

PERANCANGAN JARINGAN *BACKHAUL* 4G LTE PADA KECAMATAN CIKALONG

1st Gian Cipta P

Prodi S1 Teknik Telekomunikasi
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia

gianciptap@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Budi Prasetya

Prodi S1 Teknik Telekomunikasi
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia

budipeasetya@telkomuniversity.co.id

3rd M. Irfan Maulana

Prodi S1 Teknik Telekomunikasi
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia

muhammadirfanm@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Pada penelitian ini, dilakukan perancangan jaringan dengan menentukan lokasi untuk *backhaul* eNodeB pada jaringan 4G LTE, berdasarkan letak geografis dan memperhitungkan trafik user yang diperlukan untuk mengetahui dan menentukan link *backhaul*, dengan menggunakan media transmisi serat optik, konfigurasi sistem jaringan eNodeB yang akan dirancang di Kecamatan Cikalong. Hasil simulasi pada *link backhaul* dengan menggunakan STM-4 untuk nilai terbaik, Q-factor 8,14, BER $7,51 \times 10^{-17}$, dan *power received* -20,32 dBm, untuk nilai terburuk Q-factor 10,2, BER $4,55 \times 10^{-25}$, *power received* -22,972 dBm, pada *link backhaul* menggunakan daya *transmitter* sebesar 1 dBm. Pada *link* akses dengan GPON disisi *uplink* untuk nilai terbaik Q-factor 36,51, BER $2,7 \times 10^{-292}$, dan *power received* -21,62 dBm, untuk nilai terburuk Q-factor 20,97, BER $5,08 \times 10^{-98}$, *power received* -24,98 dBm, pada *link* akses disisi *uplink* menggunakan daya *transmitter* sebesar 1,5 dBm. Pada *link* akses dengan GPON disisi *downlink* untuk Q-factor 37,41, BER $9,7 \times 10^{-307}$, dan *power received* -20,72 dBm, untuk nilai terburuk Q-factor 27,65, BER $1,28 \times 10^{-168}$, *power received* -22,93 dBm, pada *link* akses disisi *downlink* menggunakan daya *transmitter* sebesar 1,5 dBm.

Kata kunci— *backhaul*, eNodeB, fiber optik, 4G LTE, STM-4.

Abstract— In this research, a network design is carried out by determining the location for eNodeB *backhaul* on a 4G LTE network based on geographical location and taking into account the user traffic needed to determine and determine the *backhaul* link using fiber optic transmission media, configuration of the eNodeB network system to be designed in Cikalong District. The simulation results on the *backhaul* link using STM-4 for the best value, Q-factor 8.14, BER 7.51×10^{-17} , and *power received* -20.32 dBm, for the worst value Q-factor 10.2, BER 4.55×10^{-25} , *power received* -22.972 dBm, on the *backhaul* link using *transmitter* power of 1 dBm. On the access link with GPON on the *uplink* side for the best value of Q-factor 36.51, BER 2.7×10^{-292} , and *power received* -21.62 dBm, for the worst value of Q-factor 20.97, BER 5.08×10^{-98} , *power received* -24.98 dBm, on the access link on the *uplink* side using the *transmitter* power of 1.5 dBm. On the access link with GPON on the *downlink* side for Q-factor 37.41, BER 9.7×10^{-307} , and *power received* -20.72 dBm, for the worst value Q-factor 27.65, BER 1.28×10^{-168} , *power received* -

22.93 dBm, the access link on the *downlink* side uses a *transmitter* power of 1.5 dBm.

Keywords— *backhaul*, eNodeB, fiber optik, 4G LTE, STM-4.

I. PENDAHULUAN

Perencanaan jaringan *backhaul* yang memadai dengan biaya yang seminimal mungkin perlu direalisasikan, hal tersebut diperlukan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan seluler dan agar para pengguna seluler merasakan layanan data dengan berkecepatan tinggi pada daerah-daerah yang memiliki akses sulit serta jauh dari kota, oleh karena itu fiber optik sangat mendukung untuk jaringan 4G LTE, yang dijadikan media penghubung (*backhaul*) antara eNodeB dengan sentral. Maka dilakukan perancangan jaringan dengan menentukan lokasi untuk *backhaul* eNodeB pada jaringan 4G LTE, berdasarkan letak geografis dan memperhitungkan trafik *user* yang diperlukan, untuk mengetahui dan menentukan *link backhaul* dengan menggunakan media transmisi serat optik, konfigurasi sistem jaringan eNodeB yang akan dirancang di Kecamatan Cikalong.

