genggam pelanggan untuk dapat mengakses internet secara maksimal. Dengan latar belakang desa Cipanganten yang memiliki potensi besar dapat memanfaatkan internet dengan baik akan bisa mamjukan berbagai aspek dan dapat memenuhi kebutuhan informasi dari luar di desa tersebut.

Perancangan pembangunan BTS di desa Cipanganten dilakukan menggunakan fiber optic dengan metode aerial cable. Perancangan ini menghitung Redaman total dan nilai *Power Received*. Kemudian, menghitung *Signal to Noise Ratio (SNR)* secara manual, nilai SNR akan digunakan untuk menghitung *Q-factor* dan hasil nilai *Q-factor* akan digunakan untuk menghitung *Bit Error Rate (BER)*. Dari perhitungan dengan rumus secara manual di harapkan bisa menjadi solusi dokumen untuk perancangan BTS.

Perancangan pembangunan BTS ini menggunakan metode aerial cable dengan menarik kabel dari BTS Existing ke BTS baru di desa Cipanganten. Perancangan ini

mengambil data pengukuran secara langsung dan menggunakan software. Perancangan ini menentukan rute pemasangan kabel fiber optic dari BTS Existing menuju BTS baru di Cipanganten.

II. KAJIAN TEORI

Fiber optic adalah kabel berbahan serat optik yang media transmisinya menggunakan cahaya untuk mengirim data. Metode perancangan pembangunan BTS adalah aerial cable, aerial cable adalah metode pemasangan kabel optic yang menggantung di udara melalui tiang ke tiang dengan rentang jarak antar kabel $\pm 50m$. Perancangan ini menghitung redaman total dan nilai *power received*, kemudian menghitung *signal noise to ratio* secara manual, lalu menghitung nilai *q-factor* yang akan digunakan untuk menghitung *bit error rate*.

A. Perhitungan rencana pembangunan BTS

Setelah mendapatkan data akan dilakukan perhitungan Link Power Budget dari penguatan dan pelemahan yang ada pada suatu pemancar. Kemudian menghitung Signal Noise Ratio untuk perbandingan daya sinyal optic yang di transmisikan terhadap noise pada sistem. Kemudian menghitung *q-factor* untuk menentukan bagus atau tidaknya kualitas sinyal optic dalam suatu jaringan dengan nilai minimum 6. Terakhir menghitung *bit error rate (ber)* perhitungan ini untuk mengetahui *bit error* semakin kecil akan semakin bagus.

B. Perancangan Sistem

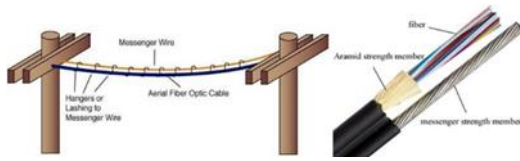
Perancangan sistem pembangunan bts akan menggunakan fiber optic. Perancangan ini akan melakukan penarikan kabel fiber optic dari bts existing ke bts baru yang akan menjadi pemancar lte di desa Cipanganten dan sekitarnya. Fiber Optic yang akan digunakan dalam perancangan ini adalah aerial cable yang akan di pasang di udara melalui tiang tiang.

III. METODE

Perancangan pembangunan bts menggunakan fiber optic aerial cable adalah metode yang digunakan dalam perancangan ini dikarenakan dengan kontur geografis yang menanjak menuju desa dan jalan yang berbatuan akan lebih memudahkan dalam pemasangan kabel optic. Aerial cable yang akan di pasang dari bts existing menuju bts baru di desa cipanganten berjarak 4.21km. Untuk melakukan langkah selanjutnya adalah dengan perhitungan data yang sudah di

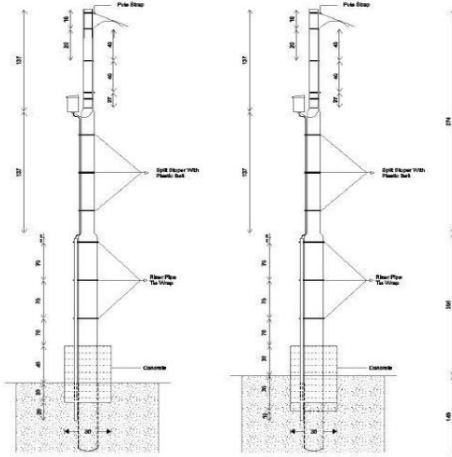
ambil untuk mendapatkan hasil sesuai parameter standart dan kebutuhan.

