

# Analisis Konfigurasi Repeater-ed dengan EDFA pada Jaringan SKKL Link Surabaya – Makassar Menggunakan Optisystem

## Analysis of Repeater-ed Configuration with EDFA on SKKL Link Surabaya – Makassar Network Using Optisystem

Kholidiyah Masykuroh <sup>1,\*</sup>, Imam Muhammadi Pradono Budi<sup>2</sup>, Retno Agustias<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>*Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi, Institut Teknologi Telkom Purwokerto  
Jl. D.I. Panjaitan No. 128, Purwokerto Selatan 53147, Indonesia*

<sup>1,\*</sup>Penulis korespondensi: kholidiyah@ittelkom-pwt.ac.id,  
<sup>2</sup>imam@ittelkom-pwt.ac.id, <sup>3</sup>16101185@ittelkom-pwt.ac.id

Received on 25-08-2021, accepted on 13-12-2021, published on 23-12-2021

### Abstrak

Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL) digunakan untuk menyediakan koneksi internet antar pulau di Indonesia. Karena jarak jangkauan yang sangat jauh, pada SKKL menggunakan fiber optik dengan menerapkan DWDM. Salah satu konfigurasi penguatan yang digunakan pada SKKL yaitu konfigurasi repeater-ed. Penelitian ini akan membahas mengenai performa SKKL pada *link* Surabaya-Makassar dengan jarak 869 Km. Jenis konfigurasi yang diterapkan adalah repeater-ed. Jenis penguat yang digunakan adalah EDFA. Link Surabaya – Makassar dipilih sebagai wilayah penelitian karena padatnya kebutuhan koneksi internetnya. Link ini memiliki. Jarak tempuh yang jauh, semakin jauh jarak tempuh tentu menyebabkan penurunan daya. Pemodelan simulasi dilakukan dengan konfigurasi menggunakan penguat atau dikenal sebagai repeater-ed. Selain itu, simulasi menggunakan 30 kanal dan spasi kanal 80 GHz. Lima variasi Daya Pengirim dengan nilai selisih antar daya sebesar 2 dBm. Kelima variasi Daya Pengirim ( $P_t$ ) tersebut adalah -2 dBm, 0 dBm, 2 dBm, 4 dBm, dan 6 dBm. Parameter yang digunakan meliputi: BER, Q-Factor, Daya Penerima ( $P_r$ ), dan SNR. Berdasarkan hasil simulasi menunjukkan bahwa seluruh kanal memiliki kinerja yang baik karena hasil atau nilai sudah memenuhi bahkan ada beberapa yang mendekati nilai standar yang telah ditentukan. Akan tetapi pada daya 6 dBm mengalami nilai BER yang sangat tinggi. Nilai rata-rata terbaik didapatkan pada variasi Daya Pengirim  $P_t = 2$  dBm dan  $P_t = 4$  dBm.

**Kata kunci:** SKKL, DWDM, OptiSystem

### Abstract

The Marine Cable Communication System (SKKL) is used to provide internet connections between islands in Indonesia. Because the distance is very far, SKKL uses optical fiber by applying DWDM. One of the reinforcement configurations used in SKKL is the repeater-ed configuration. This study will discuss the performance of SKKL on the Surabaya-Makassar link with a distance of 869 Km. The type of configuration applied is repeater-ed. The type of amplifier used is EDFA. The Surabaya – Makassar link was chosen as the research area because of the dense internet connection needs. This link has. The longer the distance, the farther the distance. Of course, it causes a decrease in power. Simulation modeling is done by using an amplifier configuration known as repeater-ed. In addition, the simulation uses 30 channels and 80 GHz channel spacing. Five variations of the transmitting power with a power difference of 2 dBm. The five variations of Sending Power ( $P_t$ ) are -2 dBm, 0 dBm, 2 dBm, 4 dBm, and 6 dBm. The parameters used include BER, Q-Factor, Receiver Power ( $P_r$ ), and SNR. The simulation results show that all channels have good performance because the results or values have met some even close to the predetermined standard values. However, at 6 dBm, power experienced a very high BER value. The best average value is obtained at the variation of the Sending Power  $P_t = 2$  dBm and  $P_t = 4$  dBm.

