

Konstruksi Infrastruktur Sistem Komunikasi Serat Optik Untuk Wilayah Tertinggal Terdepan Dan Terluar

1st Rafidan Novianto
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

rafidann@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Ahmad Hambali
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ahambali@telkomuniversity.ac.id

3rd Irfan Maulana
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

muhammadirfanm@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Pada beberapa wilayah di Indonesia masih banyak daerah yang termasuk ruang lingkup 3T. Salah satu daerah yang termasuk kedalam wilayah 3T adalah pantai selatan Pulau Jawa yaitu Kabupaten Sukabumi pada Kecamatan Ciemas. Tujuan dari penelitian ini adalah membangun jaringan internet berbasis fiber optik, agar daerah yang memiliki keterbatasan akses internet dapat memiliki akses internet untuk keperluan belajar, dan kebutuhan mengakses jejaring sosial. Pada perancangan akses internet dengan menggunakan pembangunan FO maka diperlukan mengujian kualitas perancangan tersebut dengan menggunakan perhitungan LPB, RTB, SNR, *Q-Factor* dan BER. Pada perhitungan LPB menghasilkan daya terima receiver sebesar -26,05 dBm untuk arah *downstream* dan untuk arah *upstream* sebesar -14,47 dBm, pada perhitungan RTB menggunakan modulasi NRZ dikarenakan 70% dari modulasi yang digunakan sebesar 239,812 ps untuk *downstream* dan untuk *upstream* sebesar 319,039 ps, dan untuk menentukan kualitas sistem yang digunakan adalah 25,172 dB yang dihasilkan dari SNR, 6,293 hasil dari *Q-Factor*, dan $1,594 \times 10^{-10}$ hasil dari BER dari arah *downstream*, 37,030 dB yang dihasilkan dari SNR, 9,257 hasil dari *Q-Factor*, dan $1,0632 \times 10^{-20}$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perancangan tersebut dapat terealisasi, karena dari parameter yang digunakan dapat memenuhi standarisasi yang telah ditetapkan.

Kata kunci— FO, LPB, RTB, *Q-Factor*, BER.

I. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur adalah bagian dari pembangunan nasional yang merupakan usaha yang dilakukan sebagai langkah untuk memenuhi kebutuhan sarana dan prasarana masyarakat Indonesia. Pada beberapa wilayah di Indonesia masih banyak daerah yang masuk kedalam ruang lingkup 3T yaitu, Terdepan, Terluar, dan Tertinggal. Salah satu daerah yang termasuk kedalam wilayah 3T yaitu adalah Kabupaten Sukabumi. Kabupaten Sukabumi merupakan salah satu daerah di Pulau Jawa yang berada di pantai selatan.

Salah satu daerah yang di rekomendasikan oleh PT.Witel Telkom Sukabumi dan menarik menjadi perhatian untuk dibangun SKSO yaitu Desa Mekarsakti Kecamatan Ciemas, Kabupaten Sukabumi. Menurut Badan Statistik

kependudukan Kabupaten Sukabumi terdapat 109.673 penduduk[6]. Menurut data survey tercatat presentase dari penggunaan akses jaringan di daerah Kecamatan Ciemas termasuk dalam kategori rendah dari segi infrastruktur jaringan internet. Hal ini membuat beberapa masyarakat membutuhkan pembangunan jaringan internet untuk kebutuhan pribadi dan pekerjaan yang membutuhkan akses jaringan internet.

Tujuan dari pembangunan di daerah 3T adalah Untuk membangun akses internet pada wilayah 3T, terutama untuk Desa Mekarsakti, Untuk mengetahui apakah masyarakat membutuhkan jaringan akses internet, Mengetahui layak atau tidaknya perancangan distribusi fiber optik dan point to point untuk daerah tersebut, dengan adanya akses internet dapat Meningkatkan perekonomian untuk Desa Mekarsakti dan sekitarnya, dan Meningkatkan kualitas pendidikan di Desa mekarsakti dengan adanya jaringan akses internet.

