

Analisis Performansi Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL) Penguat EDFA – SOA Link Jawa – Bali Menggunakan Optisystem

The Performance Analysis of Java – Bali Link Submarine Cable Communication System EDFA – SOA Amplifier by Optisystem

Andhara Ersa Tarayana^{1,*}, Imam Muhammadi Pradono Budi², Dadiek Pranindito³.

^{1,2,3}Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi,
Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro, Institut Teknologi Telkom Purwokerto
Jl.D.I.Panjaitan, No. 128, Purwokerto 53147, Jawa Tengah, Indonesia

^{1,*}Penulis korespondensi: 16101158@ittelkom-pwt.ac.id

²imam@ittelkom-pwt.ac.id, ³dadiek@ittelkom-pwt.ac.id

Abstrak

Sistem Komunikasi Kabel Laut (*Submarine Cable Communication System*) merupakan komunikasi *backbone* yang digelar di bawah laut yang digunakan untuk menghubungkan jaringan antar pulau maupun antar negara. Teknologi DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*) dapat mendukung untuk melakukan komunikasi jarak jauh. *Repeater* berfungsi untuk mengurangi dampak *loss*, sehingga pada sisi detektor sinyal dapat dideteksi dengan baik. Penguat EDFA (*Erbium Doped Fiber Amplifier*) dan penguat *Semiconductor Optical Amplifier* (SOA) dapat meminimalkan dampak *loss* dengan mengurangi kerugian dan menambah keuntungan pada masing – masing penguat. Penguat EDFA (*Erbium Doped Fiber Amplifier*) merupakan penguat optik yang dapat bekerja pada panjang gelombang 1550 nm yang memberikan penguatan terhadap sinyal *input* yang melewatinya yang diberi *doping* unsur *erbium* (Er). Penguat SOA merupakan penguat optik yang memanfaatkan rongga atau ruangan *cavity* untuk penguatan cahaya. Dengan menggunakan konfigurasi *branching unit* serta konfigurasi penguat *repeaterless*, *repeatered*, dan *parallel in-line* dan *software optisystem 7.0* dengan parameter keandalan sistem seperti *Q-factor*, *Bit Error Rate*, *Power Receiver*, dan *Signal to Noise Ratio* dengan variasi daya (0 dBm, 2 dBm, 4 dBm, 6 dBm, 8 dBm) pada *frequency* 100 GHz untuk 10 kanal. Hasil terbaik pada parameter *Q-Factor* terdapat pada konfigurasi *Repeatered* EDFA – SOA bernilai 15.928, parameter BER pada konfigurasi *Parallel in-line* bernilai 5.87×10^{-57} , parameter *power receiver* pada konfigurasi *Parallel in-line* bernilai -10.319 dBm, dan SNR pada konfigurasi *Parallel in-line* bernilai 42.713 dB. Sehingga pada penelitian ini dari nilai terbaik yang diperoleh terdapat pada konfigurasi *Parallel in-line*. Sedangkan rata – rata terbaik pada konfigurasi *Repeatered* EDFA.

Kata Kunci: *Optical amplifier, Repeatered, Repeaterless, Parallel in-line, Submarine cable.*

Abstract

The Submarine Cable Communication System is a communication backbone held under the sea, which is used to connect networks between islands and countries. DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) technology can support long-distance communication. Repeater reduces the impact of loss so that the signal can be appropriately detected on the detector side. An EDFA (Erbium-Doped Fiber Amplifier) amplifier and a Semiconductor Optical Amplifier (SOA) amplifier can minimize the impact of loss by reducing losses and increasing the gain on each amplifier. The EDFA (Erbium-Doped Fiber Amplifier) amplifier is an optical amplifier that can work at a wavelength of 1550 nm, which amplifies the input signal that passes through it, which is doped with erbium (Er) elements. SOA amplifier is an optical amplifier that utilizes a cavity or cavity to amplify light. By using the branching unit configuration as well as *repeaterless*, *repeatered*, and *parallel in-line* amplifier