Tiang 7 meter :



GAMBAR 1
Aerial Cable

1. Tinggi total 7 meter
2. Tiang bawah (tingkat 1) diameter 5 inchi, ketebalan 3,7mm, panjang tingkatan berkisar antara 425cm - 428cm
3. Tiang tengah (tingkat 2) diameter 4 inchi, ketebalan 3,0mm, panjang tingkatan berkisar antara 135cm - 137 cm
4. Tiang atas (tingkat 3) diameter 2,5 inchi, ketebalan 3,0mm, panjang tingkatan berkisar antara 135cm - 137 cm Besi Pada Pinggang seperlima panjang tiang dibuatkan kep atau dilas lagi untuk menghindari korosi
5. Tiang Besi disarankan pabrikan dan menggunakan system reducer press dan sudah dicat warna cat dasar (meni)



GAMBAR 1
tiang 7 meter

Kabel Udara 48 Core

1. 48 Core, 12 Core per Tube Mode Fiber or 48/4T
2. HDPE/MDPE Jacket Material
3. Single Mode
4. Aerial cable
5. G652 D
6. Merk Supreme, Jembo, Voksel, netivel dan scsi



GAMBAR 3
kabel udara

ODC Pole kapasitas 48 core include

1. 48 adaptor SC –sc
2. Pigtail
3. Outdoor box
4. Dipasang pada tiang ketinggian 3 Meter dari permukaan tanah
5. Diikat dengan dengan steel band atau ring besi pada tiang
6. Merk NWC 3M PAZ



GAMBAR 4
Odc



Box pembagi (ODP POLE)/closure kapasitas 8

1. 8 port Pole Mount
2. 8 Adaptor SC 8 Pigtail SC
3. Outdoor Box
4. Penempatan pada tiang
5. Tanpa splitter
6. Merk NWC 3M PAZ



GAMBAR 5
odp

Kabel penanggal 2 core

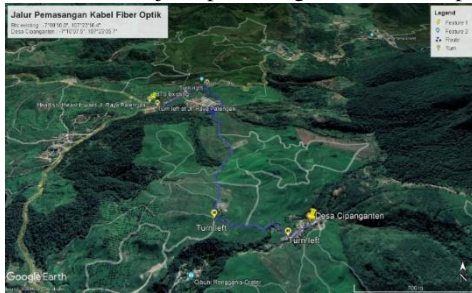
1. core arial cable (dengan kawat penangga)
2. G 657 ,
3. Single Mode
4. Merk Fiber home, Supreme, LS Cable



GAMBAR 6
kabel penanggal

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan pengukuran langkah selanjutnya adalah perhitungan redaman total dan nilai power received, kemudian menghitung signal noise to ratio secara manual dengan rumus. Setelah mendapatkan nilai snr dapat menghitung nilai q-factor dan hasil q-factor akan digunakan untuk menghitung bit error rate. Gambar dibawah adalah jalur perancangan kabel fiber optic.



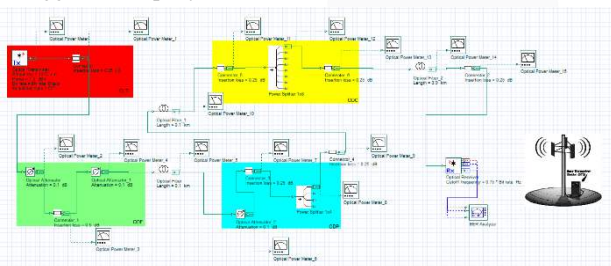
GAMBAR 7 lokasi bts existing dan bts yang ditentukan

Setelah mengukur jarak dan menentukan lokasi titik bts existing dan bts yang telah di tentukan, akan melakukan perancangan simulasi menggunakan software optisystem menentukan redaman yang sudah di tentukan dan melihat hasil redaman total.