II. KAJIAN TEORI

A. Fiber Optic

Fiber optic merupakan media transmisi telekomunikasi berupa kabel yang terbuat dari kaca untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari Tx ke Rx. Sumber cahaya yang digunakan dalam penggunaan transmisi *fiber optic* berupa laser dan LED. Fiber optic memiliki kecepatan transmisi yang lebih tinggi, sehingga sangat baik sebagai saluran telekomunikasi modern[1].

Dalam sistem komunikasi FO terdiri dari sumber optik berupa laser dan LED sebagai pemancar (Tx), kabel FO sebagai media transmisi, dan *photodetector* yang berfungsi sebagai penerima(Rx).

B. Gigabit Capable Passive Optical Network (GPON)

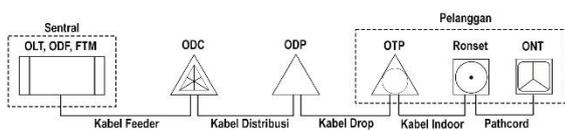
GPON merupakan teknologi akses yang termasuk sebagai *broadband access* yang menggunakan kabel FO sebagai media transmisi ke pelanggan. GPON salah satu teknologi yang dikembangkan oleh ITU-T dengan menggunakan standar G.984 [2].

GPON memiliki kapasitas transfer data *downstream* dengan kecepatan 2,488 Gbps dan transfer data *upstream* dengan kecepatan 1,244 Gbps[3]. GPON memiliki

maksimum jarak yang dapat dijangkau sepanjang 20 km. Jumlah maksimum pelanggan yang dapat digunakan oleh GPON dengan standar PT.Telkom Indonesia, hanya 32 pelanggan yang dapat menerima akses internet dengan menggunakan GPON.

C. *Fiber To The Home (FTTH)*

FTTH merupakan jaringan akses internet yang menggunakan kabel FO sebagai media transmisi untuk disalurkan dari STO atau sentral kepada pelanggan. Gelombang yang digunakan untuk *downstream* 1490 nm dan untuk *upstream* 1330 nm. Pada layanan FTTH ini menggunakan layanan *Triple Play*, layanan merupakan layanan yang biasa digunakan oleh PT.Telkom Indonesia dengan menggunakan layanan data, *video*, dan *voice*. Jaringan akses internet untuk perancangan FTTH dapat dilihat pada gambar dari konfigurasi FTTH dapat dilihat pada Gambar 1.



GAMBAR 1. Konfigurasi jaringan FTTH

D. *Optical Line Termination (OLT)*

OLT merupakan jenis perangkat aktif yang masih masuk dari bagian *optical access network* yang berdasarkan teknologi PON. OLT berfungsi sebagai *interference* dengan penyedia layanan *triple play*[2].

E. *Optical Distribution Cabinet (ODC)* dan *Optical Distribution Point (ODP)*

ODC merupakan tempat terminasi antaran kabel feeder dengan kabel distribusi. ODP merupakan tempat terminasi kabel ditribusi dengan kabel drop. Didalam ODC dan ODP terdapat *splitter* sebagai pembagi dari STO ke ONT. Splitter yang digunakan dalam ODC dan ODP adalah *splitter* 1:4 dan 1:8[4].

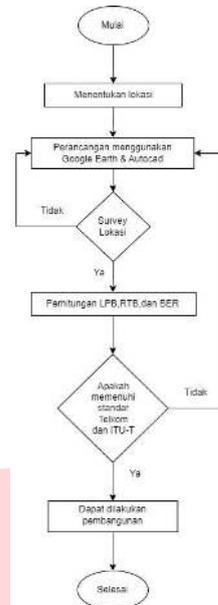
F. *Optical Network Termination (ONT)*

ONT merupakan jenis perangkat aktif yang berada di pelanggan dengan di lengkapi port-port pelanggan. ONT mengubah sinyal optik yang di transmisikan dari OLT dan mengubahnya menjadi sinyal elektrik yang diperlukan[1].

III. METODE

A. Desain Distribusi FO

Agar perancangan sesuai dengan yang diinginkan, maka dalam perancangan ini membutuhkan rencana agar dapat menyelesaikan perancangan. Untuk rencana perancangan dapat dilihat pada Gambar 2.



