

**PERANCANGAN DAN ANALISIS KINERJA JARINGAN *BACKHAUL*
GNODEB DI KECAMATAN PURWAKARTA**



SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Mendapat Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Sistem Telekomunikasi UPI Kampus di Purwakarta

Oleh
Abi Abdurahman Syarif
2102138

**PROGRAM STUDI SISTEM TELEKOMUNIKASI
KAMPUS UPI DI PURWAKARTA
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2025**

LEMBAR HAK CIPTA

**PERANCANGAN DAN ANALISIS KINERJA JARINGAN *BACKHAUL*
GNODEB DI KECAMATAN PURWAKARTA**

Oleh

Abi Abdurahman Syarif

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh
gelar Sarjana Teknik di Program Studi Sistem Telekomunikasi

© **Abi Abdurahman Syarif 2025**

Universitas Pendidikan Indonesia

Juli 2025

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian
dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari
penulis.

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Abi Abdurahman Syarif

2102138

**PERANCANGAN DAN ANALISIS KINERJA JARINGAN *BACKHAUL*
GNODEB DI KECAMATAN PURWAKARTA**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Endah Setyowati, S.T., M.T.

NIP. 199209082024062002

Pembimbing II,

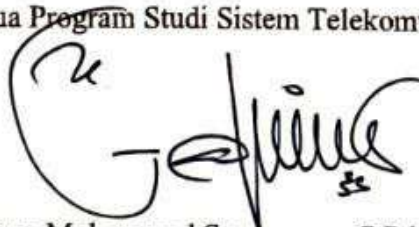


Galura Muhammad Suranegara, S.Pd., M.T.

NIP. 920190219920111101

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sistem Telekomunikasi



Galura Muhammad Suranegara, S.Pd., M.T.

NIP. 920190219920111101

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis kinerja jaringan *backhaul* gNodeB berbasis *fiber optic* di Kecamatan Purwakarta menggunakan perangkat lunak OptiSystem. Jaringan ini didesain untuk memenuhi standar transmisi STM-64 dengan kecepatan 9,953 Gbps dan mencakup sembilan *site* yang terhubung melalui elemen transmisi seperti *transmitter*, *fiber optic single-mode*, *optical amplifier*, dan *receiver*. Simulasi menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan performa tinggi dengan nilai *Q-factor* rata-rata sebesar 41, daya terima sebesar -3 dBm, SNR sekitar 32 dB, dan nilai BER tertinggi mencapai 10^{-114} . Seluruh parameter ini berada jauh di atas ambang minimum standar STM-64 yang memerlukan SNR minimal sekitar 20.4 dB, $BER < 10^{-9}$, 10 dan *Q-factor* > 7 . Selain itu, sistem tetap menunjukkan stabilitas transmisi saat diberi gangguan berupa *noise* sebesar 5 dB. Secara teoritis, nilai *rise time budget* rata-rata 69 ps dan *power link budget* berkisar antara -3 dBm hingga -4 dBm juga menunjukkan bahwa desain jaringan ini andal dan efisien. Dengan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa jaringan *backhaul* yang dirancang sangat layak untuk mendukung infrastruktur jaringan 5G di wilayah Kecamatan Purwakarta.

Kata kunci : *gNodeB, backhaul, Fiber optic, jaringan*

ABSTRACT

This study aims to design and analyze the performance of a fiber-optic gNodeB backhaul network in Purwakarta District using OptiSystem software. This network is designed to meet the STM-64 transmission standard with a speed of 9,953 Gbps and includes nine sites connected through transmission elements such as transmitters, single-mode fiber optics, optical amplifiers, and receivers. Simulations show that the system is capable of delivering high performance with an average Q -factor of 41, a received power of -3 dBm, an SNR of approximately 32 dB, and a peak BER of 10^{-11} . All of these parameters are well above the minimum threshold of the STM-64 standard, which requires a minimum SNR of around 20–30 dB, $BER < 10^{-9}$, and a Q -factor of >6 . Furthermore, the system maintains transmission stability under 5 dB of noise interference. Theoretically, the average rise time budget is 69 ps and the power link budget ranges from -3 dBm to -4 dBm, indicating that this network design is reliable and efficient. With these results, it can be concluded that the designed backhaul network is very suitable to support 5G network infrastructure in the Purwakarta District area.

