

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

1st Herbanu Febrian Huda
Yanuar Putra
Teknik Telekomunikasi
Fakultas Elektro
Bandung, Indonesia
herbanufebrianhyp@student.telkomuni-versity.ac.id

2nd Ahmad Hambali
Teknik Telekomunikasi
Fakultas Elektro
Bandung, Indonesia
ahambali@telkomuniversity.ac.id

3rd Irfan Maulan
Teknik Telekomunikasi
Fakultas Elektro
Bandung, Indonesia
muhhammadirfanm@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Pada pembangunan infrastruktur jaringan sistem komunikasi serat optik penulis melakukan wawancara dan melakukan perhitungan agar perancangan dapat diimplementasikan. Hasil dari perhitungan *Power Link Budget* sebesar -20.36 dBm untuk *Downstream* dan -18.236 untuk *Upstream* nilai tersebut dapat dikatakan layak karena masih diatas -28 dBm. Untuk perhitungan *Rise Time Budget* tidak melebihi batas minimal yang 70% NRZ dan 35% untuk RZ. Nilai pada *signal noise to ratio* tidak kurang dari 21.5 dB

Kata kunci— Desa Mekarsakti, Mini-OLT, STO, FO

I. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur merupakan 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 ujung bagian barat. Menurut data yang tertera pada PT.Witel Telkom Sukabumi wilayah tersebut termasuk kedalam wilayah yang ada dalam ruang lingkup 3T, karena masih banyak masyarakat disana yang belum dapat mengakses jaringan internet dengan baik.

Salah satu daerah yang di rekomendasikan oleh PT.Witel Telkom Sukabumi dan menarik menjadi perhatian untuk dibangun SKSO yaitu Desa Mekarsakti Kecamatan Ciemas, Kababupaten Sukabumi. Menurut Badan Statistik kependudukan Kabupaten Sukabumi terdapat 109.673 penduduk[1]. 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.

II. KAJIAN TEORI

A. Power Link Budget

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)[6]. Total redaman didapatkan menggunakan persamaan

$$at = (L \times aserat) + (Nc \times ac) + (Ns \times as) + Sp \quad (1)$$

B. Rise Time Budget

Rise Time Budget merupakan metode untuk menentukan nilai batasan-batasan dispersi pada jaringan FO sehingga dapat mengetahui kualitas yang diterima *receiver*[4]. *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-toZero*(NRZ) dan total waktu transisi pada jaringan digital bernilai $\leq 35\%$ satu periode bit *Return-to-Zero*(RZ)[2]. Untuk menentukan nilai maksimum dari NRZ dan RZ dapat menggunakan persamaan.

$$NRZ = \frac{0.7}{Br} \quad (2)$$

$$RZ = \frac{0.35}{Br} \quad (3)$$

C. Q-Factor

Q-factor merupakan parameter yang digunakan untuk menganalisa kualitas dari suatu jaringan FO yang dirancang[5]. Semakin tinggi nilai yang didapat maka akan semakin bagus kualitas sinyal yang di terima. *Q-factor* yang ideal yaitu 6[4]. Untuk mengetahui nilai *Q-factor* dapat menggunakan.

$$Q = \frac{10 \frac{SNR}{20}}{2} \quad (4)$$

D. Signal noise to Ratio

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[5]. Standar parameter nilai SNR yang di tetapkan yaitu $\geq 21,5$ dB[7]. untuk menentukan nilai SNR dapat menggunakan.

$$SNR = 10 \log \frac{(P_{inRM})^2}{2 (q) P_{in} . R . M^2 . F(M) . B_E + \frac{4 . K_B . T . B_E}{R_L}} \quad (5)$$

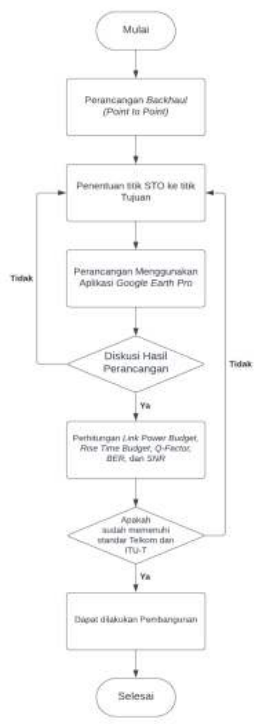
E. Bit Error Rate

Bit Error Rate (BER) merupakan parameter yang digunakan pada sistem transmisi digital untuk mengukur tingkat kesalahan bit yang diterima pada sisi penerima untuk melihat kulusitas sinyal [4]. Nilai BER yang harus dipenuhi pada rentang 10^{-9} sampai 10^{-12} , semakin kecil nilai BER maka semakin baik kualitas suatu jaringan karena 26 tingkat kesalahan bit semakin kecil. Untuk mendapatkan nilai BER dapat menggunakan :

$$BER = P_e(Q) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{Q^2}{2}} \quad (6)$$