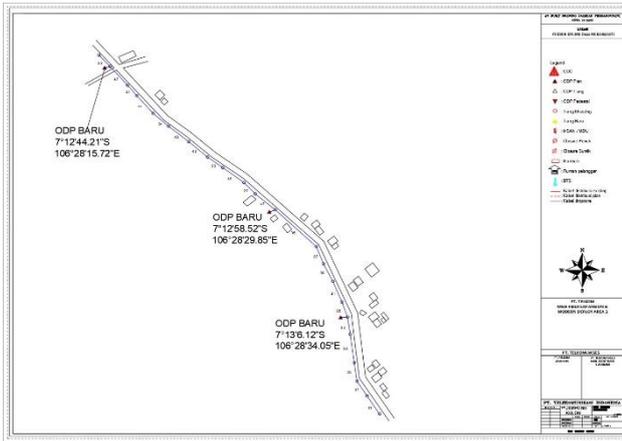
GAMBAR 2. Diagram Alir perancangan distribusi FO

Perancangan distribusi FO merupakan perancangan distribusi untuk, pada kegiatan ini melakukan sebuah perncanaan distribusi FO di Desa Mekarsakti dengan melakukan perncangan Google Earth Pro dan perncangan terakhir melakukan implementasi di aplikasi AutoCAD. Perncangan Google Earth Pro ini dilakukan penarikan kabel feeder dari Mini-OLT ke ODC baru yang telah ditentukan titiknya sesuai dengan kondisi kepadatan penduduk di Desa Mekarsakti. Dari titik ODC dapat menentukan titik ODP baru yang akan dipasang disekitar titik-titik kepadatan penduduk Desa Mekarsakti dan dapat melakukan perancangan rute kabel distribusi dari ODC baru ke ODP baru yang berada di Desa Mekarsakti. Perancangan ini ditentukan melalui kepadatan penduduk dan lokasi yang sering dijadikan titik kumpul oleh masyarakat Desa Mekarsakti. Untuk perancangan pada Google Earth Pro dapat dilihat pada Gambar 3.

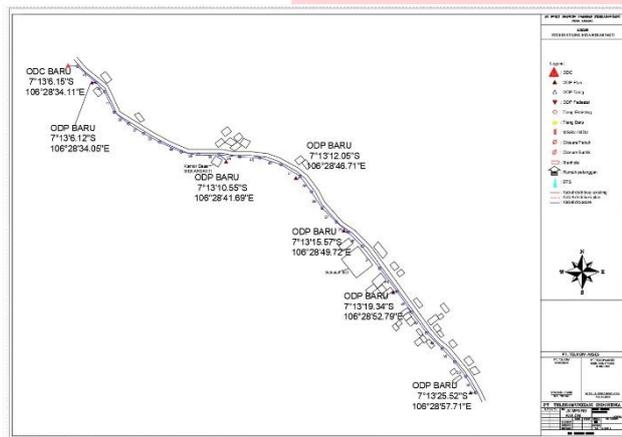


GAMBAR 3. Perancangan distribusi FO pada Google Earth Pro

Untuk melengkapi perancangan yang telah dibuat, maka dibuat implementasi dari perancangan Google Earth Pro dengan menggunakan AutoCAD. Perancangan AutoCAD memperlihatkan titik ODC dan ODP baru di daerah Desa Mekarsakti. Untuk melihat hasil implementasi pada AutoCAD dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



GAMBAR 4.
Hasil implementasi pada AutoCAD di Desa Mekarsakti



GAMBAR 5.
Hasil implementasi pada AutoCAD di kawasan sentral Desa Mekarsakti

Untuk mengetahui kelayakan dari perancangan distribusi FO ini, maka terdapat beberapa parameter untuk menguji kelayakan sebuah sistem perancangan distribusi FO. Parameter yang digunakan dalam menguji kelayakan perancangan ini adalah PLB, RTB, SNR, *Q-Factor*, dan BER.

