

PERANCANGAN JARINGAN *BACKHAUL ENODEB* MENGGUNAKAN SERAT OPTIK PADA KECAMATAN GANGGA, BAYAN, DAN KAYANGAN KABUPATEN LOMBOK UTARA PROVINSI NUSA TENGGARA BARAT

I Putu Raka Dharmasadhana 1st
Prodi S1 Teknik Telekomunikasi
Universitas Telkom
Bandung
Bandung, Indonesia
rakadharna@student.telkomuniversity.
ac.id

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

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

Pada tugas akhir ini penulis akan membahas tentang perancangan jaringan backhaul eNodeB menggunakan serat optik. Yang akan memperhitungkan trafik user dalam menentukan banyaknya eNodeB yang akan dirancang dan juga akan menggunakan teknologi STM-4 pada link backhaul, yang nantinya akan berfokus di kecamatan gangga, kayangan, dan bayan pada kabupaten Lombok Utara, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Hasil simulasi pada link backhaul dengan menggunakan STM-4 mendapatkan nilai terbaik untuk *Q-factor* 14,408, BER $2,28 \times 10^{-47}$, *power received* -21,51 dBm, nilai terburuk *Q-factor* 6,98, BER $1,45 \times 10^{-12}$, *power received* -24,76 dBm, menggunakan *power transmitter* sebesar 1 dBm. Pada link akses dengan GPON menggunakan *power transmitter* sebesar 1,5 dBm disisi *upstream* mendapatkan nilai terbaik untuk *Q-factor* 11,471, BER $9,17 \times 10^{-31}$, *power received* -19,902 dBm, nilai terburuk *Q-factor* 5,623, BER $9,35 \times 10^{-9}$, *power received* -22,581 dBm. Disisi *downstream* nilai terbaik untuk *Q-factor* 16,759, BER $2,409 \times 10^{-63}$, *power received* -18,309 dBm, nilai terburuk *Q-factor* 9,683, BER $1,77 \times 10^{-22}$, *power received* -20,217 dBm.

Kata kunci : *backhaul*, eNodeB, serat optik, 4G LTE, STM-4, GPON.

I. PENDAHULUAN

Saat ini di Indonesia sendiri belum semua daerah terjangkau oleh layanan LTE, contohnya pada kabupaten Lombok Utara yang berada di pulau Lombok provinsi Nusa Tenggara Barat. Setelah bencana gempa bumi yang menimpa pulau Lombok 4 tahun lalu, kabupaten Lombok Utara adalah daerah yang paling merasakan dampak dari bencana tersebut, terutama pada kecamatan Gangga, Kayangan, dan Bayan terlebih akses dari jaringan 4G/LTE masih bisa dibilang sangat kurang memadai. Untuk mendukung pembangunan dan pemerataan jaringan LTE, dibutuhkan suatu teknologi transmisi serat optik yang memiliki bandwidth dalam kapasitas besar yang mampu menjangkau pengguna jarak jauh serta memiliki kecepatan data yang sangat tinggi. Pada Tugas Akhir ini penulis akan membahas tentang perancangan jaringan backhaul eNodeB menggunakan serat optik pada jaringan LTE yang memperhitungkan traffic user dalam menentukan jumlah site, yang nantinya akan berfokus di kecamatan gangga, kayangan, dan bayan kabupaten Lombok Utara, Provinsi Nusa Tenggara Barat.

II. KAJIAN TEORI

2.1 Teknologi 4G LTE

Long Term Evolution (LTE) adalah sebuah nama yang diberikan oleh *Third Generation Partnership Project (3GPP)*, nama itu diberikan pada sebuah proyek yang bertujuan untuk memperbaiki standar dari teknologi sebelumnya yaitu UMTS WCDMA yang merupakan *mobile phone* generasi ke-3 atau yang akrab disebut 3G. LTE mampu mencapai kecepatan data maksimum 100 Mbps pada arah *downlink* dan mencapai angka 50 Mbps pada arah *uplink*, angka ini jelas melebihi nilai yang bisa dicapai dari teknologi sebelumnya yaitu UMTS(3G) dan HSPA(3,5G). Hal inilah yang membuat teknologi LTE dapat mendukung layanan seperti data, suara, video, hingga TV interaktif[7][8].

