

PERANCANGAN DAN ANALISIS SISTEM KOMUNIKASI SERA...

By: MUHAMMAD NAUFAL `AUNURRAFIEQ

As of: Nov 8, 2022 11:12:17 AM
2,592 words - 0 matches - 66 sources

Similarity Index

7%

Mode: Content Tracking ▼

paper text:

Perancangan dan Analisis Sistem Komunikasi Serat Optik Link Samarinda-Penajam Paser Utara Menggunakan Teknologi DWDM Abstrak – Rencana pemerintah Indonesia terkini mengenai pemindahan Ibu Kota Negara Indonesia ke pulau Kalimantan tepatnya disekitar wilayah Kabupaten Penajam Paser Utara menuntut tingkat pelayanan dan fasilitas layanan telekomunikasi yang maksimal agar dapat menunjang kebutuhan pemerintah dan masyarakat di wilayah tersebut sehingga diperlukan perancangan jaringan telekomunikasi yang mumpuni untuk mengatasi permasalahan tersebut. Pada penelitian dilakukan perancangan, simulasi, serta analisis sistem komunikasi serat optik pada dari Samarinda menuju Penajam Paser Utara menggunakan teknologi Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM). Standar performansi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Link Power Budget (LPB), Rise Time Budget (RTB), Signal to Noise Ratio (SNR), Q-factor, dan Bit Error Rate (BER). Dalam penelitian ini diujikan beberapa skenario gain pada amplifier dengan nilai 35 dB, 39 dB, dan 43 dB dimana skenario dengan gain 43 dB mampu memenuhi standar performansi dan layak untuk digunakan serta diimplementasikan dimana skenario ini mampu menghasilkan nilai BER terkecil sebesar $9,91547 \times 10^{-13}$ dan nilai bit error rate terbesar yaitu $9,1891 \times 10^{-11}$. Kata kunci – Dense Wavelength Division Multiplexing, Link Power Budget, Rise Time Budget, Signal to Noise Ratio, Q-Factor, Bit Error Rate. I. PENDAHULUAN Dalam rapat terbatas pemerintah pada tanggal 29 April 2019, Presiden Joko Widodo menetapkan upaya pemindahan ibukota Indonesia dan dituangkan dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Tahun 2020-2024. Dalam keputusan tersebut, lokasi ibukota negara baru akan dibangun di wilayah administratif Kabupaten Penajam Paser Utara dan Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur [1]. Menyikapi hal tersebut, suplai infrastruktur layanan telekomunikasi sangat diperlukan untuk menunjang layanan telekomunikasi di ibukota negara baru ini. II. KAJIAN TEORI A. Sistem Komunikasi Serat Optik Sistem komunikasi serat optik umumnya terdiri dari beberapa bagian yaitu transmitter, kanal komunikasi yaitu serat optik, dan receiver. Transmitter memiliki fungsi sebagai pengubah sinyal elektrik menjadi sinyal optik. Transmitter terdiri dari beberapa bagian diantaranya, sumber optik, modulator, dan channel coupler. Salah satu contoh sumber dari sinyal optik adalah Light Emitting Diode (LED). Fungsi dari modulator untuk membuat variasi arus masukan dari sumber optik. Sinyal optik yang telah difokuskan oleh channel coupler akan masuk kedalam serat optik dengan tingkat efisiensi yang tinggi. Receiver berfungsi untuk mengubah kembali sinyal optik kedalam bentuk sinyal elektrik. Receiver terdiri dari coupler yang berfungsi untuk memusatkan sinyal optik kedalam photodetector. Lalu photodetector mengubah sinyal optik menjadi sinyal elektrik untuk diteruskan ke demodulator. Demodulator merupakan sebuah circuit yang mengklasifikasikan nilai bit sebagai 1 atau 0 dan diharuskan menggunakan format modulasi yang sama dengan modulator yang digunakan agar tidak terdapat kesalahan pada data yang diterima [2]. B. Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) adalah teknik penggabungan sejumlah sinyal dengan menggunakan cahaya dan panjang gelombang sebagai kanal informasi dengan

menggunakan media transmisi serat optik. DWDM memiliki prinsip kerja mempersempit spasi kanal sehingga memungkinkan untuk mentransmisikan beberapa panjang gelombang yang berbeda dalam satu media transmisi. Sistem DWDM biasanya diterapkan dalam pembangunan jaringan jarak jauh (Long Haul) [3].