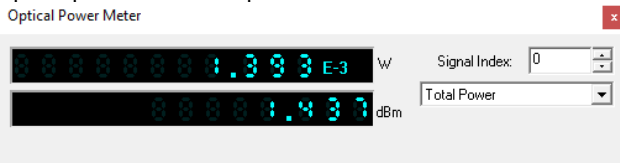
GAMBAR 8 software optisystem

Gambar dibawah adalah simulasi perancangan bts menggunakan optisystem.



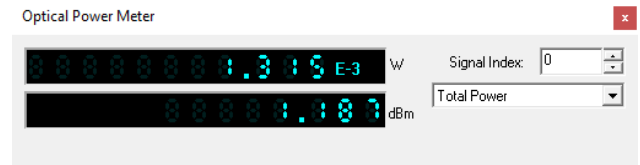
GAMBAR 9 simulasi optisystem

Gambar dibawah adalah hasil pengukuran power OLT menggunakan software optisystem dan perhitungan menggunakan optical power meter di dapatkan hasil sebesar 1.437 dBm.



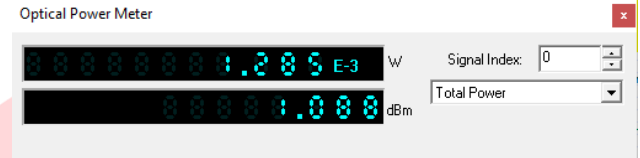
GAMBAR 2 pengukuran power olt

Gambar dibawah adalah hasil pengukuran konektor 1 menggunakan software opisystem dan perhitungan menggunakan optical power meter di dapatkan hasil sebesar 1.187 dBm



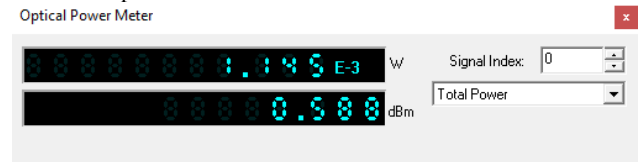
GAMBAR 3 pengukuran konektor 1

Gambar dibawah adalah hasil pengukuran sambungan 1 menggunakan software optisystem dan perhitungan menggunakan optical power meter di dapatkan hasil sebesar 1.088 dBm



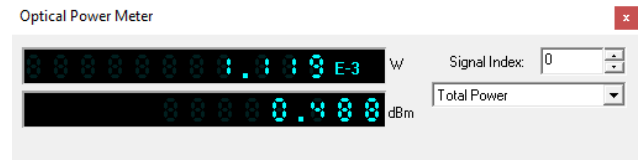
GAMBAR 4 pengukuran sambungan 1

Gambar dibawah adalah hasil pengukuran adaptor menggunakan software optisystem dan perhitungan menggunakan optical power meter di dapatkan hasil sebesar 0.588 dBm



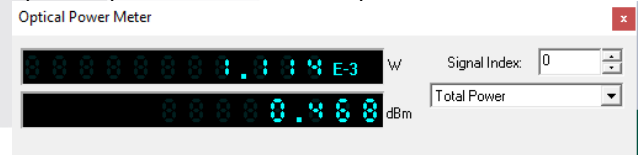
GAMBAR 5 pengukuran adaptor

Gambar dibawah adalah hasil pengukuran sambungan 2 menggunakan software optisystem dan perhitungan menggunakan optical power meter di dapatkan hasil 0.488 dBm