II. KAJIAN TEORI

Teknologi 4G LTE

Pada jaringan ini pengguna dapat menikmati suara, data, dan multimedia dengan dapat diakses kapan saja dan dimana saja. Sistem LTE memiliki kompleksitas rendah yang menyediakan QoS dan kecepatan data yang lebih tinggi. Modulasi yang dipakai dalam arsitektur LTE adalah Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) [5].

Backhaul

Backhaul adalah penghubung antara *core* dan pinggir jaringan, yang terdiri dari *node link*. *Core* tahu bagaimana cara merutekan panggilan atau paket, tetapi *backhaul* yang membawa informasi secara fisik, *backhaul* harus membawa informasi dengan cara yang andal dan hemat biaya, *backhaul* juga dapat menetapkan *circuit switch* atau *packet switch* untuk panggilan atau koneksi, yang artinya *backhaul* bertanggung jawab untuk membawa sinyal jaringan (seperti untuk manajemen jaringan, perutean, dan serah terima) [7].

Perencanaan Berdasarkan Kapasitas User

Tujuan dari merencanakan kapasitas berdasarkan *user* adalah untuk mendapatkan jumlah *site* yang memenuhi kebutuhan berdasarkan jumlah pelanggan yang berada di suatu wilayah [8].

GPON (Gigabyte Passive Optical Network)

GPON atau *Gigabit Passive Optical Network* adalah teknologi berbasis fiber optik *point to multipoint* yang dikembangkan oleh ITU-T via G.984. Prinsip kerja dari GPON yaitu mengirimkan sinyal ke ONT yang didapatkan dari OLT menggunakan *splitter* dengan optik tunggal [14].

SDH (Synchronous Digital Hierarchy)

Teknologi *Synchronous Digital Hierarchy* (SDH) merupakan sebuah teknologi yang didasari dengan hierarki struktur *Time Division Multiplexing* (TDM) [15].

III. METODE

Perhitungan Trafik User

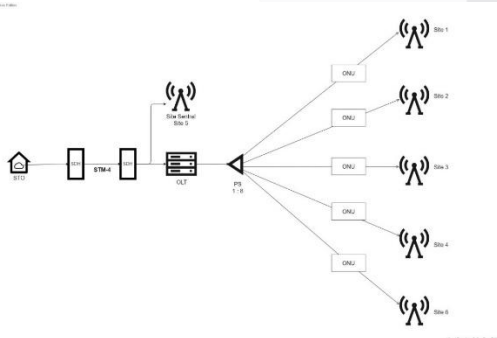
Pada bagian ini dilakukan perencanaan berdasarkan kapasitas untuk mengetahui *traffic user* yang dibutuhkan di wilayah Kecamatan Cikalong.

Tabel 1 Nilai *Network Throughput* Kecamatan Cikalong

Total Targ et User	Single User Through put (UL)	Single User Through put (DL)	Network Through put (UL) (Kbps)	Network Through put (DL) (Kbps)
11348 users	9,87 kbps Mbps	37,23 Mbps	112 Mbps	422,49 Mbps

Perancangan Link Jaringan Serat Optik

Perancangan ini menempatkan SDH sebelum OLT seperti pada Gambar 3.1, karena jarak antara STO dan *site* sentral lebih dari 20 km, sehingga perlu mendekatkan OLT ke arah *site* sentral.



Gambar 3. 1 Alur Perencanaan Jaringan Pada Kecamatan Cikalong

Perancangan Backhaul Link

Jaringan *backhaul link* yang digunakan dalam perancangan ini yaitu STM-4 karena memiliki *bit rate* 622 Mbps, sehingga cukup dengan kapasitas yang dibutuhkan, STM-4 dapat mendistribusikan sinyal menuju jaringan optik

untuk distribusi 4G LTE, STM-4 juga dapat mencakup jarak mencapai lebih dari 60 km.

Tabel 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
Dispersi kromatik	0,0175	ns/nm.Km
Rise Time Transmitter (t_{tx})	0,5	ns
Rise Time receiver (t_{rx})	0,3	ns
Lebar spektral	0,3	nm

Perancangan Link Akses

GPON dapat diaplikasikan ke dalam jaringan backhaul 4G LTE, GPON berfungsi sebagai media *transport* dari *backbone* menuju distribusi 4G LTE atau *backhaul*.