B. Power Link Budget (PLB)

Power Link Budget merupakan perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui batasan redaman total yang diizinkan antara daya *output* pemancar dan sensitivitas penerima. Berdasarkan standarisasi ITU-T G.948, redaman total tidak lebih dari 28 dB (≤ 28 dB). Total redaman didapatkan menggunakan Persamaan (1). *L* adalah panjang total serat optik; α_{serat} adalah redaman serat optik; N_c adalah jumlah konektor; N_s adalah jumlah sambungan; α_c adalah redaman konektor; α_s adalah redaman sambungan; S_p adalah redaman *splitter*[1].

$$\alpha_t = (L \times \alpha_{serat}) + (N_c \times \alpha_c) + (N_s \times \alpha_s) + \frac{S_p}{Sp} \quad (1)$$

Berdasarkan standar PT.Telkom Indonesia, daya terima *receiver* tidak melebihi dari batas minimal -28 dBm yang telah ditetapkan[2]. Daya terima *receiver* didapatkan menggunakan Persamaan (2). α_t adalah redaman total sistem; P_{tx} adalah daya kirim; P_{rx} adalah daya terima; *SM* adalah *Safety Margin*.

$$P_{rx} = P_{tx} - (\alpha_t + SM) \quad (2)$$

C. Rise Time Budget (RTB)

Rise Time Budget merupakan metode untuk menentukan nilai batasan-batasan dispersi pada jaringan FO sehingga dapat mengetahui kualitas yang diterima *receiver*[]. *Rise Time Budget* berguna untuk menganalisa kapasitas kanal pada suatu jaringan. Total waktu transisi pada jaringan digital bernilai $\leq 70\%$ satu periode bit *Non-Return-to-Zero*(NRZ) dan total waktu transisi pada jaringan digital bernilai $\leq 35\%$ satu periode bit *Return-to-Zero*(RZ)[5]. Untuk menentukan nilai maksimum dari NRZ dan RZ dapat menggunakan Persamaan (3) dan (4).

$$NRZ; T_r = \frac{0.7}{Bitrate} \quad (3)$$

$$NR; T_r = \frac{0.35}{Bitrate} \quad (4)$$

Untuk menentukan besar *rise time disperse* material dan Untuk menentukan nilai *Rise time budget* dapat menggunakan Persamaan (5) dan (6). $\Delta\sigma$ adalah lebar *spektral*; *L* adalah panjang serat optik; D_m adalah dispersi material; T_{tx} adalah *rise time* pemancar; T_{rx} *rise time* penerima; *Tintermodal* adalah *rise time* dispersi intermodal; $T_{material}$ adalah *rise time* dispersi material[5].

$$T_{material} = \sigma\lambda \times L \times D_m \quad (3)$$

$$T_{system} = \sqrt{T_{tx}^2 + T_{material}^2 + T_{Intermodal}^2 + T_{rx}^2} \quad (4)$$

D. Signal to Noise Ratio (SNR)

SNR merupakan perbandingan antara daya sinyal dengan daya *noise* pada titik yang sama. SNR digunakan untuk menentukan kualitas sebuah sinyal yang terganggu oleh derau, jika semakin besar SNR maka sistem performansi bekerja dengan baik. Standar parameter nilai SNR yang di tetapkan yaitu $\geq 21,5$ dB[5]. Untuk menentukan nilai SNR dapat menggunakan Persamaan (7). *P*in adalah Daya yang diterima APD; *R* adalah *responsivity*; *M* adalah *Avalanche Photodiode Gain*; *Q* adalah *Electron Charge*; *F*(*M*) adalah *Noise Figure*; *B_e* adalah *Receiver Electrical Bandwidth*; *K_B* adalah *Konstanta Boltzman's*; *T* adalah suhu ruangan.

$$SNR = 10 \log \frac{(P_{in}RM)^2}{2(q)P_{in}.R.M^2.F(M).B_e + \frac{4.K_B.T.B_e}{R_I}} \quad (7)$$

E. Q-Factor

Q-factor merupakan parameter yang digunakan untuk menganalisa kualitas dari suatu jaringan FO yang dirancang . Semakin tinggi nilai yang didapat maka akan semakin bagus kualitas sinyal yang di terima. *Q-Factor* yang ideal yaitu 6[5]. Untuk mengetahui nilai *Q-Factor* dapat menggunakan Persamaan (8).