III. METODE

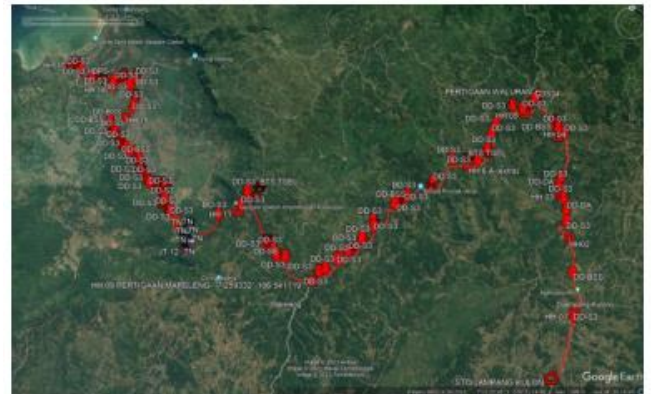
F. Diagram Alir Perancangan



Gambar I (Diagram Alir Perancangan)

Implementasi Sistem

Dalam Implementasi cara kerja sub-sistem perancangan point to point, kegiatan yang dilakukan adalah menentukan rute perancangan menggunakan aplikasi Google Earth Pro. Perancangan rute tersebut akan dibagi menjadi beberapa bagian untuk di analisis terkait legend apa saja yang digunakan. Selain itu juga akan dilakukan perhitungan pada legend-legend yang terdapat pada.



Gambar II (Implementasi Sistem)

Pada Gambar II merupakan rancangan backbone pada perancangan point to point dari STO Jampang Kulon ke MiniOLT. Pada gambar ini menunjukkan rute ideal yang akan digunakan untuk melakukan perancangan. Setiap legend yang ada pada perancangan memiliki fungsinya masing-masing. DD-S3-1 merupakan pipa besi yang digunakan untuk melindungi kabel duct. DD-BSS-S1 merupakan pipa duct yang akan digunakan pada jembatan untuk melindungi kabel duct dari beban yang berat. Dan HH-PIT-P-HDPE digunakan untuk sambungan kabel slack. Titik STO Jampang Kulon merupakan titik awal penarikan perancangan point to point dengan titik akhir tujuan MiniOLT yang berada di Desa Ciletuh. Total jarak yang dapat dihitung pada perancangan Google Earth Pro ini adalah 47.620 meter.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

G. Power Link Budget

Tabel 4.1 Perhitungan power link budget downstream

Power Link Budget Downstream		Nilai	Standarisasi Kelayakan	Keterangan
Downstream 2.5 Gbps	Perhitungan	-20,36 dBm	> -28 dBm	Layak
	Optisystem	-18,236 dBm	> -28 dBm	Layak

Berdasarkan **Tabel 4.1** hasil dari perhitungan manual dan simulasi power link budget downstream berguna untuk mengetahui daya terima receiver yang akan digunakan, dengan standarisasi yang digunakan dalam pengujian ini adalah standarisasi PT.Telkom Indonesia dengan nilai sebesar -28 dBm. Hasil yang didapat dalam perhitungan manual sebesar -20,36 dBm dan hasil yang didapatkan dalam perhitungan simulasi sebesar -18,236 dBm. Dari hasil tersebut dapat dianalisis bahwa hasil perhitungan manual dan simulasi dapat digunakan dalam implementasi jaringan backbone antar STO ke Mini-OLT, karena hasil yang telah diuji tidak melebihi batas minimum standarisasi yang digunakan oleh PT.Telkom Indonesia.

Tabel 4.2 Perhitungan *power link budget upstream*

Power Link Budget Upstream		Nilai	Standarisasi Kelayakan	Keterangan
Upstream 1.244 Gbps	Perhitungan	-18,236 dBm	> -28 dBm	Layak
	Optisystem	-15,541 dBm	> -28 dBm	Layak

Berdasarkan Tabel 4.2 hasil dari perhitungan manual dan simulasi *power link budget upstream* mirip dengan *downstream* berguna untuk mengetahui daya terima *receiver* yang digunakan, dengan menggunakan standarisasi PT.Telkom Indonesia sebesar -28 dBm sebagai parameter pengujian dalam pengujian PLB. Berdasarkan perhitungan manual didapatkan hasil sebesar -18,236 dBm dan simulasi sebesar -15,541 dBm. Dari hasil tersebut dapat dianalisis, jika hasil yang didapat memenuhi standarisasi PT.Telkom Indonesia dengan hasil yang tidak melebihi nilai minimum yang telah ditetapkan.