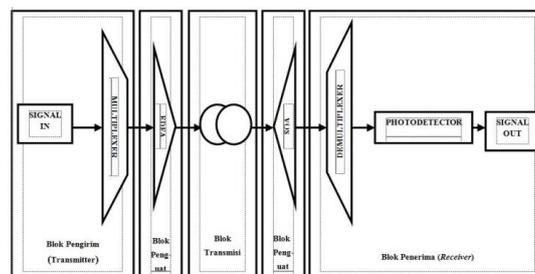
configurations and optisystem 7.0 software with system reliability parameters such as Q-factor, Bit Error Rate, Power Receiver, and Signal to Noise Ratio with power variations (0, 2, 4, 6, and 8 dBm) at a frequency of 100 GHz for 10 channels. The best results on the Q-Factor parameter are in the Repeated EDFA – SOA configuration with a value of 15.928, the BER parameter in the Parallel in-line configuration of 5.87×10^{-57} , the power receiver parameter in the Parallel in-line configuration of -10.319 dBm, and SNR in the configuration Parallel in-line is 42,713 dB. So in this study, the best value obtained is in the Parallel in-line configuration. In comparison, the best average is in the Repeated EDFA configuration.

Keywords: Optical Amplifier, Repeated, Repeaterless, Parallel in-line, Submarine Cable.

I. PENDAHULUAN

Serat optik merupakan suatu media transmisi yang dapat mengirimkan informasi dengan kapasitas mencapai giga bit per detik yang memiliki keandalan tinggi. Penggunaan serat optik memiliki beberapa keunggulan diantaranya pengiriman data yang cepat, dapat membawa informasi yang besar, tahan terhadap *noise*, dan dapat mentransmisikan sinyal cahaya atau laser. Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan yang membutuhkan komunikasi antar pulau untuk memenuhi salah satu kebutuhan bagi para pengguna layanan yaitu kebutuhan komunikasi. Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL) merupakan contoh dari komunikasi link *backbone*. *Backbone* merupakan saluran atau *bandwidth* berkecepatan tinggi yang digunakan sebagai lintasan data pada suatu jaringan [1]. Penguat *hybrid* merupakan sebuah teknologi yang memberikan performansi yang lebih baik, karena dapat menangani jaringan dengan beban yang besar. Dengan memanfaatkan penguat *hybrid* maka dapat mengoptimalkan peningkatan *gain-bandwidth*. Selain itu dapat digunakan untuk mengirimkan data dalam banyak saluran (*multiple channels*). Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat diketahui nilai *Q-Factor* yang didapatkan pada kanal ke-1 (7,97197), 20 (7,24377), 40 (6,68281), 80 (6,4435), 100 (6,58715). Nilai terendah yang didapatkan yaitu pada kanal ke-80 dengan nilai *Q-Factor* sebesar 6,44335 yang berarti sistem *long haul U-DWDM* dengan konfigurasi penguat *hybrid (Raman-EDFA)* yang disusun secara seri (*cascade*) hanya efektif pada jarak maksimal 205 km [2]. Penelitian selanjutnya dengan melakukan perbandingan sistem *Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM)* pada jarak maksimum 250 km dengan membandingkan nilai *Bit Error Rate (BER)* yang memiliki hasil terbaik dari BER yaitu $< 10^{-9}$. Hasil dari penelitian tersebut yang diperoleh dari simulasi sistem dengan konfigurasi paling optimal yang tersusun secara *parallel in-line* pada jarak 210 km dengan nilai *Q-Factor* terendah 6.10417 dan nilai BER sebesar 5.08 yang berarti layak untuk digunakan pada jarak tersebut [3]. Penelitian ini melakukan analisis berdasarkan performansi dari Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL) menggunakan *optical amplifier*, merancang konfigurasi *repeater* yang diletakkan secara berbeda yaitu pada *booster amplifier*, *in-line amplifier*, dan *pre-amplifier* serta menganalisis perbandingan nilai secara teoritis dan simulasi.