2.2 Backhaul

Backhaul merupakan sebuah media transport jaringan radio akses seluler yang menghubungkan *base station* dengan *controller-nya*. *Controller* pada *backhaul* adalah MME, S-GW dan P-GW yang merupakan bagian-bagian yang terdapat pada EPC[2][15]. Pada tugas akhir ini, akan dibahas mengenai perancangan link backhaul dengan menggunakan media transmisi serat optik.

2.3 Perencanaan Berdasarkan Kapasitas User

Dalam melakukan perancangan jaringan LTE menggunakan capacity planning ada beberapa prosedur atau tahapan yang perlu dilakukan. Yang nantinya akan menentukan jumlah site yang diperlukan untuk memenuhi trafik user dari suatu wilayah yang akan menjadi target dari perancangan jaringan. [14].

2.4 GPON (*Gigabyte Passive Optical Network*)

Gigabyte Passive Optical Network merupakan salah satu teknologi yang dikembangkan oleh ITU-T via G.984 yang merupakan teknologi akses yang dikategorikan sebagai *Broadband Access* yang berbasis kabel serat optik. Arsitektur dari GPON pada prinsipnya adalah sistem point to multipoint, yang menggunakan *splitter pasif* sebagai teknologi yang digunakan untuk membagi jaringannya[20].

2.5 SDH (Synchronous Digital Hierarchy)

Synchronous Digital Hierarchy (SDH) adalah suatu standar internasional pemultipleksan sistem transport pada jaringan telekomunikasi yang memiliki kecepatan yang tinggi dan dapat mengirimkan sinyal digital dengan kapasitas yang beragam. Struktur frame yang didefinisikan dalam SDH antara lain *Synchronous Transport Module Level 1* atau STM-1 yang merupakan kecepatan bit terendah dengan kecepatan bit 155 Mbps, dan untuk kecepatan bit tertinggi adalah *Synchronous Transport Module Level 64* atau STM-64 dengan kecepatan bit mencapai 10 Gbps [21].

III. METODE

3.1 Perhitungan Trafik User

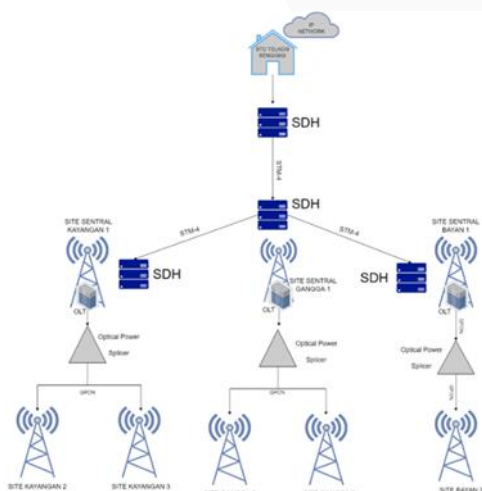
Pada bagian ini dilakukan perencanaan *capacity planning* untuk mengetahui *traffic user* yang dibutuhkan di kecamatan Gangga, Kayangan, Bayan.

Tabel 3. 1 Parameter Trafik User

No	Parameter	Nilai			Keterangan
		Kec. Gangga	Kec. Bayan	Kec. Kayangan	
1	Jumlah Penduduk tahun acuan (2021)	40836	44671	37413	Jumlah total penduduk masing-masing kecamatan
2	Penduduk Usia Produktif (70%)	28785 (70%)	15491 (35%)	25033 (67%)	Penduduk usia 10-54 tahun
3	Persentase Laju Pertumbuhan Jumlah Penduduk	0,99%	1,58%	1,31%	Perhitungan BPS kab. Lombok Utara tahun 2000-2010
4	Market Share Operator	66,4%			Telkomsel
5	Penetrasi LTE	54%			Indonesia

3.2 Perancangan Link Jaringan Serat Optik

Perancangan ini menggunakan STM-4 dalam perancangan *backhaul link* dan menggunakan teknologi GPON dalam perancangan *link akses*. Gambar 3.1 menunjukkan model perancangan jaringan.