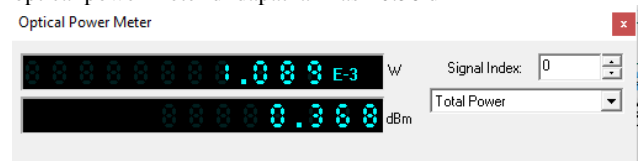
GAMBAR 6 pengukuran sambungan 2

Gambar dibawah adalah hasil pengukuran kabel feeder menggunakan software optisystem dan perhitungan menggunakan optical power meter di dapatkan hasil 0.468 dBm



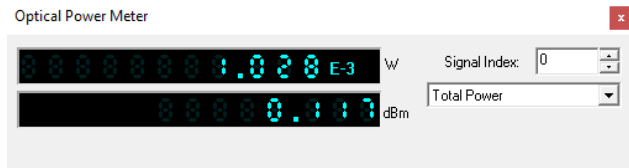
GAMBAR 7 pengukuran kabel feeder 1

Gambar dibawah adalah hasil pengukuran sambungan 3 menggunakan software optisystem dan perhitungan menggunakan optical power meter di dapatkan hasil 0.36 dBm



GAMBAR 8 pengukuran sambungan 3

Gambar dibawah adalah hasil pengukuran konektor 2 menggunakan software optisystem dan perhitungan menggunakan optical power meter di dapatkan hasil 0.117 dBm



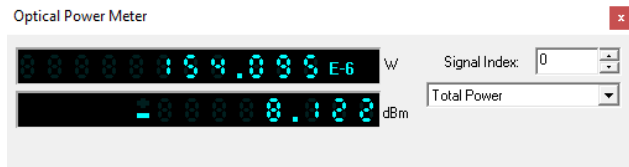
GAMBAR 9
pengukuran konektor 2

Gambar diawah adalah hasil pengukuran splitter ¼ menggunakan software optisystem dan perhitungan menggunakan optical power meter di dapatkan hasil-7.852 dBm



GAMBAR 10
pengukuran splitter ¼

Gambar dibawah adalah hasil pengukuran kabel feeder menggunakan software optisystem dan perhitungan menggunakan optical power meter di dapatkan hasil -8.122 dBm



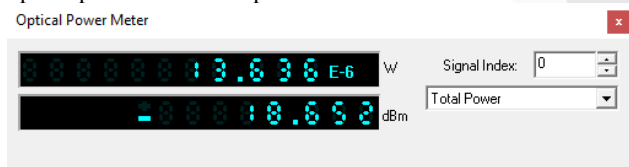
GAMBAR 11
pengukuran kabel feeder 2

Gambar dibawah adalah hasil pengukuran konektor 4 menggunakan software optisystem dan perhitungan menggunakan optical power meter di dapatkan hasil -8.372 dBm



GAMBAR 12
pengukuran konektor 4

Gambar dibawah adalah hasil pengukuran splitter 1/8 menggunakan software optisystem dan perhitungan menggunakan optical power meter di dapatkan hasil -18.652 dBm



GAMBAR 13
pengukuran splitter 1/8

Gambar dibawah adalah hasil pengukuran konektor 5 menggunakan software optisystem dan perhitungan menggunakan optical power meter di dapatkan hasil -18.902 dBm



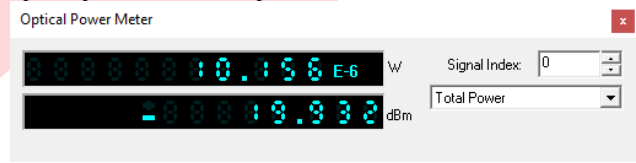
GAMBAR 14
pengukuran konektor 5

Gambar dibawah adalah hasil pengukuran kabel feeder menggunakan software optisystem dan perhitungan menggunakan optical power meter di dapatkan hasil -19.682 dBm



GAMBAR 15
pengukuran kabel feeder 3

Gambar di bawah adalah hasil pengukuran konektor 6 menggunakan software optisystem dan perhitungan menggunakan optical power meter di dapatkan hasil -19.932 dBm