C. Optical Add/Drop Multiplexer (OADM) OADM adalah elemen untuk mengatur manajemen panjang gelombang yang memiliki fungsi sebagai komponen penambahan dan pengurangan saluran optik. Jaringan optik DWDM berbasis OADM dapat menyediakan jaringan akses optik yang terjamin, berbiaya rendah, dan mudah untuk diperhitungkan, karena OADM menimbulkan loss yang rendah. Komponen OADM memungkinkan gelombang pada jaringan optik DWDM untuk ditambah, dikurangi, dan dilewatkan [4].

D. Erbium Doped Fiber Amplifier (EDFA) Erbium Doped Fiber Amplifier (EDFA) adalah salah satu jenis penguat sinyal optik atau Optical Amplifier (OA) yang memiliki fungsi untuk meningkatkan kualitas jaringan optik. EDFA dapat bekerja pada panjang gelombang 1550 nm. EDFA dapat melakukan proses penguatan tanpa harus melakukan konversi sinyal menjadi sinyal elektrik terlebih dahulu. EDFA sendiri merupakan serat optik aktif yang terbuat dari serat silika yang memiliki unsur Erbium (Er^{3+}). Dalam penggunaannya, EDFA dapat ditempatkan setelah transmitter (booster amplifier), antara transmitter dan receiver (in-line amplifier), dan sebelum photodetector (pre amplifier) [5].

III. METODE PENELITIAN

Parameter transmitter yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut: Tabel 2 Parameter Transmitter

Parameter Transmitter	Jenis Optical Source CW Laser	Frekuensi (nm)	1550, 1551, 1552, 1553	Rise Time (ps)	30	Lebar spektral (nm)	0,07	Daya transmit (dBm)	6
-----------------------	-------------------------------	----------------	------------------------	----------------	----	---------------------	------	---------------------	---

A. Metode Penelitian

c. Parameter Serat Optik

Parameter serat optik yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut: Tabel 3 Parameter serat optik

Parameter Serat Optik	Jenis serat optik	SMF G.655	Panjang link (km)	202	Atenuasi (dB/km)	0,2	Dispersi kromatik (ps/nm.km)	0,07
-----------------------	-------------------	-----------	-------------------	-----	------------------	-----	------------------------------	------

Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Redaman splice Tahap pertama yang dilakukan adalah studi literatur dari (dB/splice) 0,1 penelitian terdahulu dan mata kuliah yang berkaitan dengan penelitian tugas akhir ini. Tahap kedua adalah penentuan Redaman connector (dB/connector) 0,3 lokasi penelitian yang berada di Samarinda-Penajam Paser Utara. Tahap ketiga adalah pengumpulan data parameter yang diperlukan. Tahap keempat adalah perhitungan performansi dengan menggunakan parameter yang telah d. Parameter Amplifier terkumpul. Tahap kelima adalah melakukan simulasi perancangan menggunakan software optisystem. Apabila Parameter amplifier yang digunakan dalam penelitian ini hasil rancangan telah memenuhi standar performansi sistem dapat dilihat pada tabel berikut: maka simulasi berhasil. Tabel 4 Parameter amplifier

B. Parameter Sistem

Dalam proses perancangan dan simulasi membutuhkan parameter yang digunakan untuk melakukan perancangan dan simulasi.

a. Parameter Umum

Parameter umum yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat dalam tabel berikut: Parameter Umum

Parameter Umum	Bit rate (Gbps)	Tabel 1	Parameter Umum	Bandwidth (Ghz)	9	Format modulasi	NRZ	Margin system	3
----------------	-----------------	---------	----------------	-----------------	---	-----------------	-----	---------------	---

Parameter amplifier

Parameter amplifier	Gain EDFA in-line (dB)	Minimum gain output (dB)	Maximum gain output (dB)	Minimum power input (dB)	Maximum power input (dB)
	43	0,1	44	-30	5

Noise figure (dB) 4

e. Parameter Receiver

Parameter receiver yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut: b. Parameter Transmitter