$$Q = \frac{10 \frac{SNR}{20}}{2} \quad (8)$$

F. Bit Error Rate (BER)

BER merupakan parameter yang digunakan pada sistem transmisi digital untuk mengukur tingkat kesalahan bit yang diterima pada sisi penerima untuk melihat kulasitas sinyal [5]. Nilai BER yang harus dipenuhi pada rentang 10^{-9} sampai 10^{-12} , semakin kecil nilai BER maka semakin baik kualitas suatu jaringan karena tingkat kesalahan bit semakin kecil. Untuk mendapatkan nilai BER dapat menggunakan Persamaan (9).

$$P_e(Q) = \frac{1}{Q\sqrt{2\pi}} \exp^{-\frac{Q^2}{2}} \quad (9)$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat ditentukan bahwa hasil perancangan jaringan Distribusi FO di Desa Mekarsakti tersebut layak atau tidak layak untuk di implementasikan. Kelayakan tersebut berdasarkan standarisasi yang telah ditetapkan oleh PT.Telkom Indonesia dan juga standarisasi yang telah ditetapkan oleh ITU-T. Simulasi dan perhitungan untuk *power link budget* mengacu pada standar yang telah ditetapkan oleh PT.Telkom Indonesia. Sedangkan untuk parameter *Q-factor*, BER, *signal to noise ratio*, dan *rise time budget* mengacu pada standar yang ditetapkan oleh ITU-T.

TABEL 1.
Hasil perhitungan manual *downstream*

Parameter	Hasil	Standarisasi	Keterangan
LPB	-26,05 dBm	>-28 dBm	Layak
RTB	239,812 ps	<281,35 ps (NRZ)	Layak
SNR	25,172 dB	>21,5 dB	Layak
<i>Q-Factor</i>	6,293	> 6	Layak
BER	$1,594 \times 10^{-10}$	< 10^{-9}	Layak

TABEL 2.
Hasil simulasi *downstream*

Layanan Triple Play	LPB	Q-Factor	BER
Layanan pertama	-22,686 dBm	6,68932	$8,2904 \times 10^{-12}$
Layanan kedua		6,65476	$1,075 \times 10^{-11}$
Layanan ketiga		8,71928	$1,3585 \times 10^{-18}$

Berdasarkan TABEL 1 dan 2 hasil dari perhitungan manual dan simulasi *downstream* memiliki selisih hasil yang cukup berbeda, karena didalam simulasi terdapat nilai-nilai yang dapat diatur sesuai dengan nilai yang ingin dimasukkan dari perangkat yang akan digunakan. Sehingga terdapat perbedaan hasil dari perhitungan manual dan simulasi.

Hasil dari perhitungan manual dan simulasi *power link budget* untuk *downstream* dengan daya keluaran *transmitter* sebesar 6 dBm dengan redaman kabel, *splitter*, konektor, dan sambungan. mengakibatkan daya terima *receiver* dalam perhitungan memiliki hasil sebesar -26,05 dBm dan daya terima *receiver* dalam simulasi memiliki hasil sebesar -22,686 dBm, hasil tersebut memiliki selisih hasil sebesar 4 dBm. Dilihat pada parameter *power link budget* yang digunakan dari standarisasi PT.Telkom Indonesia dengan minimum daya terima *receiver* sebesar -28 dBm. Sehingga hasil dari perhitungan dan simulasi untuk perancangan ini dapat diimplementasikan, dikarenakan kedua hasil tersebut tidak melebihi batas minimum yang telah ditetapkan.

Untuk hasil perhitungan RTB memiliki hasil 239,812 ps. Dari hasil tersebut modulasi yang digunakan sesuai dengan standarisasi ITU-T adalah NRZ dengan 70% dari total waktu

transisi digital dengan bit rate $2,488 \times 10^9$ memiliki hasil batas NRZ sebesar 281,35 ps dan RZ dengan 35% memiliki hasil batas RZ sebesar 140,67 ps. Dilihat pada standarisasi yang telah ditetapkan, modulasi yang digunakan dalam perancangan ini menggunakan modulasi NRZ. Karena modulasi NRZ memiliki batas sebesar 281,35 ps, sedangkan hasil dari perhitungan yang telah dilakukan sebesar 239,812 ps dan melebihi batas maksimum RZ dengan batas sebesar 140,67, mengakibatkan modulasi RZ tidak akan dapat memenuhi nilai dari perhitungan yang telah dilakukan.