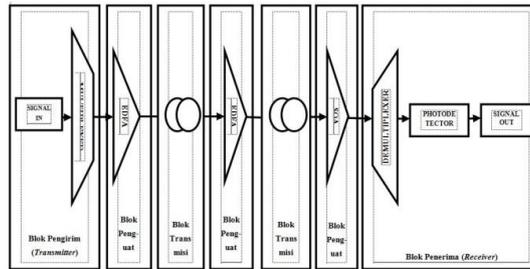
II. KAJIAN PUSTAKA



Gambar 1 Konfigurasi Repeaterless

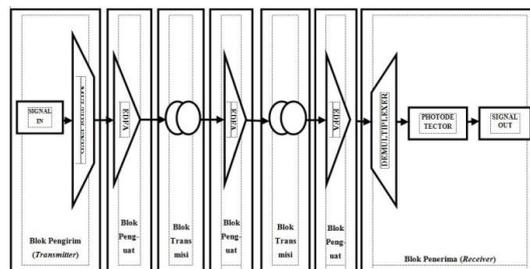
Gambar 1 merupakan konfigurasi *Repeaterless* yang memiliki 3 blok. Blok pengirim terdiri dari *signal in* atau sinyal masukan dan *multiplexer*. Blok media transmisi yang terdiri dari serat optik *Single Mode* serta blok penerima yang terdiri dari *demultiplexer*, *photodetector* dan *signal out* atau sinyal keluaran.

Daya yang dikirimkan oleh transmitter akan dikirimkan secara langsung tanpa adanya penguatan.



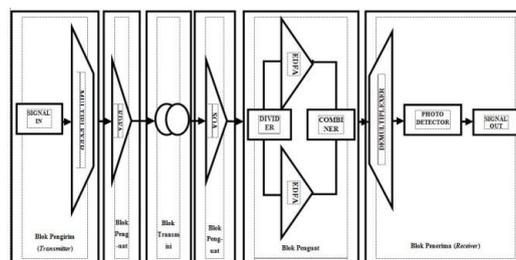
Gambar 2 Konfigurasi *Repeaterless* EDFA – SOA

Gambar 2 menunjukkan konfigurasi *Repeaterless* EDFA – SOA yang memiliki 4 blok. Blok pengirim terdiri dari *signal in* atau sinyal masukan dan *multiplexer*. Blok penguat yang terdiri dari penguat optik EDFA (*Erbium-doped Fiber Amplifier*) dan SOA (*Semiconductor Optical Amplifier*). Blok media transmisi yang terdiri dari *Single Mode Fiber* serta blok penerima yang terdiri dari *demultiplexer*, *photodetector* dan *signal out* atau sinyal keluaran. Berdasarkan gambar diatas, dapat diketahui bahwa daya yang dikirimkan oleh *transmitter* akan dikuatkan sebelum sampai di penerima.



Gambar 3 Konfigurasi *Repeaterless* EDFA

Gambar 3 menunjukkan konfigurasi *Repeaterless* EDFA yang merupakan konfigurasi dengan penguat EDFA dengan 4 blok. Blok pengirim terdiri dari *signal in* atau sinyal masukan dan *multiplexer*. Blok penguat yang terdiri dari penguat optik EDFA (*Erbium-doped Fiber Amplifier*). Blok media transmisi yang terdiri dari *Single Mode Fiber* serta blok penerima yang terdiri dari *demultiplexer*, *photodetector* dan *signal out* atau sinyal keluaran. Berdasarkan gambar diatas, dapat diketahui bahwa daya yang dikirimkan oleh *transmitter* akan dikuatkan sebelum sampai di penerima. Hal ini yang membedakan antara konfigurasi *repeaterless* dengan konfigurasi *Repeaterless* yaitu pada konfigurasi *repeaterless* tidak terdapat penguat optik seperti EDFA maupun SOA. Sedangkan pada konfigurasi *Repeaterless* terdapat penguatan optik.



Gambar 4 Konfigurasi *Parallel in-line*

Pada gambar 4 menunjukkan konfigurasi SOA (*Semiconductor Optical Amplifier*) yang disusun secara *parallel in-line* pada sebuah sistem. Konfigurasi tersebut terdiri dari bagian pengirim seperti sinyal masukan dan *multiplexer*. Konfigurasi tersebut bertujuan untuk mengetahui karakteristik penguat SOA dan EDFA kemudian memanfaatkan keuntungan dan menghilangkan kerugian yang dimiliki masing-masing penguat.