Parameter receiver	Parameter Receiver	dapat dideteksi oleh receiver.
--------------------	--------------------	--------------------------------

Persamaan link power budget

Jenis photodetector PIN yaitu [7]:

$$Rise\ time\ (ps)\ 15\ P_{Tx} - P_{Px} = L_p + \alpha P_{ksak}$$

Sensitifitas penerima (dBm)

$$-22\ \alpha P_{ksak} = k_{aaa} + (L_{kaaek} - 1)\ \alpha p + L_{kkad}\ (2)\ L_{pippek}\ L_{pippek}(kk) = \alpha P_{ksak}\ (dB) + \alpha p\ (dB) - k_{aaa}(dB)$$

f. Parameter Optical Add/Drop (OADM)

Parameter OADM yang digunakan dalam penelitian ini

b. Rise Time Budget dapat dilihat pada tabel berikut: Perhitungan Rise Time Budget dilakukan untuk menentukan Tabel 6 Parameter serat optik batas dispersi dari link serat optik sehingga nilai dispersi dari Parameter Serat Optik suatu link serat optik tidak melebihi standar nilai maksimum dispersi. Perhitungan Rise Time Budget dapat ditentukan Jenis optical source add CW Laser melalui

persamaan berikut [7]: Frekuensi add (THz) 193,041 $sp2ippe k = sp2x + si2kppa + si2kpep + sp2x$ Rise time transmitter add $sikppa = \sigma \cdot \lambda \cdot sp2x$ (3) (ps) 30 Lebar spektral transmitter add (nm) 0,3 c. Signal to Noise Ratio (SNR) Daya transmit transmitter Signal to Noise Ratio (SNR) adalah perbandingan daya add (dBm) 9 pada sistem terhadap daya noise pada sistem. Persamaan untuk menentukan nilai SNR yaitu [8]: Insertion loss add (dB) 1 $PLP = \text{Jenis photodetector PIN}$ 2. $p.PQx.PL2.D(L).Ae + QK (PQxPL)2$ 4. $KB.Q.Be$, (4) Frekuensi Drop (THz) 193,041 d. Q-Factor Rise time (ps) 15 Quality factor (Q-factor) adalah sebuah parameter penting dalam komunikasi optik yang digunakan untuk acuan bagus Sensitifitas penerima (dBm) -22 atau tidaknya suatu jaringan serat optik. Nilai ideal dari Q- factor adalah $6 \geq Q$ [9]. Untuk menentukan nilai Q-factor Insertion loss drop (dB) 1,7 dapat menggunakan persamaan berikut [8]: $Q N Q P = 10 20$, (5) g. Parameter Multiplexer/Demultiplexer 2 e. Bit Error Rate (BER) Parameter Multiplexer/Demultiplexer yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut: Bit Error Rate (BER) adalah tolak ukur untuk menentukan kualitas sebuah jaringan serat optik dengan menggunakan Tabel 7 Parameter Multiplexer/Demultiplexer rasio perbandingan dari bit yang error dengan total seluruh Parameter Multiplexer/Demultiplexer bit yang dikirim [10]. Kanal 4 Untuk membaca nilai BER terdapat sebuah ketentuan Insertion Loss (dB) 3 bahwa dimana nilai BER yang harus dipenuhi adalah BER 10⁻⁶ - 10⁻¹². Artinya, setiap 10⁹ hingga 10¹² bit data yang C. Penentuan Jumlah Penguat dikirim, error yang terjadi hanya ada 1 bit [11]. Nilai BER dapat ditentukan melalui persamaan berikut [8]: Penentuan