GAMBAR 16
pengukuran konektor 6

Perhitungan selanjutnya adalah menghitung secara manual dengan rumus dan parameter yang sudah didapatkan

$$a_{tot} = (L \times a_{fo}) + (N_c \times a_c) + (N_s \times a_s) + (N_{sp}) + Margin$$

$$a_{tot} = (4,2 \times 0,875) + (5 \times 0,25) + (3 \times 0,1) + 18,3 + 6$$

$$a_{tot} = 29,525 \text{ dB}$$

A. Serat Optik Single Mode : ITU-T G6.55 (Non Zero Dispersion Shifted Fiber)	
Attenuasi	0,3 dB/km
Dispersi Kromatik (D)	3,5 ps/nm.km
B. Optical Interface	
B.1 Pengirim (Transmitter)	
Rise time (t _{rx})	60 ps
Lebar spectral	0,1 nm
Daya transmit (p _{tx})	9 dBm
B.2 Penerima (Receiver)	
Rise time (t _{rx})	1,03 ps

Dari perhitungan nilai redaman total diatas, maka dapat dihitung nilai *power receiver* dengan persamaan berikut:

$$Power \text{ Received} = P_{Tx} - a_{tot}$$

$$Power \text{ Received} = 2,5 \text{ dB} - 29,525 \text{ dB}$$

$$Power \text{ Received} = -27,025 \text{ dB}$$

$$Power \text{ Received} = -57,025 \text{ dBW}$$

$$Power \text{ Received} = 2.82 \times 10^{-6} \text{ watt}$$

Kemudian dihitung nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) dengan persamaan dan nilai parameter berikut:

$$SNR = \frac{(P_{in}RM)^2}{2QP_{in}RM^2F(M)B_e + \frac{4K_BTB_e}{R_L}}$$

Di mana nilai: $P_{in} = 2,82 \times 10^{-6}$ Watt,
 $R = 0,75$ A/W, $M = 1$,
 $Q = 1,69 \times 10^{-19}$ C,
 $F(M) = 3$,
 $B_e = 4 \times 10^9$ Hz,
 $K_b = 1,38 \times 10^{-23}$ J/K,
 $T = 298,15$ K,
 $R = 50$ Ohm

$$SNR = 33,68dB$$

Dari nilai SNR yang didapat maka dapat dihitung nilai *Q-factor* menggunakan persamaan di bawah:

$$Q = \frac{10 \frac{SNR}{20}}{2}$$

$$Q = \frac{10 \frac{33,68}{20}}{2}$$

$$Q = 24,16217297$$

Terakhir dapat dihitung nilai *Bit Error Rate* (BER) dengan persamaan di bawah:

$$BER = \left(\frac{1}{6,5715\sqrt{2\pi}} \right) \left(e^{-\frac{6,571^2}{2}} \right)$$

$$BER = 8,75 \times 10^{-121}$$

$$SNR = 20 \log 2(6,28)$$

$$SNR = 21,9797$$

Sehingga hasil perhitungan Bit Error Ratenya didapatkan hasil sebagai berikut

$$BER = \left(\frac{1}{6,28\sqrt{2\pi}} \right) \left(e^{-\frac{6,28^2}{2}} \right)$$

$$BER = 1,0894 \times 10^{-9}$$

Rise time budget

t_f =Rise Time Budget Fiber (ps)
 D =koefisiendispersi (ps/nm.km)

$$L = \text{jarak (Km)}$$

$$t_f = D \times \sigma \lambda \times L$$

$$t_f = 3,2 \text{ ps/nm.km} \times 3 \text{ nm} \times 4,2 \text{ Km}$$

$$t_f = 40,31 \text{ ps}$$

T_{rx} = rise time budget receiver (ps)

B_{rx} =bandwidth receiver (MHz)

$$t_{rx} = \frac{350}{B_{rx}}$$

$$t_{rx} = \frac{350}{340}$$

$$t_{rx} = 1,03 \text{ ps}$$

T_{tx} = rise time budget transmitter (ps)