**Keywords:** SKKL, DWDM, OptiSystem

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi telekomunikasi sangat cepat dewasa ini dengan adanya revolusi industri 4.0. Salah satu pendukung perkembangan teknologi pada dunia telekomunikasi ini adalah internet. Pada zaman sekarang sangat tidak memungkinkan tanpa adanya internet, karena kebutuhan masyarakat pada dunia komunikasi sangat meningkat. Sehingga memerlukan teknologi komunikasi yang bisa menyambungkan koneksi dari jarak dekat maupun jarak jauh antar pulau. Salah satu pendukung adanya koneksi internet adalah koneksi *link backbone*. *Backbone* merupakan suatu koneksi berkecepatan tinggi dan menjadi jalur utama dari sebuah jaringan. Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL) merupakan salah satu contoh dari *link backbone* dengan kecepatan tinggi dan menjadi jalur utama melalui rute lautan.

Indonesia sebagai negara kepulauan yang dipisahkan oleh lautan. Sehingga Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL) menjadi penting untuk menghubungkan koneksi internet dari pulau satu ke pulau lain di Indonesia. Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL) adalah sistem komunikasi yang memiliki jarak jangkauan dari ratusan hingga ribuan kilometer yang dipasang di bawah laut. Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL) karena jarak tempuhnya yang jauh digunakan modulasi dengan perbedaan informasi didasarkan pada panjang gelombang atau dikenal dengan istilah *Dense Wavelength Division Multiplexing* (DWDM). Kelebihan sistem komunikasi kabel bawah laut dapat membawa trafik yang lebih besar dibanding dengan sistem komunikasi terestrial. Salah satu permasalahan yang dihadapi karena jarak tempuh terjadinya redaman. Redaman ini disebut sebagai atenuasi. Atenuasi merupakan proses penurunan daya dari gelombang optis yang melalui jalur fiber. Jarak pengiriman komunikasi kabel laut dapat mencapai 5.000 Km. Jauhnya jarak tempuh ini mengakibatkan perlunya perangkat penguat yang disebut *amplifier* atau *repeater*. Perangkat ini berfungsi untuk menguatkan kembali daya yang turun akibat atenuasi yang dialami gelombang optis yang melalui jalur fiber optik [1].

Konfigurasi penguat pada SKKL adalah *repeater-ed*. Pada konfigurasi *repeater-ed* ini posisi dari penguat diletakkan dalam tiga kondisi, yaitu: pertama sebagai *booster amplifier*, kedua sebagai *pre-amplifier*, dan ketiga sebagai *in-line amplifier* [1].

Penelitian ini membahas mengenai performa Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL) pada jalur Surabaya-Makassar. *Link* ini memiliki jarak 869 Km dan menggunakan konfigurasi *repeater-ed*. Konfigurasi jaringannya menggunakan *booster amplifier*, *in-line amplifier* serta *pre-amplifier*. Penguat yang digunakan adalah EDFA, sesuai data perusahaan yang mengelola *link* tersebut. Nilai parameter-parameter yang meliputi *Bit Error Rate* (BER), Q-Factor, Daya Penerima, dan SNR sesuai standar yang digunakan. Adapun standar nilai yang digunakan yaitu:  $BER = 1 \times 10^{-9}$ , Q-Factor = 6,  $-21 \text{ dBm} \leq P_r \leq +2 \text{ dBm}$ , dan SNR = 21,5. Perancangan simulasi jaringan menggunakan *software* Optisystem.

Fiber optik merupakan jaringan yang dapat melewatkan cahaya dengan jangkauan lebih dari 550 meter hingga mampu mencapai jarak sampai ratusan kilometer. Kelebihan dari fiber optik adalah gelombang optis yang melaluinya tidak terjadi interferensi seperti pada gelombang radio. Selain itu, jaringan fiber optik ini dapat membawa informasi dengan jumlah dan kecepatan tinggi. Fiber optik tidak membawa sinyal elektrik, seperti pada kabel koaksial. Oleh karena itu, sinyal yang mewakili bit perlu diubah terlebih dahulu kedalam bentuk rangkaian gelombang cahaya [2].

*Submarine Cable* atau kabel bawah laut merupakan kabel optik yang dirancang khusus untuk digunakan di dasar laut. Kabel ini dirancang khusus untuk permukaan dangkal dan dalam penggunaan air. Kabel optik yang digunakan di darat dengan kabel optik bawah laut memiliki karakteristik yang sama, yang membedakan hanyalah lapisan pelindung yang lebih banyak pada *submarine cable* [3].