jumlah penguat yang dibutuhkan dapat ditentukan melalui persamaan berikut [6]: $BDP = DXP (- 2)$, $Q 2$ (6) $Lkssaappak - Lkssaaaeppaake P\sqrt{2\pi} L = GDDDA$ (1) D. Kelayakan Performansi IV. HASIL DAN PEMBAHASAN a. Link Power Budget (LPB) A. Perhitungan Jarak Penguat Link power budget yaitu perhitungan anggaran daya yang Merujuk pada panjang sistem yang akan dirancang sangat diperlukan dala perancangan agar daya yang diterima pada jauh yaitu 202 km maka diperlukan penguat untuk menambah receiver tidak kurang dari level daya minimum sehingga daya kirim pada sistem transmisi agar daya yang sampai tetap sesuai standar minimal performansi sistem. a. Jarak Maksimum Transmisi Tanpa Penguat Untuk memperoleh nilai jarak maksimum tanpa penguat, perhitungan dilakukan dengan persamaan (2) berikut: $Lpippek(kk) = \alpha Pksak (dB) + \alpha p(dB) - kaaa(dB) ae + Lkaaek \alpha p Ppx (dBk) - Ppx (dBk) - Lp + \alpha p(dB) - kaaa(dB)$ $Lpippek(kk) = \alpha e + \alpha s Lkaaek 5 - (-22) - 3 + 0,1 - 2(0,3)$ $Lpippek(kk) = 0,1 0,2 + 202$ $Lpippek(kk) = 117,2098765$ b. Jumlah Kebutuhan Penguat Untuk memperoleh jumlah kebutuhan penguat, perhitungan dilakukan dengan persamaan (2) berikut: $Lpippek Lkssaaaeppaake = kaaa + (Lkaaek - 1) \alpha p + Likkae + Lp Lkssaaaeppaake = (0,3 \cdot 2) + (117,2098765 - 1) 0,1 + (117,2098765 \cdot 0,2) + 3 2 Lkssaaaeppaake = 32, 80246913$ dB dB Setelah memperoleh nilai Lossacceptable, maka selanjutnya menentukan Lossactual dengan persmaan (1) berikut: $Lpippek Lkssaaaeppaake = kaaa+(Lkaaek - 1)\alpha p+Likkae+Lp Lkssaaaeppaake = (0,3 \cdot 2) + (202 2 - 1) 0,1 + (202 \cdot 0,2) + 3 Lkssaaaeppaake = 54$ dB Setelah mendapatkan nilai Lossacceptable dan Lossactual, penentuan jumlah penguat yang dibutuhkan dapat ditentukan dengan persamaan (1) dimana perhitungan jumlah penguat yang diperlukan sebagai berikut. $Lkssaappak - Lkssaaaeppaake L = 54 - 32, 80246913 GDDDA L = 35 L = 0,6056437391 \approx 1$ buah amplifier tambahan. c. Jumlah Kebutuhan Penguat Untuk mengetahui jarak transmitter dengan penguat yang akan digunakan dapat ditentukan dengan persamaan (2). $Lpippek \alpha Pksak = kaaa+(Lkaaek - 1)\alpha p+Likkae+Lp 117,2098765 \alpha Pksak = (2 \cdot 0,3) + (- 1) 0,1 + (Likk0,2) + 3 2 Likk = 127,6975309$ $kk \approx 128$ kk Karena EDFA amplifier merupakan perangkat aktif yang membutuhkan catuan daya, EDFA amplifier akan ditempatkan pada jarak 114 km sebelum memasuki perangkat OADM yang sama-sama berjenis perangkat aktif agar mempermudah dalam instalasi dimana jarak 114 km masih dibawah jarak maksimum tanpa penguat sehingga EDFA amplifier masih layak untuk ditempatkan pada jarak tersebut. B. Perhitungan Rise Time Budget Perhitungan dilakukan