A. Bit Error Rate

Bit Error Rate (BER) merupakan salah satu parameter yang paling umum dalam sebuah jaringan digital. *Bit Error Rate* (BER) merupakan rasio perbandingan *bit error* dengan bit yang dikirimkan keseluruhan. Sedangkan, BER tes adalah pengujian yang bertujuan menguji seberapa banyak kesalahan pembacaan yang diterima setiap detik. Batas toleransi nilai BER yang umum digunakan untuk kualitas sistem komunikasi digital yaitu tidak melebihi 10^{-9} [3] rekomendasi ITU-T G.976 [1].

B. Q-Factor

Q Factor adalah faktor kualitas yang akan menentukan bagus atau tidaknya kualitas suatu *link* berbasis DWDM. Dalam sistem komunikasi serat optik khususnya DWDM, minimal ukuran *Q Factor* yang bagus adalah 6[2].

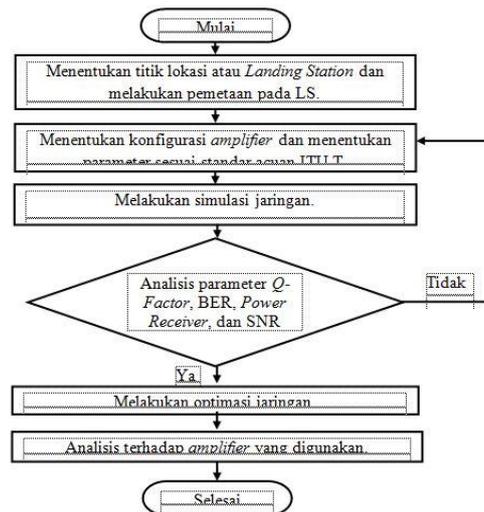
C. Signal to Noise Ratio

Pada semua jenis sistem transmisi data, *Signal to Noise Ratio* (SNR) merupakan parameter yang harus diperhatikan. SNR digunakan untuk menunjukkan seberapa banyak *noise* mengganggu sinyal yang ditransmisikan.

D. Power Link Budget

Power Link Budget (PLB) merupakan total redaman yang diizinkan dari suatu jaringan fiber optik mulai dari sinyal dikirimkan (TX) sampai dengan sinyal diterima (RX), dimana parameter yang diperhatikan ialah redaman kabel (attenuation), penguatan amplifier, serta redaman pada branching unit.