Tabel 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
Dispersi kromatik 1310 nm	0,0035	ns/nm.Km
Dispersi kromatik 1490 nm	0,017	ns/nm.Km
Rise Time Transmitter (t_{tx})	0,1	ns
Rise Time receiver (t_{rx})	0,2	ns
Lebar spektral	0,5	nm

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi dan Analisis Hasil Perancangan Jaringan Backhaul

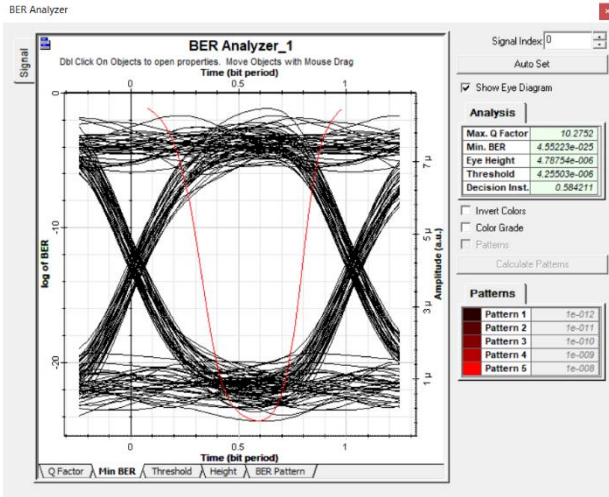
Simulasi dan Pemodelan Sistem

Pada link backhaul menggunakan sistem point to point dengan menggunakan teknologi SDH, bit rate yang di pakai pada link backhaul adalah 622 Mbps yang disesuaikan

kapasitas eNodeB pada link akses. Pada link akses menggunakan model sistem GPON dan bit rate yang dipakai 2,5 Gbps.

Analisis Hasil Simulasi Perancangan Analisis Link Backhaul Menggunakan STM-4

Menganalisis hasil simulasi link backhaul dengan menggunakan STM-4, nilai yang diambil adalah nilai terburuk dari percobaan simulasi, simulasi pada link backhaul memakai power transmitter 1 dBm.



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

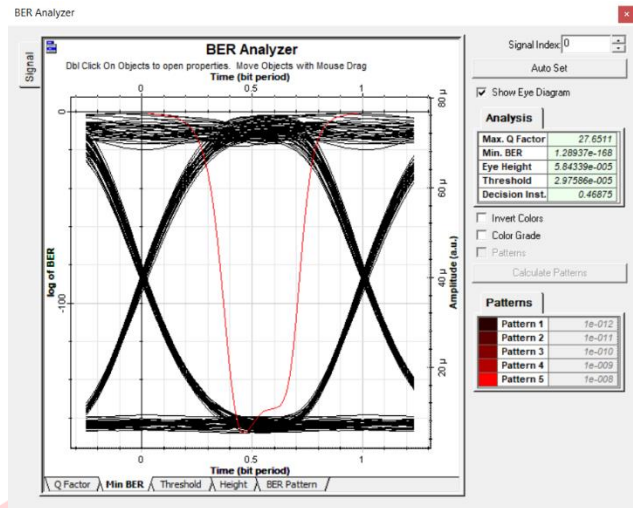


Gambar 4. 2 Hasil Power Received Terburuk Pada Link Backhaul

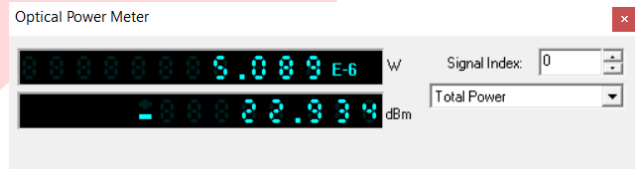
Pada Gambar 4.1 menunjukkan hasil Q-factor 9,54, BER $6,87 \times 10^{-22}$, dan eye diagram, sedangkan pada Gambar 4.2 menunjukkan hasil power received -23,29 dBm.

Analisis Link Akses Menggunakan GPON untuk Downstream

Menganalisis hasil simulasi link akses GPON disisi downlink, nilai yang diambil adalah nilai terburuk dari percobaan simulasi, simulasi pada link akses memakai power transmitter 1,5 dBm.