dengan menentukan equivalent rise time terlebih dahulu, dengan persamaan berikut. $sep \text{ Bis Pasd} = 0,7 \cdot 0,7 \cdot sep = 10 \cdot 109$
 $sep = 70 \text{ ks}$ Setelah mendapatkan nilai equivalent rise time, maka nilai rise time budget dapat ditentukan melalui persamaan
 (3) dengan nilai tinter = 0 karena menggunakan serat optik single mode, sehingga: $sTx-Px = \sqrt{sT^2x + (D \cdot \sigma\lambda \cdot L)^2 + sP^2x}$
 $sTx-Px = \sqrt{152 + (1 \cdot 0,3 \cdot 202)^2 + 152}$ $sTx-Px = 64,2056 \text{ ks}$ Dengan menggunakan persamaan yang sama, hasil pada
 semua segmen dapat dilihat pada tabel berikut. Tabel 8 Hasil Perhitungan Rise Time Budget Segmen Rise Time Budget (ps)
 Tx - Rx 64,2056 Tx - RxOADM 22,0045 TxOADM - Rx 21,8265 Berdasarkan hasil perhitungan, nilai rise time budget telah
 memenuhi syarat pengkodean NRZ karena nilai equivalent rise time > rise time total. C. Perancangan pada optisystem
 Skema perancangan optisystem pada tugas ini menggunakan beberapa perangkat penyusun yaitu CW laser, NRZ pulse
 generator, pseudo-random bit sequence generator, mach-zehnder modulator, WDM multiplexer, kabel optik single mode,
 attenuator, WDM add drop, WDM Demultiplexer, PIN photodetector, low pass bessel filter, 3R generator, BER analyzer, WDM
 analyzer, dan optical power meter. Berikut merupakan skema rangkaian yang digunakan: Gambar 1 Rangkaian pada
 optisystem E. Hasil Simulasi Perancangan Analisis hasil simulasi dilakukan terhadap nilai power received, SNR, Q-factor dan
 BER. Simulasi perancangan menggunakan software optisystem. Berikut adalah hasil simulasi perancangan pada link akses
 terjauh: a. Power Received Berikut adalah nilai power received yang didapatkan dari hasil simulasi perancangan untuk link
 Samarinda-Penajam Paser Utara: Tabel 9 Hasil Simulasi Power Received Power received (dBm) berdasarkan gain EDFA Gain
 35 dB 39 dB 43 dB Segmen Tx - Rx -26,540662 -22,678976 -18,679241 Tx - RxOADM -26,607111 -22,551631 -18,807891
 TxOADM - Rx -18,85951 -18,759795 -18,603277 Nilai power received dari seluruh skenario hanya 1 skenario yang memenuhi
 standar performansi yang ingin dicapai sebesar > -22 yaitu pada skenario gain 43 dB. b. SNR Simulasi mengenai signal to
 noise ratio pada rangkaian yang telah dibuat menghasilkan nilai sebagai berikut: Tabel 10 Hasil Simulasi SNR SNR (dB)
 berdasarkan gain EDFA Gain Segmen Tx - Rx Tx - RxOADM TxOADM - Rx 35 dB 16,47809 16,450809 21,224045 39 dB 43 dB
 16,335317 16,45439 16,507742 16,5669885 21,3149 21,244665 Hasil simulasi signal to noise ratio menghasilkan nilai yang
 hampir mendekati satu sama lain di setiap segmennya pada semua skenario. Hal ini disebabkan karena karakteristik
 konfigurasi DWDM yang memiliki banyak frekuensi dalam satu serat kabel sehingga mempengaruhi hasil signal to noise
 ratio. c. Q-Factor Simulasi mengenai Q-factor pada rangkaian yang telah dibuat menghasilkan nilai sebagai berikut. Tabel 11
 Hasil Simulasi Q-factor Q-factor berdasarkan gain EDFA Gain 35 dB 39 dB 43 dB Segmen Tx - Rx 0 2,9501 6,37075 Tx -
 RxOADM 0 2,97636 6,5875 TxOADM - Rx 7,28151 7,16256 7,0351 Hasil simulasi menunjukkan bahwa hanya dari skenario
 gain EDFA sebesar 43 dB yang menghasilkan nilai Q-Factor pada tiap segmen berada pada nilai $6 \geq Q$. d. BER Simulasi
 mengenai Q-factor pada rangkaian yang telah dibuat menghasilkan nilai sebagai berikut. Tabel 12 Hasil Simulasi BER BER
 berdasarkan gain EDFA Gain 35 dB 39 dB Segmen Tx - Rx 1 0,00157515 Tx - RxOADM 1 0,00144401 TxOADM - Rx 1,63508
 $\times 10^{-13}$ 3,95057 $\times 10^{-13}$ 43 dB 9,1891 $\times 10^{-11}$ 2,1995 $\times 10^{-11}$ 9,91547 $\times 10^{-13}$ Hasil simulasi pada setiap skenario,
 menunjukkan bahwa hanya skenario gain EDFA sebesar 43 dB yang menghasilkan nilai bit error rate pada tiap segmen
 mendekati dan berada pada nilai standar BER yaitu $BER 10^{-6} \geq BER 10^{-12}$ sehingga hanya skenario ini yang memenuhi
 standar BER dan layak untuk digunakan. F. Grafik SNR dan Q-Factor Terhadap BER Berdasarkan hasil perhitungan dengan
 menggunakan variasi nilai power transmitter yang berbeda, didapatkan kesimpulan bahwa semakin besar nilai signal to
 noise ratio maka nilai bit error rate semakin kecil. Grafik mengenai perbandingan antara signal to noise ratio dengan bit error
 rate ditunjukkan pada grafik berikut: Gambar 2 Grafik SNR Terhadap BER Perbandingan nilai Q-factor terhadap nilai bit error
 rate setelah melakukan perhitungan dengan mengubah parameter power transmitter menghasilkan kesimpulan bahwa