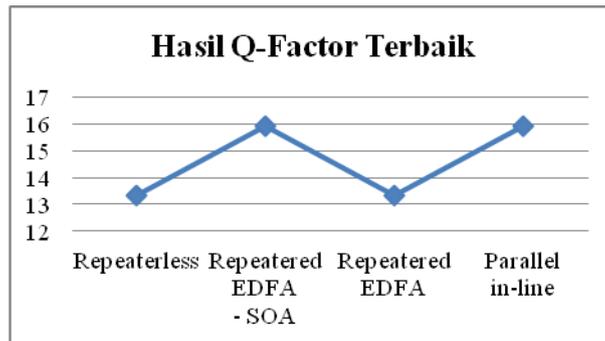
III. METODE PENELITIAN



Gambar 5 Flowchart Perancangan Kerja

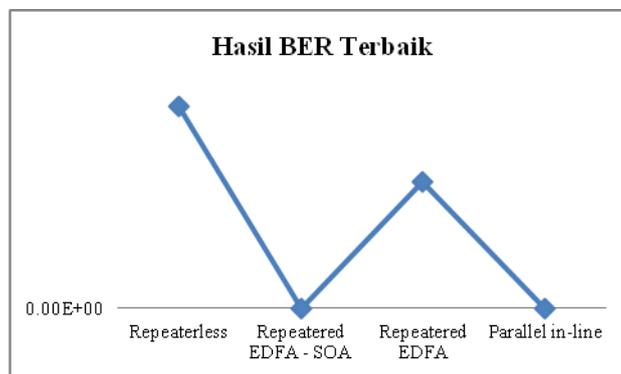
Flowchart perancangan kerja dengan menentukan titik lokasi atau *landing station*, landing station (LS) yang digunakan ialah Jawa (Rungkut) dan Bali (Kali Asem) (Gambar 5). Pemetaan dengan tujuan untuk mengetahui jarak antar kota ataupun antar *landing station*. Selanjutnya melakukan perancangan sistem dengan menggunakan *software OptiSystem* dan Matlab. Dalam simulasi ini menggunakan parameter yang sesuai dengan standar acuan ITU-T pada Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL). Perancangan yang dilakukan dengan menggunakan konfigurasi. Parameter tidak melebihi standar yang telah ditentukan, yaitu untuk nilai minimum *Bit Error Rate* (BER) bernilai 1×10^{-9} , nilai minimum *Q-Factor* bernilai 6, dan nilai *Power receiver* bernilai minimum -40 dBm dengan nilai maksimumnya +2 dBm serta SNR.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN



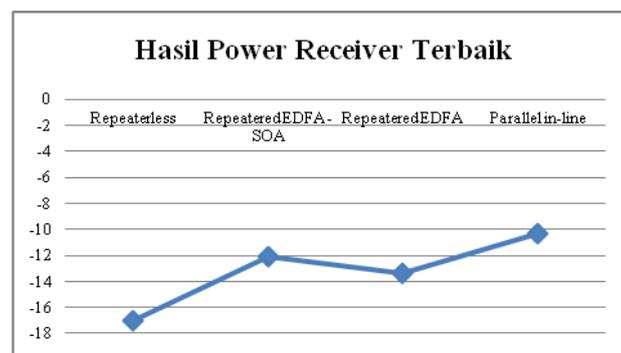
Gambar 6 Hasil *Q-Factor* Terbaik

Gambar 6 merupakan hasil simulasi pemodelan berdasarkan perbandingan nilai parameter *Q-Factor*. Berdasarkan hasil terbaik yang diperoleh parameter *Q-Factor*, pada konfigurasi *Repeaterless* bernilai 13.31, *Repeated EDFA – SOA* bernilai 15.928 dan konfigurasi *Repeated EDFA* bernilai 13.342, *Parallel in-line* bernilai 15.913. Hasil terbaik diperoleh pada konfigurasi *Repeated EDFA – SOA* dengan nilai 15.928. Karena jarak link yang jauh maka performansinya semakin menurun.



Gambar 7 Hasil BER Terbaik

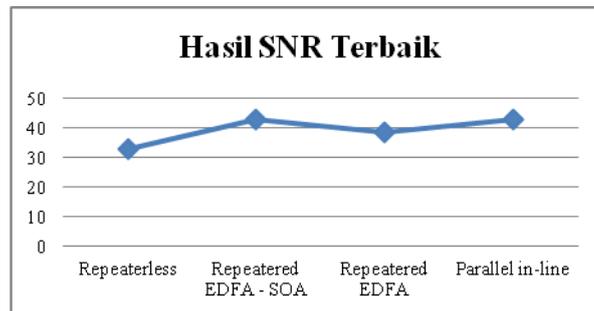
Pada gambar 7 diatas merupakan hasil simulasi pemodelan berdasarkan perbandingan nilai parameter BER. Hasil terbaik yang diperoleh parameter BER, pada konfigurasi *Repeaterless* bernilai 9.46×10^{-041} , *Repeated EDFA – SOA* bernilai 1.95×10^{-057} dan konfigurasi *EDFA* bernilai 5.93×10^{-041} , dan konfigurasi *Parallel in-line* bernilai 5.87×10^{-057} .