Keywords: gNodeB, backhaul, fiber optic, network

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA.....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Backhaul</i>	4
2.2 5G NR (<i>New Radio</i>).....	4
2.3 <i>Fiber Optic</i>	5
2.4 OptiSystem.....	6
2.5 gNodeB	7
2.6 STM-64	7
2.7 Parameter Evaluasi Kinerja Jaringan <i>Fiber optic</i>	8
2.5.1 <i>Q-Factor</i>	8
2.5.2 <i>Bit Error Rate (BER)</i>	8
2.5.3 <i>Signal-to-Noise Ratio</i>	8

2.5.4	<i>Rise time budget</i>	9
2.5.5	<i>Power Link Budget</i>	9
2.8	Penelitian Terkait.....	9
BAB III METODE PENELITIAN.....		13
3.1	Alur Penelitian	13
3.2	Analisis Kebutuhan Model.....	14
3.2.1	Spesifikasi Perangkat Keras	14
3.2.2	Perangkat lunak yang digunakan	14
3.3	Perancangan Jaringan 5G NR	14
3.4	Perancangan <i>Link Backhaul</i>	15
3.5	Prosedur Simulasi dan Pengujian.....	16
3.6	Parameter Analisis Performa Jaringan	17
3.6.1	<i>Power Link Budget</i>	17
3.6.2	<i>Q-factor, Signal-to-Noise Ratio (SNR) dan Bit Error Rate (BER)</i>	18
3.6.3	<i>Rise time budget</i>	19
3.7	Analisis dan Interpretasi Hasil	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		21
4.1	Hasil Perancangan OptiSystem	21
4.2	Analisis Hasil Pengukuran OptiSystem	22
4.3	Analisis Hasil Perhitungan	25
BAB V SIMPULAN DAN SARAN		28
5.1	Simpulan	28
5.2	Saran.....	28
DAFTAR PUSTAKA		30
LAMPIRAN.....		34

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Jumlah <i>Site</i> , Jarak, dan Menara Telekomunikasi	15
Tabel 3. 2 Spesifikasi Jaringan <i>Backhaul</i>	15
Tabel 3. 3 Komponen OptiSystem	16
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran OptiSystem	22
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan <i>Rise time budget</i>	26
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan <i>Power Link Budget</i>	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 5G <i>System architecture</i>	5
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	13
Gambar 4. 1 Hasil Perancangan <i>Site</i> Munjul Jaya Dengan <i>Noise</i>	21
Gambar 4. 2 <i>Received Power</i> Terkecil	23
Gambar 4. 3 Hasil BER <i>Analyzer</i> Munjuljaya	24

DAFTAR SINGKATAN

BER	<i>Bit Error Rate</i>
SNR	<i>Signal-to-Noise Ratio</i>
<i>Q-Factor</i>	<i>Quality Factor</i>
RTB	<i>Rise Time Budget</i>
PLB	<i>Power Link Budget</i>
STO	Sentral Telepon Otomat
5G NR	<i>Fifth Generation New Radio</i>
STM-64	<i>Synchronous Transport Module level 64</i>
OPM	<i>Optical Power Meter</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keputusan Tentang Judul dan Pembimbing Skripsi.....	34
Lampiran 2. Kartu Bimbingan Skripsi	37
Lampiran 3. <i>Screenshot</i> Hasil Pengukuran OptiSystem	39
Lampiran 4. Pengolahan Data Di Excel	37