semakin besar nilai Q-factor maka nilai bit error rate semakin kecil. Gambar 3 Grafik Q-Factor Terhadap BER V. KESIMPULAN Berdasarkan hasil perancangan dan simulasi link serat optik Samarinda- Penajam Paser Utara dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.: 1. Pengujian nilai RTB untuk link Samarinda-Penajam Paser Utara dengan modulasi NRZ menghasilkan nilai RTB dibawah 70 ps, dimana untuk segmen Tx-Rx menghasilkan nilai 64,2056 ps, segmen Tx-RxOADM menghasilkan nilai 21,8265 ps, dan segmen TxOADM-Rx menghasilkan nilai 22,0045 ps. 2. Pada skenario simulasi menggunakan gain EDFA sebesar 35 dB, hasil uji performansi menghasilkan nilai power received terkecil sebesar -26,607111 dBm dan nilai power received terbesar sebesar -18,85951 dBm. Dalam skenario ini, simulasi menghasilkan nilai signal to noise ratio terkecil sebesar 16,450809 dB dan nilai terbesar yaitu 21,224045 dB. Nilai Q-factor pada skenario ini menghasilkan nilai terkecil sebesar 0 dan nilai Q-factor terbesar yaitu 7,28151. Nilai bit error rate terkecil sebesar $1,63598 \times 10^{-13}$ dan nilai bit error rate terbesar yaitu 1. Pada skenario ini, nilai uji performansi dari masing- masing parameter belum mencapai standar performansi yang diperlukan. 3. Pada skenario simulasi menggunakan gain EDFA sebesar 39 dB, hasil uji performansi menghasilkan nilai power received terkecil sebesar -22,551631 dBm dan nilai power received terbesar sebesar -18,759795 dBm. Dalam skenario ini, simulasi menghasilkan nilai signal to noise ratio terkecil sebesar 16,335317 dB dan nilai terbesar yaitu 21,3149 dB. Nilai Q-factor pada skenario ini menghasilkan nilai terkecil sebesar 2,9501 dan nilai Q- factor terbesar yaitu 7,16256. Nilai bit error rate terkecil sebesar $3,95057 \times 10^{-13}$ dan nilai bit error rate terbesar yaitu 0,00157515. Pada skenario ini, nilai uji performansi dari masing-masing parameter belum mencapai standar performansi yang diperlukan. 4. Pada skenario simulasi menggunakan gain EDFA sebesar 43 dB, hasil uji performansi menghasilkan nilai power received terkecil sebesar -18,807891 dBm dan nilai power received terbesar sebesar -18,603277 dBm. Dalam skenario ini, simulasi menghasilkan nilai signal to noise ratio terkecil sebesar 16,45439 dB dan nilai terbesar yaitu 21,244665 dB. Nilai Q-factor pada skenario ini menghasilkan nilai terkecil sebesar 6,37075 dan nilai Q- factor terbesar yaitu 7,0351. Nilai bit error rate terkecil sebesar $9,91547 \times 10^{-13}$ dan nilai bit error rate terbesar yaitu $9,1891 \times 10^{-11}$. Pada skenario ini, nilai uji performansi dari masing-masing parameter sudah mencapai standar performansi yang diperlukan. 5. Berdasarkan hasil simulasi dari 3 skenario dengan gain EDFA yang berbeda, skenario rancangan dengan gain EDFA sebesar 43 dB layak untuk digunakan dan diimplementasikan karena hasil simulasi telah memenuhi standar performansi yang diperlukan. .