H. Rise Time Budget

Tabel 4.2 *rise time budget downstream*

Rise Time Budget Downstream	Nilai	Standarisasi Kelayakan	Keterangan
Non Return to Zero (NRZ)	0,2582933166 ns	< 0,28 ns	Layak
Return to Zero (RZ)	0,2582933166 ns	< 0,14 ns	Tidak Layak

Berdasarkan Tabel 4.2 hasil pengujian RTB *downstream* digunakan untuk mengetahui modulasi yang akan digunakan. Untuk mengetahui modulasi yang digunakan, maka menggunakan standarisasi ITU-T Berdasarkan standarisasi ITU-T menyatakan bahwa total waktu transisi digital untuk modulasi NRZ sebesar 70% dan total waktu transisi digital untuk modulasi RZ sebesar 35%, dari perhitungan modulasi NRZ dengan bit rate $2,488 \times 10^9$ mendapatkan batas transisi digital sebesar 0,28 ns dan modulasi RZ dengan bit rate yang sama memiliki batas transisi digital sebesar 0,14 ns. Hasil dari perhitungan yang telah dilakukan untuk hasil RTB menghasilkan 0,2582933166 ns. Dari hasil dan standarisasi tersebut, dapat diketahui jika nilai yang digunakan dalam perancangan ini menggunakan modulasi NRZ karena sesuai dengan batas transisi digital yang digunakan hanya modulasi NRZ yang dapat memenuhi RTB.

Tabel 4.3 *rise time budget upstream*

Rise Time Budget Upstream	Nilai	Standarisasi Kelayakan	Keterangan
Non Return to Zero (NRZ)	0,295535 ns	< 0,56 ns	Layak
Return to Zero (RZ)	0,295535 ns	< 0,28 ns	Tidak Layak

Berdasarkan Tabel 4.3 hasil pengujian RTB *upstream* digunakan untuk mengetahui modulasi yang akan digunakan. Sesuai dengan standarisasi ITU-T, modulasi NRZ sebesar 70% dari total waktu transisi digital dengan hasil perhitungan bit rate $1,244 \times 10^9$ menghasilkan nilai 0,56 ns dan RZ sebesar 35% dari

total waktu transisi digital dengan bit rate yang sama menghasilkan nilai 0,28 ns. Dari hasil perhitungan RTB *upstream* didapatkan hasil sebesar 0,295535 ns. Hasil tersebut dapat dianalisis bahwa modulasi yang digunakan dalam perancangan ini adalah modulasi NRZ, karena batas total waktu transisi modulasi tersebut yang dapat memenuhi hasil dari perhitungan RTB.

I. Bit Error Rate

Tabel 4.4 *bit error rate downstream*

Bit Error Rate Downstream	Nilai	Standar Kelayakan	Keterangan
Perhitungan	$2,0899 \times 10^{-16}$	< 10^{-9}	Layak
Optisystem	$7,895 \times 10^{-47}$	< 10^{-9}	Layak
	$4,149 \times 10^{-24}$	< 10^{-9}	Layak
	$5,403 \times 10^{-24}$	< 10^{-9}	Layak

Berdasarkan Tabel 4.4 hasil dari perhitungan manual dan simulasi *downstream* BER berguna untuk mengetahui jumlah bit error yang berada di *receiver*. Semakin kecil bit error yang berada di *receiver* maka semakin baik sistem yang digunakan. Berdasarkan standarisasi ITU-T yang digunakan dalam pengujian ini memiliki standarisasi maksimum bit error yang berada di *receiver* adalah $< 10^{-9}$. Hasil dari perhitungan manual didapatkan nilai BER sebesar $2,0899 \times 10^{-16}$, hasil dari simulasi yang digunakan dengan layanan *triple play* sebesar $7,895 \times 10^{-47}$ untuk layanan pertama, $4,149 \times 10^{-24}$ untuk layanan kedua, dan $5,403 \times 10^{-24}$ untuk layanan ketiga. Dari hasil yang didapatkan dapat diketahui bahwa telah memenuhi standarisasi ITU-T, karena dalam hasil tersebut tidak melebihi batas yang telah ditentukan. Sehingga sistem BER *downstream* layak digunakan.