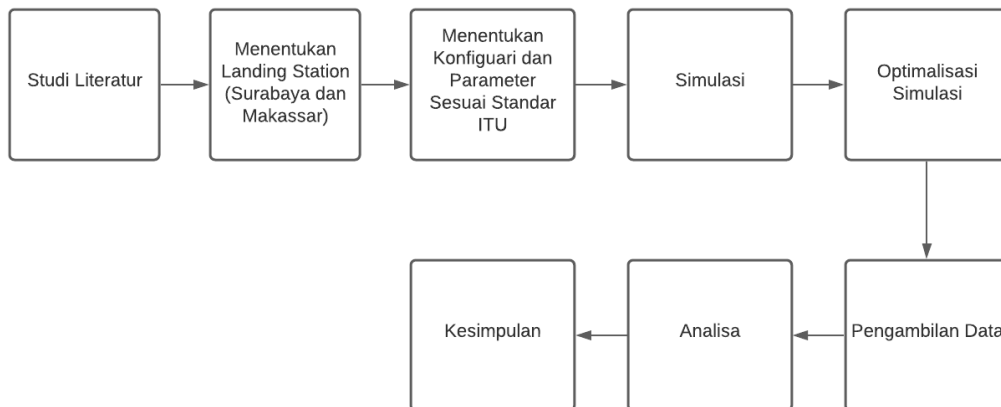
*Repeater* merupakan perangkat yang berfungsi untuk memperkuat gelombang optis yang melaluinya. Pada penerapan SKKL, tidak semua rancangan jaringan membutuhkan *repeater*. Perbedaannya didasarkan pada jarak antar *landing station* pada setiap *link* dari SKKL. Beberapa jaringan membutuhkan *repeater* sehingga disebut jaringan *repeater-ed*. Terdapat pula jaringan yang tidak membutuhkan *repeater* atau disebut jaringan *repeaterless*.

EDFA merupakan salah satu jenis penguat yang digunakan dalam sistem komunikasi optik. Penguat ini berfungsi untuk menguatkan gelombang optis yang melaluinya. EDFA bekerja *window* optik ke-3 yaitu dengan rentang panjang gelombang diantara 1550 nm [4].

Suatu jaringan SKKL menggunakan sistem *repeater-ed* apabila konfigurasi *repeater* diletakkan dalam tiga posisi yang berbeda. Posisi pertama sebagai *booster*, kedua sebagai *in-line amplifier*, dan ketiga sebagai *pre-amplifier*.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Alur Penelitian



Gambar 1. Blok Diagram Perancangan Kerja

Gambar 1 merupakan blok diagram yang digunakan untuk menjelaskan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian. Adapun penjelasan detail dari masing-masing tahapan adalah sebagai berikut:

Langkah pertama yaitu menentukan *Landing Station* (LS). *Landing station* (LS) ini adalah titik lokasi yang menentukan titik lokasi pengiriman dan penerimaan. Pada penelitian ini, *Landing Station* (LS) yang digunakan adalah Surabaya dan Makassar. Pemilihan kota-kota tersebut karena kota tersebut merupakan kota yang banyak penduduknya, dan trafik yang begitu padat maka dibuatlah jalur SKKL ini. Pada penelitian ini, data-data yang digunakan berasal dari PT. XYZ [5].

Langkah Kedua yaitu melakukan perancangan sistem menggunakan *software* Optisystem. Simulasi dilakukan sesuai dengan data yang diperoleh dari perusahaan PT. XYZ. Hasil simulasi dibandingkan dengan nilai standar. Nilai standar ini didasarkan dari *International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector* (ITU-T) [6].

Langkah yang Ketiga yaitu menghitung nilai parameter-parameter yang meliputi: BER, Q-Factor, Daya Penerima ( $P_r$ ), dan SNR. Setelah pengambilan data, dilakukan analisa berdasarkan data-data yang diperoleh untuk kemudian disimpulkan.

Pada tahap simulasi, *software* yang digunakan yaitu Optisystem. Tahap awal yang dilakukan dengan membuat rangkaian pengirim. Selanjutnya membuat rangkaian penguat sesuai dengan skema yang telah ditentukan. Pada skema yang akan dilakukan yaitu dengan konfigurasi *repeater-ed*.

Selanjutnya yaitu membuat rangkaian *receiver* dan memasukan variabel atau nilai parameter pada setiap bagian komponen. Lalu menjalankan simulasi untuk mendapatkan nilai-nilai dari parameter-parameter yang meliputi BER, Q-Factor,  $P_r$ , SNR. Jika nilai-nilai parameter yang diperoleh tidak sesuai, maka dilakukan pengecekan terhadap nilai variabel yang dimasukan. Jika nilai-nilai parameter yang diperoleh sudah sesuai, maka dilakukan analisis berdasarkan hasil dari simulasi tersebut.