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Farhan, K. E., Erna Sri Sugesti, I., & Rina Pudji Astuti, I. (2020). PERANCANGAN DAN ANALISIS JARINGAN BACKHAUL SERAT OPTIK UNTUK KOMUNIKASI LTE PENUMPANG KERETA CEPAT JAKARTA-SURABAYA SUB CEPU-SURABAYA DESIGN AND ANALYSIS OF OPTICAL FIBER BACKHAUL NETWORK FOR PASSENGERS' LTE COMMUNICATION ON JAKARTA-SURABAYA HIGH-SPEED TRAIN CEPU-SURABAYA SECTION. *Agustus*, 7(2), 3847.
- Ardilla, N., & Natali, Y. (2019). Implementasi Jaringan Serat Optik Untuk Backhaul 4G Frekuensi 1800 MHz Dengan Menggunakan Pendekatan Link Budget. *Journal of Informatics and Communication Technology (JICT)*, 1(1), 1–010.
- Azmi, H. M., Syadzwina Effendi, N., Afrida, F. A., Adzikri, F., & Apriono, C. (2021). Optical Fiber Backbone Network Design and Analysis in the Mentawai Islands. *2021 International Conference on Green Energy, Computing and Sustainable Technology, GECOST 2021*. <https://doi.org/10.1109/GECOST52368.2021.9538736>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Purwakarta. (2020). *Jumlah Penduduk Kabupaten Purwakarta Menurut Kecamatan dan Jenis Kelamin (Jiwa), 2020*. <https://purwakartakab.bps.go.id/id/statistics-table/2/MzYjMg==/jumlah-penduduk-kabupaten-purwakarta-menurut-kecamatan-dan-jenis-kelamin.html>
- Dwiputra, A. R., Maulana, D. A., Nurzamilah, Z., Pambudi, A. P., Nurpualela, L., Andromeda, S., Elektro, T., Karawang, S., Ronggo Waluyo, J. H., & Karawang, I. (2025). PERAN FIBER OPTIK DALAM REVOLUSI TEKNOLOGI JARINGAN TELEKOMUNIKASI. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 9(1), 1657–1663.
- Gedel, I. A., & Nwulu, N. I. (2024). Low Latency 5G IP Transmission Backhaul Network Architecture: A Techno-Economic Analysis. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2024, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2024/6388723>
- Gian Cipta P, Budi Prasetya, & M. Irfan Maulana. (2022). PERANCANGAN JARINGAN BACKHAUL 4G LTE PADA KECAMATAN CIKALONG. *Telkom University*, 8, 3626–3629.
- Hameed, A. (2024). OPTIMIZING 5G FRONT HAUL: EFFICIENT DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A FIBER OPTIC COMMUNICATION

- ARCHITECTURE. *Journal of Al-Azhar University Engineering Sector*, 19(71), 748–760. <https://doi.org/10.21608/auej.2024.262947.1590>
- Haqiqi, M. M. E., Elang Barruna, A. G., Yayienda, N. F., Ajiesastra, R. A., & Apriono, C. (2021). Optical Fiber Communication Design and Analysis for A Railway Line. *Proceeding - 2021 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications: Managing the Impact of Covid-19 Pandemic: Together Facing Challenges Through Electronics and ICTs*, ICRAMET 2021, 180–184. <https://doi.org/10.1109/ICRAMET53537.2021.9650501>
- Heine, S., Völk, F., Schwarz, R. T., & Knopp, A. (2022). CONCEPT AND EVALUATION OF 5G BACKHAULING VIA STARLINK. *IET Conference Proceedings*, 2022(29), 69–75. <https://doi.org/10.1049/icp.2023.1364>
- Henrik Ronkainen. (2020). Integrated access and backhaul – a new type of wireless backhaul in 5G. In *ERICSSON TECHNOLOGY*. ERICSSON TECHNOLOGY REVIEW.
- Hikmaturokhman, A. (2024). 5G Implementation using Software Defined Radio (SDR). *JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering)*, 21–32. <https://doi.org/10.31289/jite.v8i1.11967>
- Ikhwan, N., Rubiani, H., Barorroh, N., Ghofur, T. A., & Zhu, Y. (2023). Fiber to the Home (FTTH) Network Design Using Gigabit Passive Optical Network (GPON) Technology Using Link Power Budget and Rise Time Budget Analysis in Cibeber Village Tasikmalaya. *International Journal of Quantitative Research and Modeling*, 4(1), 30–36.
- ITU-T. (2006). *ITU-T Optical interfaces for single channel STM-64 and other SDH systems with optical amplifiers*.
- Jeffri, J. J. (2024). ANALISIS POWER LINK BUDGET PADA JARINGAN FTTH DI KELURAHAN JATIRASA, BEKASI. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 12(3S1). <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i3s1.5247>
- Kumar, R. R., Ram, G. S., & Infant Rex, J. A. (2023). Beamforming in Massive MIMO Antenna Arrays for 5G. *Department of Mathematics, Sathyabama Institute of Science and Technology*. <https://ssrn.com/abstract=4439290>
- Laughlin, G. (2021). Small Cell Deployment Strategies for Cable Broadband. *Sr Director Product Management EnerSys*, 2–23.
- Mihaylov, G., Iliev, T., & Stoyanov, I. (2019). Explanation and Analysis of 5G NR: the New Radio-Access Technology. *Journal of Engineering Science and*