sources:

50 words / 2% - Internet from 14-Oct-2022 12:00AM
repository.itttelkom-pwt.ac.id

46 words / 2% - Internet from 26-Nov-2020 12:00AM
repository.uin-suska.ac.id

19 words / 1% - Internet from 17-Oct-2022 12:00AM
repository.itttelkom-pwt.ac.id

15 words / 1% - Internet from 27-Nov-2020 12:00AM
repository.uin-suska.ac.id

15 words / 1% - Internet from 04-Nov-2022 12:00AM
openlibrary.telkomuniversity.ac.id

29 words / 1% - Internet
[Aminullah, Andi Ahmad, Priambodo, Agung, Rahmat, Hayatul Khairul, Adri, Khairunnisa. "KESIAPAN KANTOR PENCARIAN DAN PERTOLONGAN BALIKPAPAN DALAM PENANGGULANGAN BENCANA GUNA MENYAMBUT PEMINDAHAN IBUKOTA BARU", 'Universitas Muhamadiyah Tapanuli Selatan', 2021](#)

16 words / 1% - Internet from 17-Jan-2022 12:00AM
123dok.com

16 words / 1% - Internet from 25-Sep-2021 12:00AM
123dok.com

18 words / 1% - Internet
[Adiati, Rima Fitria, Kusumawardhani, Apriani, Setijono, Heru. "Analisis Parameter Signal to Noise Ratio dan Bit Error Rate dalam Backbone Komunikasi Fiber Optik Segmen Lamongan-Kebalen", 'Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat ITS', 2017](#)

16 words / 1% - Internet from 21-Apr-2021 12:00AM
ejurnal.its.ac.id

16 words / 1% - Your Indexed Documents
[111090041_jurnal.pdf](#)
From: 03-Feb-2015 11:54AM

16 words / 1% - Internet from 03-Apr-2022 12:00AM
www.republika.co.id

16 words / 1% - Internet from 10-Aug-2022 12:00AM
www.hukumonline.com

16 words / 1% - Internet from 19-Oct-2022 12:00AM
www.hukumonline.com

16 words / 1% - Internet from 13-Jul-2022 12:00AM
www.andyrahmadiherlambang.com

16 words / 1% - Internet from 13-Jul-2022 12:00AM
www.andyrahmadiherlambang.com

16 words / 1% - Internet from 25-Nov-2020 12:00AM
repository.its.ac.id

16 words / 1% - Internet from 24-Oct-2022 12:00AM
repository.telkomuniversity.ac.id

16 words / 1% - Internet from 17-Oct-2022 12:00AM
repositori.uin-alauddin.ac.id

16 words / 1% - Internet from 05-Oct-2022 12:00AM
ppidutama.kalselprov.go.id

16 words / 1% - Internet from 23-Aug-2022 12:00AM
pdfs.semanticscholar.org

16 words / 1% - Internet from 11-Jun-2021 12:00AM
megaluh.com

16 words / 1% - Internet from 01-Aug-2022 12:00AM
media.neliti.com

16 words / 1% - Internet from 11-Jan-2021 12:00AM
libraryproceeding.telkomuniversity.ac.id

16 words / 1% - Internet from 07-Oct-2020 12:00AM
libraryproceeding.telkomuniversity.ac.id

16 words / 1% - Internet from 14-Feb-2020 12:00AM
libraryproceeding.telkomuniversity.ac.id

16 words / 1% - Internet from 14-Feb-2020 12:00AM
libraryproceeding.telkomuniversity.ac.id

16 words / 1% - Internet from 05-Jun-2021 12:00AM
id.wikipedia.org

16 words / 1% - Internet from 05-Jun-2021 12:00AM
id.wikipedia.org

16 words / 1% - Internet from 01-Jun-2021 12:00AM
id.wikipedia.org

16 words / 1% - Internet from 15-Sep-2021 12:00AM
id.wikipedia.org

16 words / 1% - Internet from 14-Oct-2020 12:00AM
id.wikipedia.org

16 words / 1% - Internet from 20-Nov-2020 12:00AM
id.wikipedia.org

16 words / 1% - Internet from 01-Jan-2022 12:00AM
["Ibu kota Indonesia", Wikipedia, id, 2022](https://id.wikipedia.org/wiki/Ibu_kota_Indonesia)