Tabel 4.5 *bit error rate upstream*

Bit Error Rate Upstream	Nilai	Standar Kelayakan	Keterangan
Perhitungan	$2,910 \times 10^{-18}$	< 10^{-9}	Layak
Optisystem	$5,954 \times 10^{-11}$	< 10^{-9}	Layak
	$8,311 \times 10^{-10}$	< 10^{-9}	Layak
	$1,188 \times 10^{-10}$	< 10^{-9}	Layak

Berdasarkan Tabel 4.5 hasil dari perhitungan manual dan simulasi *upstream* BER mirip dengan *downstream* yang digunakan untuk mengetahui jumlah bit error yang berada di *receiver*. Semakin kecil bit error yang berada di *receiver* maka semakin baik sistem yang digunakan dalam perancangan. Berdasarkan standarisasi ITU-T yang digunakan dalam pengujian ini memiliki standarisasi maksimum bit error yang berada di *receiver* adalah $< 10^{-9}$. Hasil dari perhitungan manual didapatkan nilai BER sebesar $2,910 \times 10^{-18}$, hasil dari simulasi yang digunakan dengan layanan *triple play* mendapatkan nilai sebesar $5,954 \times 10^{-11}$ untuk

layanan pertama, $8,311 \times 10^{-10}$ untuk layanan kedua, dan $1,188 \times 10^{-10}$ untuk layanan ketiga. Dari hasil yang didapatkan dapat diketahui bahwa telah memenuhi standarisasi ITU-T, karena dalam hasil tersebut tidak melebihi batas yang telah ditentukan. Sehingga sistem BER *upstream* layak digunakan.

J. Signal noise to ratio

Tabel 4.6 Signal noise to Ratio

Signal Noise to Ratio	Nilai	Standar Kelayakan	Keterangan
Downstream	32,54 dB	> 21,5 dB	Layak
Upstream	34,55 dB	> 21,5 dB	Layak

Berdasarkan Tabel 4.6 standarisasi ITU-T memiliki batas kelayakan untuk SNR sebesar > 21,5, semakin besar SNR yang terdapat pada perancangan maka sistem performansi akan bekerja dengan baik. Hasil yang didapat dalam perhitungan *downstream* memiliki hasil sebesar 32,54 dB dan dalam perhitungan *upstream* memiliki hasil sebesar 34,55 dB. Dari hasil tersebut dapat dianalisis bahwa, hasil perhitungan tidak melebihi batas yang telah ditentukan oleh ITUT. Sehingga hasil SNR dari perhitungan ini dapat diimplementasi atau layak.

K. Q-Factor

Tabel 4.7 Q-Factor Downstream

Q-Factor Downstream	Nilai	Standar Kelayakan	Keterangan
Perhitungan	8,135	> 6	Layak
Optisystem	14,3217	> 6	Layak
	10,0549	> 6	Layak
	10,0309	> 6	Layak

Berdasarkan Tabel 4.7 Hasil dari perhitungan manual *Q-Factor downstream* memiliki hasil sebesar 8,135 dan hasil simulasi pada layanan pertama memiliki nilai sebesar 14,3217, layanan kedua 10,0549, dan layanan ketiga 10,0309. Standarisasi yang digunakan dalam perhitungan *Q-Factor* menggunakan standarisasi ITU-T dengan nilai yang harus dipenuhi adalah > 6, parameter ini digunakan untuk mengukur kualitas suatu jaringan fiber optik yang dirancang. Berdasarkan hasil dan standarisasi yang digunakan, hasil perhitungan dan simulasi dapat dinyatakan layak, karena hasil dari perhitungan tersebut dapat memenuhi parameter dengan standarisasi yang telah ditetapkan oleh ITU-T.

Tabel 4.8 Q-Factor Upstream

Q-Factor Upstream	Nilai	Standar Kelayakan	Keterangan
Perhitungan	7.210	> 6	Layak
Optisystem	6,375	> 6	Layak
	5,964	> 6	Layak
	6,193	> 6	Layak

Berdasarkan Tabel 4.8 Hasil dari perhitungan manual *Q-Factor upstream* memiliki hasil sebesar 7.210 dan hasil simulasi pada layanan pertama memiliki nilai sebesar 6,375, layanan kedua 5,964, dan layanan ketiga 6,193.

Standarisasi yang digunakan dalam perhitungan *Q-Factor* menggunakan standarisasi ITU-T dengan nilai yang harus dipenuhi adalah > 6 atau ideal yang mendekati 6, parameter *upstream* mirip dengan parameter *downstream* digunakan untuk mengukur kualitas suatu jaringan fiber optik yang dirancang. Berdasarkan hasil dan standarisasi yang digunakan, hasil perhitungan dan simulasi dapat dinyatakan layak, karena hasil dari perhitungan tersebut dapat memenuhi parameter dengan standarisasi yang telah ditetapkan oleh ITU-T. Namun pada layanan kedua dapat dikatakan layak, sebab pada nilai pada layanan tersebut dapat mendekati nilai ideal yaitu 6.