Gambar 8 Hasil *Power Receiver* Terbaik

Pada gambar 8 diatas merupakan hasil simulasi pemodelan berdasarkan perbandingan nilai parameter *Power Receiver*. Hasil terbaik yang diperoleh parameter *Power Receiver*, pada konfigurasi *Repeaterless*

sebesar -16.992 dBm, *Repeatered* EDFA – SOA sebesar -12.138 dBm dan *Repeatered* EDFA sebesar -13.214 dBm, dan *Parallel in-line* sebesar -10.319 dBm. Semakin besar nilai *Power Receiver* yang diperoleh maka hasilnya akan semakin baik, seperti standar *Power Receiver* dengan minimum -40 dan maksimum +2 dBm.x



Gambar 9 Hasil SNR Terbaik

Pada gambar 9 merupakan hasil simulasi pemodelan berdasarkan perbandingan nilai parameter SNR. Hasil terbaik yang diperoleh parameter SNR pada konfigurasi *Repeaterless* sebesar 33.005 dB, *Repeatered* EDFA – SOA sebesar 42.705 dB dan *Repeatered* sebesar EDFA 38.253 dB, dan *Parallel in-line* sebesar 42.713 dB. Pada parameter SNR mempunyai standar parameter sebesar 21.5 dB. Maksudnya nilai tersebut merupakan nilai minimum SNR. Semakin besar nilai yang diperoleh, maka hasilnya semakin baik. Dari grafik diatas dapat diketahui hasil yang diperoleh parameter SNR memenuhi standar yang telah ditentukan. Semakin meningkat nilai SNR maka performansinya meningkat.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi pemodelan sistem dengan menggunakan *software optisystem 7.0* dan analisis dapat diambil kesimpulan yaitu: Pada penelitian ini hasil terbaik yang diperoleh dari keempat konfigurasi antara lain pada parameter *Q-Factor* sebesar 15.928, parameter BER sebesar 5.87×10^{-057} , parameter *power receiver* sebesar -10.319 dBm, parameter SNR sebesar 42.713 dB; Berdasarkan standar parameter *Q-Factor* yaitu 6, maka dapat disimpulkan bahwa semakin meningkat nilai *Q-Factor* yang diperoleh kualitas transmisi yang diterima semakin baik dan apabila nilai *Q-Factor* kurang dari standar yang berlaku maka kualitas transmisi yang diterima semakin buruk; BER memiliki standar minimum sebesar 1×10^{-9} , apabila nilai yang diterima lebih kecil dari standar yang ditentukan maka performansinya semakin baik dengan tingkat kesalahan yang kecil; Pada parameter *power receiver*, semakin meningkat nilai yang diperoleh maka performansinya semakin baik; Pada SNR jika nilai yang diterima meningkat, maka kualitas performansi jaringan semakin baik dan apabila nilai yang diterima menurun, maka kualitas performansi jaringan semakin buruk.

REFERENSI

- [1] Bima Kurnia Marahsakti A.karel, Akhmad Hambali, and Mochammad Hasan Jauhari, "Perancangan Penggunaan Penguat Optik Pada Jaringan Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL) di Jalur Sistem Indonesia Global Gateway (IGG)," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 5, no. 1, pp. 744–751, 2018.
- [2] Pugar Athma Praja, Ahmad Hambali, and Afief Dias Pambudi, "Analisis Performansi Hybrid Optical Amplifier Pada Sistem Long Haul Ultra-Dense Wavelength Division Multiplexing," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 4, no. 1, pp. 124–131, Apr. 2017.
- [3] Taufik Akbar, Akhmad Hambali, and Brian Pramukti, "Analisis Performansi BER Pada Jaringan Optik Dense Wavelength Division Multiplexing Menggunakan Penguat Hybrid Raman EDFA," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 6, no. 2, pp. 3386–3393, Agustus 2019.
- [4] Desi Rahmawati Nugraha, Tri Nopiani Damayanti, and Aris Hartaman, "Perancangan Penggunaan Penguat Optik Jaringan Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL) Pada Jaringan Broadband Di Tanjung Pakis Karawang," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 5, no. 2, pp. 1661–1671, Agustus 2019.
- [5] Paliwan, Hambali, and Hafidudin, "Analisis Rekonfigurasi Jaringan Hybrid Optik Tembaga Menjadi Jaringan Optik," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 3, no. 3, pp. 4544–4551, Desember 2016