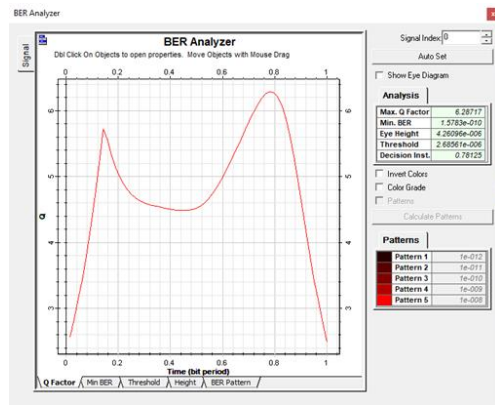
T_{sys} = rise time budget sistem (ps)

$$t_{sys} = \sqrt{t_{tx}^2 + t_{rx}^2 + t_f^2}$$

$$t_{sys} = \sqrt{60^2 + 1,03^2 + 40,31^2}$$

$$t_{sys} = 72,29 \text{ ps}$$

Pada analisis ini, dapat dilihat hasil grafik dan dapat di lihat perbandingan selisih standar dan juga pengukuran menggunakan optical power meter. Gambar dibawah adalah hasil grafik pengukuran *Q-factor* menggunakan BER Analyzer



GAMBAR 25
 Pengukuran q-factor

Pada gambar diatas adalah grafik *q-factor* yang menunjukkan hasil pengukuran simulasi menggunakan ber analyzer, pada saat periode bit 0,8 detik di terima receiver sebesar q-factor 6,28 dengan BERnya adalah $1,578^{-10}$.

V. KESIMPULAN

Tabel dibawah adalah hasil pengukuran menggunakan optisystem dan juga selisih yang di dapatkan.

NO	Item	Standar (dB)	Terukur	Selisih (dB)
1	Power olt	2.5	1.437	1.063
2	Konektor1	0.25	1.187	0.93
3	Sambungan1	0.1	1.088	0.98
4	Adaptor	0.5	0.588	0.08
5	Sambungan 2	0.1	0.488	0.388
6	Kabel feeder	0.875	0.468	0.407
7	Sambungan 3	0.1	0.368	0.268
8	Konektor 2	0.25	1.028	1.027
9	Splitter ¼	7.8	7.852	0.052
10	Kabel feeder	0.875	0.468	0.407
11	Konektor 4	0.25	8.372	8.122
12	Splitter 1/8	10	18.652	8.652
13	Konektor 5	0.25	18.902	18.652
14	Kabel feeder	20	19.682	0.318
15	Konektor 6	0.25	19.932	19.682
Total perhitungan		44.35	Hasil Perhitungan	61.028

Berdasarkan hasil yang diperoleh, Kesimpulan perancangan fiber optic dari data pada tabel 5.4, nilai redaman total standard memiliki nilai sebesar 44,35dB dan pada hasil simulasi menggunakan optisystem, didapatkan nilai redaman total sebesar 61.028d. Kondisi jaringan tersebut dalam kondisi tidak sesuai spesifikasi karena nilai redaman total hasil pengukuran lebih besar dibandingkan dengan link budget yang sudah dihitung sebelumnya. Untuk mengatasi masalah tersebut harus diperbaiki dengan mengganti konektor ataupun splitter

REFERENSI

- [1] D. A. Irfan Hanif, "Analisis Penyambungan Kabel Fiber Optik," pp. 12-16, November 2017.
- [2] F. I. T. P. Al Agus Pratama, "PERANCANGAN JARINGAN FTTH DENGAN TEKNOLOGI GPON MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA DAN OPTISYSTEM," November 2020.
- [3] I. A. H. M. M. I. M. S. M. Valendra Putri P, "PERANCANGAN JARINGAN BACKHAUL 4G/LTE MENGGUNAKAN SERAT OPTIK DI KECAMATAN LOKSADO, KANDANGAN, DAN KALUMPANG," *e-Proceeding of Engineering*, p. 1 Maret 2018.