V. KESIMPULAN

Pada Work Package 3 Point to point, parameter downstream yang diuji adalah SNR, PLB, BER, RTB, dan Q-factor. Hasil dari pengujian SNR yang didapatkan adalah 32,54 dB, dengan standarisasi yang ditetapkan > 21,5 dB. Hasil dari pengujian PLB yang didapatkan adalah -20,36 dBm, dengan standarisasi yang ditetapkan > -28 dBm. Hasil dari pengujian RTB yang didapatkan adalah 0,258293 ns, dengan standarisasi yang ditetapkan < 0,28 ns (tergolong pada standarisasi NRZ). Hasil dari pengujian BER yang didapatkan adalah $2,0899 \times 10^{-16}$, dengan standarisasi yang ditetapkan < 10^{-9} . Hasil dari pengujian Q-factor yang didapatkan adalah 8,135 dengan standarisasi yang ditetapkan > 6. Dari hasil pengujian diatas menyatakan bahwa hasil perhitungan parameter downstream dari SNR, PLB, RTB, BER dan Q-factor adalah layak. Hasil perhitungan tersebut dinyatakan layak karena telah memenuhi standarisasi ITU-T yang telah ditetapkan oleh PT. Telkom Indonesia.

Pada Work Package 3 Point to point, parameter upstream yang diuji adalah SNR, PLB, BER, RTB, dan Q-factor. Hasil dari pengujian SNR yang didapatkan adalah 34,55 dB, dengan standarisasi yang ditetapkan > 21,5 dB. Hasil dari pengujian PLB yang didapatkan adalah -18,236, dengan standarisasi yang ditetapkan > -28 dBm. Hasil dari pengujian RTB yang didapatkan adalah 0,295535 ns, dengan standarisasi yang ditetapkan < 0,56 ns (tergolong pada standarisasi NRZ). Hasil dari pengujian BER yang didapatkan adalah $2,910 \times 10^{-18}$, dengan standarisasi yang ditetapkan < 10^{-9} . Hasil dari pengujian Q-factor yang didapatkan adalah 7,210 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. Hasil perhitungan tersebut dinyatakan layak karena telah memenuhi standarisasi ITU-T yang telah ditetapkan oleh PT. Telkom Indonesia.

REFERE NSII

[1] Badan Pusat Statistik kabupaten sukabumi. Available at: <https://sukabumikab.bps.go.id/indicator/12/84/1/jumlah-penduduk-hasil-registrasimenurut-kecamatan.html> (Accessed: 10 September 2022).

[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] T. D. Hakim and D. Ramadhan, "OPTIMALISASI TRAFIK VOICE DAN ENODEB DENGAN MIGRASI MEDIA TRANSMISI RADIO MICROWAVE MENJADI FIBER OPTIK (STUDI KASUS SITE HARAPAN JAYA BEKASI)," *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, vol. 9, no. 2, 2021

[4] 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.

[5] F. Erwanto, E. Wahyudi, and F. Khair, "ANALISIS IMPLEMENTASI JARINGAN FTTH DAN FTTB DI GEDUNG PERKANTORAN," 2021.

[6] TSB, "Handbook – Optical fibres, cables and systems," 2009. doi: 10.09.2009/DD.

[7] A. Muh *et al.*, "PERENCANAAN JARINGAN NG-PON2 MENGGUNAKAN TEKNOLOGI TWDM PADA PERUMAHAN GRAND SHARON BANDUNG," 2018.

[8] Update, B. (2021) *Cara Melakukan Wawancara Dengan Baik Dan Benar, kumparan*. Available at: <https://kumparan.com/berita-update/cara-melakukan-wawancara-denganbaik-dan-benar-1wUuVQgCeXj> (Accessed: 18 June 2023)

[9] Panduan Survei Kebutuhan Nyata (*real demand survey - RDS*): *Nawasis –national water and sanitation information services* (no date) *NAWASIS*. Available at: <https://www.nawasis.org/portal/digilib/read/panduan-survei-kebutuhan-nyata-realdemand-survey-rds-/2422> (Accessed: 21 June 2023).

[10] *Kuesioner Adalah: Pengertian, jenis-jenis, Dan Karakteristik* - *gramedia.com*. Available at: <https://www.gramedia.com/literasi/kuesioner/> (Accessed: 3 July 2023).