16 words / 1% - Internet from 04-May-2021 12:00AM
id.m.wikipedia.org

16 words / 1% - Internet from 23-Aug-2021 12:00AM
hmpsep-ujkt.blogspot.com

16 words / 1% - Internet from 18-Oct-2022 12:00AM
ecampus.pelitabangsa.ac.id

16 words / 1% - Internet from 30-Jun-2021 12:00AM
djpb.kemenkeu.go.id

16 words / 1% - Internet from 29-Sep-2022 12:00AM
baixardoc.com

16 words / 1% - Internet from 18-Aug-2022 12:00AM
anchor.fm

16 words / 1% - Internet from 10-Jul-2021 12:00AM
anchor.fm

16 words / 1% - Internet from 05-Jul-2021 12:00AM
anchor.fm

16 words / 1% - Internet from 25-Jun-2021 12:00AM
anchor.fm

16 words / 1% - Internet from 24-Jun-2021 12:00AM
anchor.fm

16 words / 1% - Internet from 24-Jun-2021 12:00AM
anchor.fm

16 words / 1% - Internet from 09-May-2021 12:00AM
[anchor.fm](#)

16 words / 1% - Internet from 08-May-2021 12:00AM
[anchor.fm](#)

16 words / 1% - Internet from 04-Nov-2021 12:00AM
[anchor.fm](#)

16 words / 1% - Internet from 07-Aug-2021 12:00AM
[anchor.fm](#)

16 words / 1% - Internet from 07-Aug-2021 12:00AM
[anchor.fm](#)

16 words / 1% - Internet from 07-Aug-2021 12:00AM
[anchor.fm](#)

16 words / 1% - Internet from 16-Nov-2020 12:00AM
[anchor.fm](#)

16 words / 1% - Internet from 08-Aug-2022 12:00AM
[cianjur.jabarekspres.com](#)

16 words / 1% - Internet from 20-Oct-2022 12:00AM
[citee.ft.ugm.ac.id](#)

16 words / 1% - Internet from 18-Oct-2022 12:00AM
[core.ac.uk](#)

16 words / 1% - Internet from 17-Jan-2022 12:00AM
[core.ac.uk](#)

15 words / 1% - Crossref
[Michelle Christine, Akhmad Hambali, Kris Sujatmoko. "Performance Analysis of Radio over Fiber Network for Indoor Telecommunication Application", 2019 IEEE Asia Pacific Conference on Wireless and Mobile \(APWiMob\), 2019](#)

15 words / 1% - Your Indexed Documents
[111128360_jurnal.pdf](#)
From: 03-Feb-2015 12:12PM

15 words / 1% - Internet from 14-Oct-2022 12:00AM
vdocuments.net

15 words / 1% - Internet from 12-Nov-2020 12:00AM
www.ayojakarta.com

15 words / 1% - Internet from 27-Jan-2021 12:00AM
binakonstruksi.pu.go.id

14 words / < 1% match - Internet from 17-Jan-2022 12:00AM
openlibrary.telkomuniversity.ac.id

14 words / < 1% match - Crossref
[Siska Aulia, Silvia Fitri, Aprinal Adila Asril. "PERANCANGAN DAN PENGUKURAN PERFORMANSI JARINGAN FIBER TO THE HOME DENGAN TEKNOLOGI GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK MENGGUNAKAN APLIKASI OPTISYSTEM DI KELURAHAN SURAU GADANG", JURNAL AMPLIFIER : JURNAL ILMIAH BIDANG TEKNIK ELEKTRO DAN KOMPUTER, 2021](#)

14 words / < 1% match - Internet from 20-Oct-2020 12:00AM
www.kompasiana.com

14 words / < 1% match - Internet from 14-Oct-2020 12:00AM
id.123dok.com

14 words / < 1% match - Internet from 29-Sep-2022 12:00AM
ejournal.unib.ac.id