Technology Review Special Issue on Telecommunications, Informatics, Energy and Management, 39–40. www.jestr.org

Nur Fadhillah, M. S., Mustakim, H. U., & Shofi Akbar, F. (2024). Perancangan Jaringan Backhaul gNodeB dan Distribusi Jaringan 5G NR di Kota Makassar. *Seminar Nasional Informatika Bela Negara*, 4, 118–122.

Pemda Kabupaten Purwakarta. (2020). *Jumlah Menara dan Operator Layanan Komunikasi Telepon Seluler Serta Kondisi Sinyal Telepon Seluler di Kecamatan Purwakarta Kabupaten Purwakarta*. <https://data.purwakartakab.go.id/dataset/save/pdf/y3nvF7B3>

Putra, S. F., Tjahjamoonsih, N., & Marpaung, J. (2024). Design and Implementation of FTTH Networks Using Optisystem Simulation Software in Kota Raya Residential Complexes. *Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology (J3EIT)*, 12(2), 1–1. <https://doi.org/10.26418/j3eit.v12i2.79804>

Putu Raka Dharmasadhana, Akhmad Hambali, & M. Irfan Maulana. (2022). PERANCANGAN JARINGAN BACKHAUL ENODEB MENGGUNAKAN SERAT OPTIK PADA KECAMATAN GANGGA, BAYAN, DAN KAYANGAN KABUPATEN LOMBOK UTARA PROVINSI NUSA TENGGARA BARAT. *Telkom University*, 8, 3642–3646.

Rijadi, B. B., Yunus, M., & Ariyani, S. N. (2021). Analisis Power Link Budget Mini Point Of Presence (POP) Dengan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON). In *JET Jurnal Elektro Teknik* (Vol. 1, Issue 2).

RIMA FITRIA ADIATI. (2017). ANALISIS PARAMETER SIGNAL TO NOISE RATIO DAN BIT ERROR RATE DALAM BACKBONE KOMUNIKASI FIBER OPTIK SEGMENT LAMONGAN-KEBALEN. *DEPARTEMEN TEKNIK FISIKA*.

Sawad, I., Nilavalan, R., & Al-Raweshidy, H. (2023). Backhaul in 5G systems for developing countries: A literature review. In *IET Communications* (Vol. 17, Issue 6, pp. 659–669). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1049/cmu2.12578>

Septima, U., Yolanda, A., Chandra, D., & Uzhelia, V. A. (2025). *Designing Fiber Optic Network Infrastructure with FTTX Configuration Using Network Development Life Cycle (NDLC) Method in Solok Regency*. 5(1). <https://doi.org/10.47709/brilliance.v5i1.4708>

Stamatiou, K. (2008). Solutions Manual For Digital Communications, 5th Edition
Prepared by. *The McGraw-Hill Companies*, 2–20.

Wei Siang Hoh, Bi-Lynn Ong, Wai Yie Leong, & Si-Kee Yoon. (2020). 5G network
review and challenges. In *The Nine Pillars of Technologies for Industry 4.0*
(pp. 499–519). Institution of Engineering and Technology.
https://doi.org/10.1049/pbte088e_ch24