Gambar 3. 1 Alur Perencanaan Jaringan Pada Kecamatan Gangga, Bayan, dan Kayangan

3.2.1 Perancangan Backhaul Link

Dalam perancangan *backhaul link* pada tugas akhir ini menggunakan teknologi STM-4 dengan *bit rate* 622 Mbps. Untuk parameter yang digunakan dalam perancangan *backhaul link* dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Parameter Perancangan Backhaul Link

Item	Value	Unit
Bit rate	622	Mbps
Format Modulasi	-	NRZ
Wavelength	1550	nm
Attenuasi	0,2	dB
Mean launched power	-3 sampai 2	dBm
Sensitifitas minimum	-28	dBm
Minimum overload	-8	dBm

3.2.2 Perancangan Link Akses

Perancangan *link akses* pada Tugas Akhir ini menggunakan teknologi GPON sebagai media *transport* dari *backbone* menuju distribusi 4G LTE atau *backhaul*. Menggunakan *bit rate* 1244,16 Mbps untuk sisi *upstream* dan 2488,32 Mbps untuk sisi *downstream*. Parameter yang digunakan dalam perancangan *link akses* dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Parameter Perancangan Link Akses

Item	Value	Unit
Bit rate upstream	1244,16	Mbps
Bit rate downstream	2488,32	Mbps
Format Modulasi	-	NRZ
Wavelength upstream	1310	nm
Wavelength downstream	1490	nm
Power range (Class B+) Tx	-1,5 sampai 5	dBm
Power range (Class B+) Rx	-28 sampai -8	dBm

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

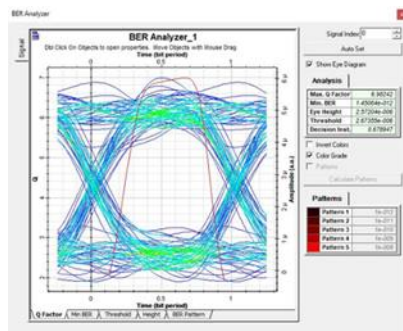
4.1 Simulasi dan Pemodelan Sistem

Simulasi pemodelan sistem pada *link backhaul* menggunakan teknologi STM-4 *bit rate* 622 Mbps dengan jarak 53,6 km yang menghubungkan sentral site Gangga 1 dengan STO Telkom terdekat yaitu STO Telkom Senggigi. Sistem pemodelan pada *link akses* menggunakan model sistem GPON dengan *bit rate* 2,5 Gbps.

4.2 Analisis Hasil Simulasi Perancangan

4.2.1 Analisis Perancangan Backhaul Link

Analisis yang dilakukan untuk hasil simulasi pada *link backhaul* yang menggunakan teknologi STM-4 mengambil nilai pada *link* dengan jarak terjauh dan menggunakan *power transmitter* sebesar 1 dBm.



Gambar 4. 1 Hasil Eye Diagram, BER, Q-Factor Terburuk Pada Link Backhaul

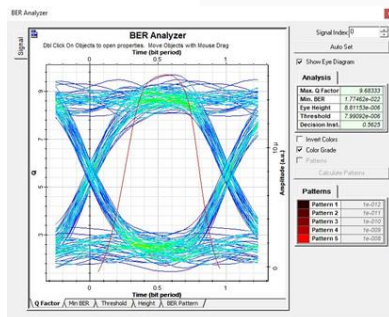


Gambar 4. 2 Hasil Power Received Terburuk Pada Link Backhaul

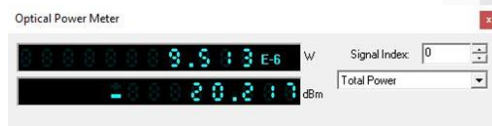
Pada Gambar 4.1 menunjukkan hasil Q-factor 6,98, BER $1,45 \times 10^{-12}$, dan eye diagram, sedangkan pada Gambar 4.2 menunjukkan hasil power received -24,76 dBm

4.2.2 Analisis Perancangan Link Akses Menggunakan GPON sisi Downstream

Analisis yang dilakukan untuk hasil simulasi pada link akses sisi downstream yang menggunakan teknologi GPON mengambil nilai pada link dengan jarak terjauh dan menggunakan power transmitter sebesar 1,5 dBm.