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

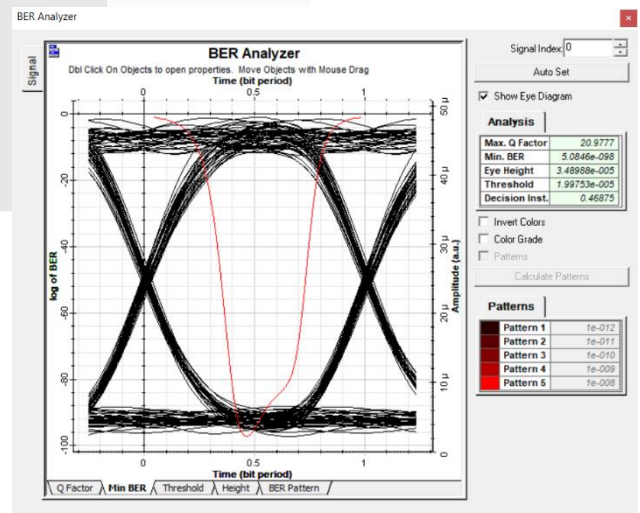


Gambar 4. 4 Hasil Power Received Terburuk Pada Link Akses Downstream

Pada Gambar 4.3 menunjukkan hasil Q-factor 27,65, BER $1,28 \times 10^{-168}$, dan eye diagram, sedangkan pada Gambar 4.4 menunjukkan hasil power received -22,93 dBm.

Analisis Link Akses Menggunakan GPON untuk Upstream

Menganalisis hasil simulasi link akses GPON disisi uplink, nilai yang diambil adalah nilai terburuk dari percobaan simulasi, simulasi pada link akses memakai power transmitter 1,5 dBm.



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

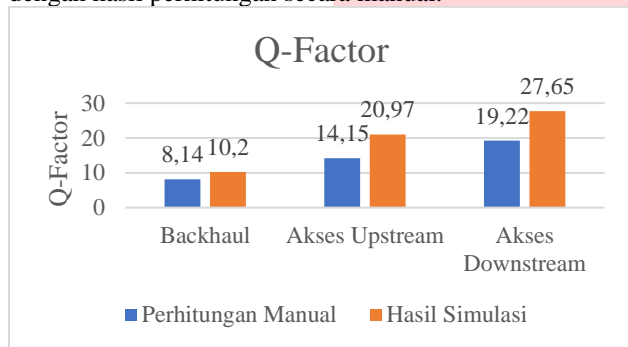


Gambar 4. 6 Hasil *Power Received* Terburuk Pada *Link Akses Upstream*

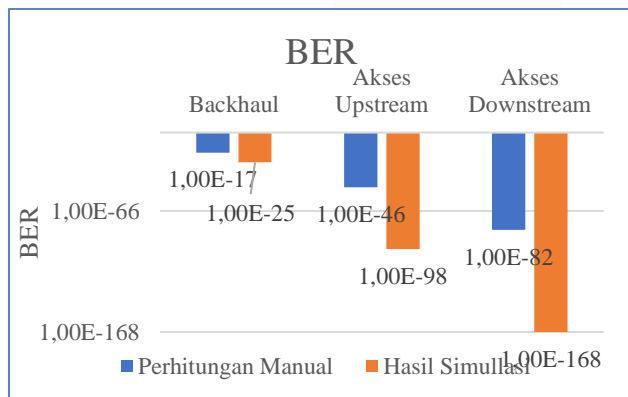
Pada Gambar 4.5 menunjukkan hasil Q-factor 20,97, BER $5,08 \times 10^{-98}$, dan *eye diagram*, sedangkan pada Gambar 4.6 menunjukkan hasil *power received* -24,98 dBm.

Analisis Hasil Perhitungan dan Simulasi

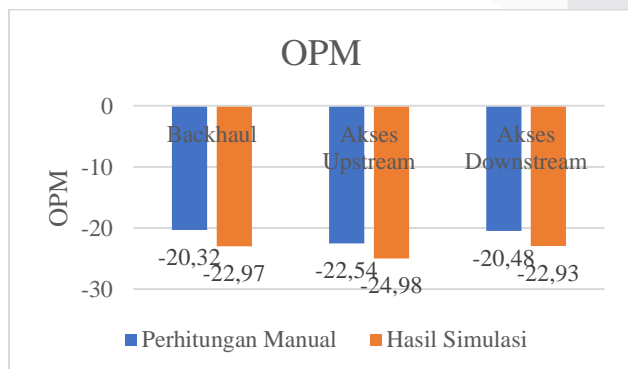
Berdasarkan hasil jarak terjauh untuk parameter Q-Factor, BER, dan *Power Received* yang didapatkan dari hasil simulasi *link akses* dan *link backhaul*, akan dibandingkan dengan hasil perhitungan secara manual.



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 yang cukup signifikan antara perhitungan manual dengan simulasi. Perbedaan tersebut dipengaruhi karena adanya faktor *random sequence*, efek *non-linier*, dan dispersi pada *software* simulasi, sedangkan pada perhitungan manual tidak ada hal tersebut.