Untuk menguji kelayakan sistem yang digunakan terdapat parameter yang harus dipenuhi yaitu SNR, *Q-Factor*, dan BER. Berdasarkan nilai perhitungan yang telah dilakukan menghasilkan SNR sebesar 25,172 dB. Berdasarkan standarisasi ITU-T, jika nilai SNR semakin besar maka akan semakin baik performansi yang digunakan dengan minimum SNR sebesar 21,5 dB. Sehingga nilai SNR dapat diketahui jika nilai tersebut layak, karena tidak melebihi batas minimum. Untuk *Q-Factor*, hasil dari perhitungan manual dan simulasi memiliki hasil yang berbeda seperti pada parameter PLB, karena terdapat nilai-nilai yang dapat diatur dan telah diatur mengakibatkan terjadinya perbedaan hasil. Hasil *Q-Factor* dari perhitungan manual memiliki hasil sebesar 6,293 dan hasil simulasi sebesar 6,68932 untuk layanan pertama, 6,65476 untuk layanan kedua, dan 8,71928 untuk layanan ketiga. Dari hasil perhitungan manual dan simulasi telah memenuhi syarat standarisasi ITU-T dengan nilai *Q-Factor* yang baik adalah > 6, sehingga hasil dari perhitungan dan simulasi dapat dinyatakan layak. Sedangkan BER untuk mengetahui jumlah bit error pada *receiver* dapat diketahui dengan perhitungan manual dan simulasi. Hasil dari perhitungan manual memiliki hasil sebesar $1,594 \times 10^{-10}$ dan untuk hasil simulasi sebesar $8,2904 \times 10^{-12}$ untuk layanan pertama, $1,075 \times 10^{-11}$ untuk layanan kedua, dan $1,3585 \times 10^{-18}$ untuk layanan ketiga. Dari hasil perhitungan dan simulasi dapat dinyatakan layak jika memenuhi standarisasi ITU-T dengan maksimum bit error pada *receiver* sebesar 10^{-9} , yang dimana semakin kecil bit error pada *receiver* maka akan semakin baik sistem yang digunakan. Sehingga hasil dari perhitungan dan simulasi BER dapat digunakan karena memiliki bit error yang kecil.

Jadi berdasarkan analisis yang telah dibuat, dapat diketahui jika nilai setiap parameter yang digunakan telah memenuhi syarat dan berdasarkan hasil tersebut perancangan *downstream* dapat digunakan untuk implementasi pembangunan konstruksi infrastruktur sistem komunikasi serat optik untuk di Desa Mekarsakti.

TABEL 3.
Hasil perhitungan manual *upstream*

Parameter	Hasil	Standarisasi	Keterangan
LPB	-14,47 dBm	>-28 dBm	Layak
RTB	319,039ps	<562,701 ps (NRZ)	Layak
SNR	37,030 dB	>21,5 dB	Layak
<i>Q-Factor</i>	9,257	> 6	Layak
BER	$1,0632 \times 10^{-20}$	< 10^{-9}	Layak

TABEL 4.
Hasil simulasi *upstream*

Layanan Triple Play	PLB	Q-Factor	BER
Layanan pertama	-12,333 dBm	7,61262	$1,06152 \times 10^{-14}$
Layanan kedua		7,65178	$7,6928 \times 10^{-15}$
Layanan ketiga		7.4391	4.04239×10^{-14}

Berdasarkan TABEL 3 dan 4 hasil perhitungan parameter yang digunakan dalam *upstream*, dari perhitungan manual dan simulasi memiliki hasil selisih yang berbeda. Mirip dengan *downstream*, karena dalam simulasi terdapat beberapa nilai yang membuat hasil tersebut menjadi mendekati hasil yang nyata.