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

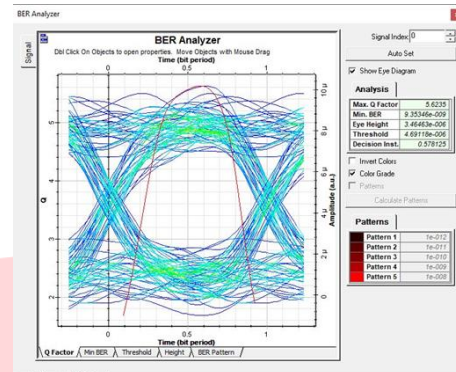


Gambar 4. 4 Hasil Power Received Terburuk Pada Link Akses Downstream

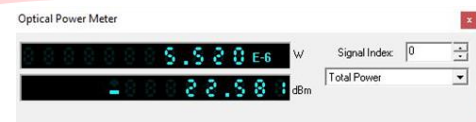
Pada Gambar 4.3 menunjukkan hasil Q-factor 9,68, BER $1,77 \times 10^{-22}$, dan eye diagram, sedangkan pada Gambar 4.4 menunjukkan hasil power received -20,21 dBm.

4.2.3 Analisis Perancangan Link Akses Menggunakan GPON sisi Upstream

Analisis yang dilakukan untuk hasil simulasi pada link akses sisi upstream yang menggunakan teknologi GPON mengambil nilai pada link dengan jarak terjauh dan menggunakan power transmitter sebesar 1,5 dBm.



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

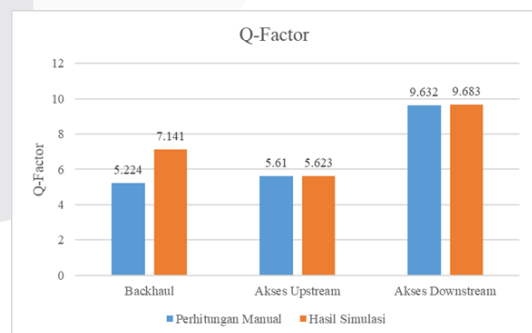


Gambar 4. 6 Hasil Power Received Terburuk Pada Link Akses Upstream

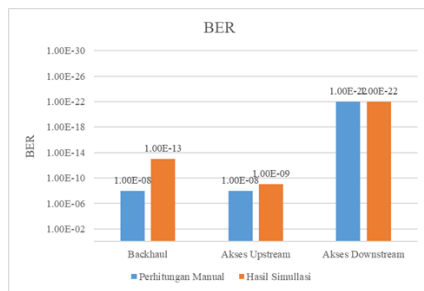
Pada Gambar 4.5 menunjukkan hasil Q-factor 20,97, BER $5,08 \times 10^{-98}$, dan eye diagram, sedangkan pada Gambar 4.6 menunjukkan hasil power received -24,98 dBm.

4.3 Analisis Hasil Simulasi Perancangan

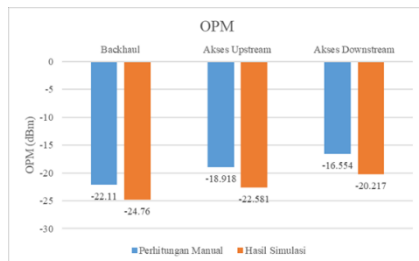
Berdasarkan hasil jarak terjauh untuk parameter Q-Factor, BER, dan Power Received yang didapatkan dari hasil simulasi link akses dan link backhaul, akan dibandingkan dengan hasil perhitungan secara manual.



Gambar 4. 7 Perbandingan Q-factor Perhitungan dan Simulasi



Gambar 4.8 Perbandingan BER Perhitungan dan Simulasi



Gambar 4.9 Perbandingan Power Received Perhitungan dan Simulasi

Terdapat perbedaan antara perhitungan manual dengan simulasi. Perbedaan tersebut dipengaruhi karena adanya faktor-faktor seperti *random sequence*, efek *non-linier* dan juga adanya dispersi pada aplikasi yang digunakan sedangkan pada perhitungan manual hal itu tidak ada.

V. KESIMPULAN

1. Sistem jaringan eNodeB pada *link backhaul* dengan menggunakan STM-4 mendapatkan nilai pada *link* terjauh untuk Q-factor 6,98, BER $1,45 \times 10^{-12}$, *power received* -24,76 dBm.
2. Sistem jaringan eNodeB pada *link akses* dengan GPON disisi *upstream* mendapatkan nilai pada *link* terjauh untuk Q-factor 5,62, BER $9,35 \times 10^{-9}$, *power received* -22,58 dBm.
3. Sistem jaringan eNodeB pada *link akses* dengan GPON disisi *downstream* mendapatkan nilai pada *link* terjauh untuk Q-factor 9,68, BER $1,77 \times 10^{-22}$, *power received* -20,217 dBm.