V. KESIMPULAN

1. Sistem jaringan eNodeB pada *link backhaul* dengan menggunakan STM-4 mendapatkan nilai terburuk untuk Q-factor 10,2, BER $4,55 \times 10^{-25}$, *power received* -22,972 dBm.
2. Sistem jaringan eNodeB pada *link akses* dengan GPON disisi *uplink* mendapatkan nilai terburuk untuk Q-factor 20,97, BER $5,08 \times 10^{-98}$, *power received* -24,98 dBm.
3. Sistem jaringan eNodeB pada *link akses* dengan GPON disisi *downlink* mendapatkan nilai terburuk untuk Q-factor 27,65, BER $1,28 \times 10^{-168}$, *power received* -22,93 dBm.

REFERENSI

- [1] P, V. P. (2018). Perancangan Jaringan Backhaul 4G/LTE Menggunakan Serat Optik di Kecamatan Loksado, Kandangan, dan Kalumpang. *e-Proceeding of Engineering*, vol.5 No.1.
- [2] Dahlman, E., Parkvall, S., & Sköld, J. (2011). *4G LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband*. Oxford: Elsevier.
- [3] Izza A, R. A., Indarto, E., & Nurcahyani, I. (2017). Perancangan Jaringan Backbone dan Distribusi 4G LTE di Sleman Berbasis Jaringan Optik. *Prosiding SNATIF*, 137-139.
- [4] Arfiandi, D. (2017). Analisis Perencanaan Backhaul eNodeB LTE Site Menggunakan Kombinasi Transport Microwave Link dan Fiber Optik Link. *Telkom University*.
- [5] Mishra, A. R. (2018). *Fundamental of Network Planning and Optimisation 2G/3G/4G: Evolution to 5G*. India: Jhon Wiley & Son.
- [6] Cox, C. (2012). *An Introduction to LTE*. UK: Jhon Wiley & Son.
- [7] Camarchia, V., Quaglia, R., & Pirola, M. (2016). *Electronics for Microwave Backhaul*. London: Artech House.
- [8] Yogapratama, A. S., Usman, U. K., & Wibowo, T. A. (2015). Analysis on 900 MHz And 1800 MHz LTE Network Planning in Rural Area. *International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)*, 135 - 139
- [9] Aditia, R. F. (2017). Analisis Parameter Signal to Noise Ratio dan Bit Error Rate

- dalam Backbone Komunikasi Fiber Optik Segmen Lamongan Kebalen.
- [10] Putri, R. R., Intan, L., Azzahra, S., Ariyanto, Y., Tanjung, S., Nurhuda, M. Y., & Putri, H. (2020). *Modul Praktikum Sistem Komunikasi Seluler*. Bandung: Laboratorium Sistem Komunikasi Seluler FIT Universitas Telkom.
- [11] Uribe, J. C. (2012). Optical Fiber Sensors: An Overview. *Fiber Optic Sensors*, 2-3.
- [12] Briley, B. E. (1990). *An Introduction to Fiber Optics System Design*. USA: Elsevier Science Publishers B.V.
- [13] Senior, J. M., & Jamro, M. Y. (2009). *Optical Fiber Communications Principles and Practice*. England: Pearson Education.
- [14] Arfiansyah, T. (n.d.). Planning Design Network ICT With GPON Technology. *Management Telecommunications, Electrical Engineering Department*, 2-4.
- [15] The International Engineering Consortium. (n.d.). Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM). *Web ProForum Tutorials*, 1-3.
- [16] Farhan, K. A., Sugesti, E. S., & Astuti, R. P. (2020). Perancangan dan Analisis Jaringan Backhaul Serat Optik Untuk Komunikasi LTE Penumpang Kereta Cepat Jakarta-Surabaya Sub Cepu-Surabaya. *e-Proceeding of Engineering*, 3847-2861.
- [17] Badan Pusat Statistik Kabupaten Tasikmalaya. (2020). *Kecamatan Cikalong Dalam Angka*. Kabupaten Tasikmalaya: Badan Pusat Statistik Kabupaten Tasikmalaya.
- [18] Statista. (2022). *Revenue Market Share of Mobile Subscribers in Indonesia as of Q1 2020, by provider*. Indonesia: DBS Bank.
- [19] Wellington Capital. (2021). *The Mobile Telecoms Industry in Indonesia Enters The 5G Era*. Indonesia: WCA Analyst.