Hasil perhitungan dan simulasi *upstream* dengan parameter PLB, berguna untuk mengetahui atau mengukur daya terima oleh *receiver* dengan nilai batas tidak melebihi batas minimum yang digunakan oleh PT.Telkom Indonesia sebesar -28 dBm. Pada perhitungan manual daya terima *receiver* memiliki nilai -14,47 dengan daya yang umum digunakan oleh ITU-T sebesar 0,5 dBm dan hasil yang di dapat dalam simulasi sebesar -12,333 dBm dengan daya yang sama yaitu 0,5 dBm. Nilai yang berpengaruh terhadap perhitungan ini adalah redaman dari setiap perangkat yang digunakan, sehingga dapat mempengaruhi nilai dari daya terima oleh *receiver*. Berdasarkan hasil dari perhitungan manual dan simulasi hasil yang didapat memenuhi syarat standarisasi PT.Telkom Indonesia dengan daya terima *receiver* tidak melebihi batas minimum. Sehingga hasil PLB *upstream* dapat digunakan untuk implementasi Desa Mekarsakti.

Hasil parameter RTB berguna untuk mengetahui modulasi yang akan digunakan dalam perancangan *upstream*. Dengan syarat modulasi yang digunakan dengan standarisasi ITU-T, untuk modulasi NRZ sebesar 70% dari total waktu transisi digital dan modulasi RZ sebesar 35% dari total waktu transisi digital. Hasil dari perhitungan modulasi dengan bit rate $1,244 \times 10^9$ pada modulasi NRZ memiliki batas yang dapat diterima menggunakan NRZ sebesar 562,701 ps dan modulasi RZ memiliki batas yang dapat diterima sebesar 281,35 ps, sedangkan hasil yang didapat dalam perhitungan RTB sebesar 319,039 ps. Sehingga berdasarkan perhitungan tersebut, modulasi yang dapat digunakan adalah modulasi NRZ, karena jika menggunakan modulasi RZ tidak dapat menerima total waktu transisi yang lebih besar dari total waktu transisi yang dapat diterima oleh modulasi RZ.

Untuk menguji kelayakan sistem yang digunakan terdapat parameter yang harus dipenuhi yaitu SNR, *Q-Factor*, dan BER. Berdasarkan standarisasi ITU-T batas SNR yang baik digunakan dalam perancangan fiber optik tidak kurang dari 21,5 dB, jika semakin besar nilai SNR maka akan semakin baik performansi yang digunakan. Dalam perhitungan SNR yang telah dilakukan mendapatkan hasil sebesar 37,030 dB. Sehingga dalam perhitungan SNR yang telah dilakukan dapat dinyatakan layak, karena hasil yang didapat tidak kurang dari 21,5 dB. Hasil *Q-Factor* dari perhitungan manual dan simulasi dapat dikatakan layak jika tidak melebihi batas minimum yang digunakan dengan standarisasi yang

digunakan oleh ITU-T untuk nilai ideal dari *Q-Factor* adalah > 6 . Hasil yang didapat dari perhitungan manual dan simulasi didapatkan nilai sebesar 9,257 untuk perhitungan manual, 7,61262 untuk simulasi layanan pertama, 7,65178 untuk layanan kedua, dan 7,4391 untuk layanan ketiga. Berdasarkan hasil dari perhitungan dan simulasi memiliki hasil yang layak digunakan, karena hasil yang didapat lebih besar dari 6 yang telah ditetapkan oleh ITU-T. Hasil BER dari perhitungan manual dan simulasi dapat memenuhi syarat, jika hasil yang didapat memenuhi standarisasi yang digunakan oleh ITU-T maksimal sebesar 10^{-9} . Untuk hasil BER yang telah didapat dalam perhitungan manual dan simulasi didapatkan nilai sebesar $1,0632 \times 10^{-20}$ untuk perhitungan manual, $1,06152 \times 10^{-14}$ untuk simulasi layanan pertama, $7,6928 \times 10^{-15}$ untuk layanan kedua, dan 4.04239×10^{-14} untuk layanan ketiga. Berdasarkan hasil dari perhitungan manual dan simulasi dapat diketahui jika hasil BER yang telah didapat memenuhi standarisasi ITU-T dengan hasil $< 10^{-9}$, sehingga dapat disimpulkan nilai BER layak digunakan.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan untuk perancangan *upstream*, dengan parameter yang digunakan dalam perancangan ini. Diketahui jika hasil dari setiap parameter dapat memenuhi standarisasi yang digunakan oleh parameter tersebut. Standarisasi setiap parameter menggunakan standarisasi yang telah ditetapkan oleh PT.Telkom Indonesia dan ITU-T. Agar dapat mengetahui perancangan ini layak untuk diimplementasikan.