REFERENSI

- [1] Maria Ulfah, Andi Sri Irtawaty. "OPTIMASI JARINGAN 4G LTE (LONG TERM EVOLUTION) PADA KOTA BALIKPAPAN," 2018
- [2] Rifa Atul Izza Asyari, Firdaus, Eka Indarto, Ida Nurcahyani, "PERANCANGAN JARINGAN BACKBONE DAN DISTRIBUSI 4G LTE DI SLEMAN BERBASIS JARINGAN OPTIK " 2017.
- [3] Riri Yulianti Solfia, Putra Jaya, Yasdinul Huda, "ANALISIS PERFORMANCE SERAT OPTIK SEBAGAI MEDIA TRANSMISI PADA JALUR TRANSMISI LUBUK BASUNG-LUBUK SIKAPING" 2014.
- [4] Teguh Firmansyah, "Ini Daerah Paling Parah Terkena Gempa di Lombok," 6 Agustus 2018. [Online]. Available: <https://www.republika.co.id/berita/nasional/daerah/18/08/06/pd0vqq377-ini-daerah-paling-parah-terkena-gempa-di-lombok>. [Accessed 1 November 2021].
- [5] Addi M Idhom, "Gempa Lombok Ganggu Operasional Sebagian Sarana Telekomunikasi," 6 Agustus 2018. [Online]. Available: <https://tirto.id/gempa-lombok-ganggu-operasional-sebagian-sarana-telekomunikasi-cQDK>. [Accessed 1 November 2021].
- [6] Fajar Pebrianto, "Ini Data Lengkap Kerusakan Gempa Lombok Versi BNPB," 10 September 2018. [Online]. Available: <https://bisnis.tempo.co/read/1125319/ini-data-lengkap-kerusakan-gempa-lombok-versi-bnpb>. [Accessed 1 November 2021].
- [7] S. Heliana, "TEKNOLOGI Long Term Evolution (LTE) 4G", 2014.
- [8] John Wiley, Sons Ltd, "From GSM to LTE-Advanced Pro and 5G," 2021.
- [9] A. ElNashar, M. A. El-Saidny and M. Sherif, "Design, Deployment and Performance of 4G/LTE Networks," 2014.
- [10] Senior, J.M, & Jamro, M. Y. "Optical Fiber Communications Principles and Practice". England: Pearson Education. 2009.
- [11] Briley, B. E. "AN INTRODUCTION TO FIBER OPTICS SYSTEM DESIGN. U.S.A:ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS B.V. 1990.
- [12] G. P. Agrawal, "Fiber-Optic Communication Systems, 4th Edition," 2010.
- [13] Huawei Technologies, "LTE Radio Network Capacity Dimensioning," 2013.
- [14] Rima Fitria Adiati, "Analisis Parameter Signal to Noise Ratio dan Bit Error Rate dalam Backbone Komunikasi Fiber Optik Segmen Lamongan Kebalen," 2017.
- [15] T. Irawan, "Perancangan Jaringan Komunikasi LTE Penumpang Kereta Cepat 160 km/Jam Jakarta-Surabaya Jalur Cepu – Surabaya," 2019.
- [16] Fazar Guntara Praja, Dwi Aryanta, Lita Lidyawati, "Analisis Perhitungan dan Pengukuran Transmisi Jaringan Serat Optik Telkomsel Regional Jawa Tengah," 2013.
- [17] Unknown, "Arsitektur Jaringan Long Term Evolution (LTE)," 21 November 2016. [Online]. Available: <http://punyavini.blogspot.com/2016/11/arsitekturjaringan-long-term-evolution.html>. [Accessed 10 Desember 2021].
- [18] Abdulloh Solichin, "Jenis Kabel Fiber Optik," 28 Mei 2020. [Online]. Available: <https://netsolution.co.id/jenis-kabel-fiber-optik/>. [Accessed 10 Desember 2021].
- [19] Unknown, "STRUKTUR DAN JENIS SERAT OPTIK (FIBER OPTIC)," 13 Agustus 2017. [Online]. Available: <http://jaringanfo.blogspot.com/2017/08/struktur->

- dan-jenis-serat-optik-fiber.html. [Accessed 10 Desember 2021].
- [20] Arfiansyah, T. (n.d.). Planning Design Network ICT With GPON Technology. Management Telecommunications, Electrical Engineering Department , 2-4.
- [21] The International Engineering Consortium. (n.d.). Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM). *Web ProForum Tutorials*, 1-3.