V. KESIMPULAN

Dari hasil yang telah didapat dengan parameter pengujian perancangan *fiber optic* menggunakan PLB, RTB, SNR, *Q-Factor*, dan BER untuk pembangunan akses internet di Desa Mekarsakti. Parameter yang digunakan telah disesuaikan dengan standarisasi PT.Telkom Indonesia dan standarisasi ITU-T. Dalam menguji kelayakan perancangan menggunakan dua sample yaitu *downstream* dan *upstream*.

Parameter *downstream* yang diuji adalah SNR, PLB, RTB, BER, dan *Q-factor*. Hasil dari pengujian SNR yang didapatkan adalah 25,172 dB, dengan standarisasi yang ditetapkan $> 21,5$ dB. Hasil dari pengujian PLB yang didapatkan adalah -26,05 dBm, dengan standarisasi yang ditetapkan > -28 dBm. Hasil dari pengujian RTB yang didapatkan adalah 239,812 ps, dengan standarisasi yang ditetapkan $< 281,35$ ps (tergolong pada standarisasi NRZ). Hasil dari pengujian BER yang didapatkan adalah $1,594 \times 10^{-10}$, dengan standarisasi yang ditetapkan $< 10^{-9}$. Hasil dari pengujian *Q-factor* yang didapatkan adalah 6,293 dengan standarisasi yang ditetapkan > 6 . Dari hasil pengujian diatas menyatakan bahwa hasil dari perhitungan SNR, PLB, RTB, BER dan *Q-factor* adalah layak.

Parameter *upstream* yang diuji adalah SNR, PLB, RTB, BER, dan *Q-factor*. Hasil dari pengujian SNR yang didapatkan adalah 37,030 dB, dengan standarisasi yang ditetapkan $> 21,5$ dB. Hasil dari pengujian PLB yang didapatkan adalah -14,47 dBm, dengan standarisasi yang ditetapkan > -28 dBm. Hasil dari pengujian RTB yang didapatkan adalah 319,039 ps, dengan standarisasi yang ditetapkan $< 562,701$ ps (tergolong pada standarisasi NRZ). Hasil dari pengujian BER yang didapatkan adalah $1,0632 \times 10^{-20}$, dengan standarisasi yang ditetapkan $< 10^{-9}$. Hasil

dari pengujian Q-factor yang didapatkan adalah 9,257 dengan standarisasi yang ditetapkan > 6 . Dari hasil pengujian diatas menyatakan bahwa hasil perhitungan parameter upstream dari SNR, PLB, RTB, BER dan Q-factor adalah layak.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan untuk perancangan *downstream* dan *upstream*, dengan parameter yang digunakan dalam perancangan ini. Diketahui jika hasil dari setiap parameter dapat memenuhi standarisasi yang digunakan oleh parameter tersebut. Standarisasi setiap parameter menggunakan standarisasi yang telah ditetapkan oleh PT.Telkom Indonesia dan ITU-T. Hasil dari pengujian tersebut agar dapat mengetahui perancangan ini layak untuk diimplementasikan di Desa Mekarsakti.

REFERENSI

- [1] 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.
- [2] PT. Telkom Indonesia. tbk, "peraturan direktur network & it solution perusahaan perseroan (persero)," Pedoman Desain Dan Perancangan Integrated Optical Distribution Network(i-ODN), jakarta, 2019.
- [3] TSB, "Handbook – Optical fibres, cables and systems," 2009. doi: 10.09.2009/DD.
- [4] A. Muh *et al.*, "PERENCANAAN JARINGAN NG-PON2 MENGGUNAKAN TEKNOLOGI TWDM PADA PERUMAHAN GRAND SHARON BANDUNG," 2018.
- [5] F. Erwanto, E. Wahyudi, and F. Khair, "ANALISIS IMPLEMENTASI JARINGAN FTTH DAN FTTB DI GEDUNG PERKANTORAN," 2021.
- [6] *Badan Pusat Statistik kabupaten sukabumi.* Available at: <https://sukabumikab.bps.go.id/indicator/12/84/1/jumlah-penduduk-hasil-registrasi-menurut-kecamatan.html> (Accessed: 10 September 2022).