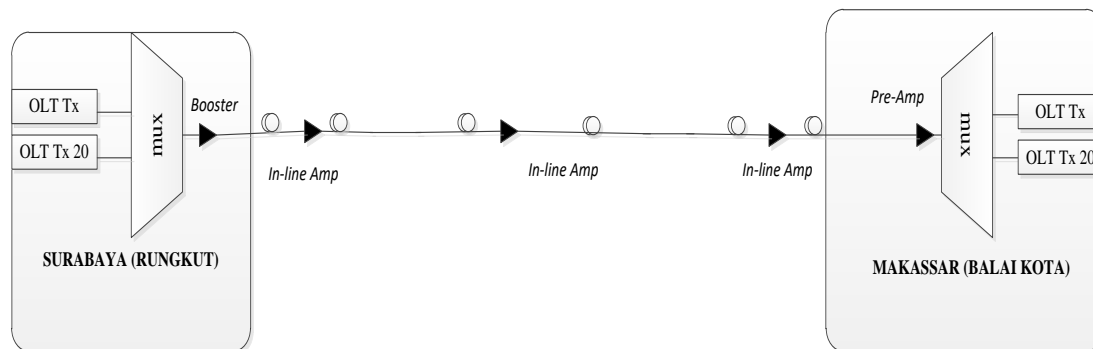
### B. Model Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL)

Perancangan sistem pada penelitian ini, menggunakan spasi kanal 80 GHz. Spasi kanal ini oleh transmiter didistribusikan kebeberapa penerima melalui kanal sebanyak 30. Pada blok transmisi menggunakan dua pasang fiber optik sebagai *upstream* dan *downstream*. Seperti dijelaskan pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Model Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL)

### C. Skenario Jaringan



Gambar 3. Konfigurasi *Repeater-ed*

Gambar 3 di atas, merupakan konfigurasi dengan konfigurasi penguat *repeater-ed* pada *link* Surabaya-Makassar. Pada bagian pengirim terdiri dari sinyal masukan (Tx) dan multiplexer. Bagian penguat yang terdiri dari penguat gelombang optis *Erbium-doped Fiber Amplifier* (EDFA). Bagian kabel transmisi menggunakan *Single Mode Fiber* (SMF). SMF dipilih karena jarak fiber optik yang digunakan mencapai ratusan kilometer. Pada bagian penerima terdiri dari demultiplexer, *photodetector* dan sinyal keluaran (Rx). Berdasarkan gambar di atas, dapat diketahui bahwa daya yang dikirimkan oleh transmiter akan dikuatkan oleh Pre-Amp sebelum sampai di penerima [7].

### D. Parameter Transmisi

Tabel 1. Parameter Pengirim

No	Parameter	Nilai
1	<i>Agregated bitrate</i>	8 Tbps
2	<i>Bitrate per channel</i>	100 Gbps
3	<i>Line Code</i>	NRZ
4	<i>Transmit power (mux output min/max)</i>	-40 dBm s.d +5 dBm
5	<i>Channel spacing</i>	80 Ghz
6	<i>Number of channel</i>	30

Tabel 1 menjelaskan mengenai parameter-parameter yang digunakan pada blok transmiter sesuai dengan spesifikasi kontrak dari jaringan SKKL yang dikelola oleh perusahaan mitra penelitian. Karena sistem komunikasi kabel laut *link* Surabaya-Makassar merupakan bagian jaringan SKKL dari perusahaan tersebut. Jarak pada penelitian Surabaya-Makassar yaitu 869 Km, dan Panjang gelombang yang digunakan yaitu 1550 nm [8].

Tabel 2 menunjukkan frekuensi yang akan digunakan pada penelitian ini. Pemilihan frekuensi merupakan standar frekuensi yang digunakan untuk komunikasi optik berdasarkan standar ITU-T. Pada Penelitian ini frekuensi yang satuannya gigahertz di ubah menjadi terahertz. Selain frekuensi untuk penelitian ini juga menggunakan kode khusus untuk menandai jaringan yang menghubungkan antara Surabaya dan Makassar.

Alokasi frekuensi yang digunakan sebanyak 30 kanal. Seluruh jaringan atau trafik ini ditransmisikan dengan dua pasang kabel fiber optic [9].

Tabel 2. Parameter Pengirim

No	Frekuensi (THz)	Wavelength (nm)	No	Frekuensi (THz)	Wavelength (nm)
1	193,9	1547,189273	16	192,7	1556,824079
2	193,82	1547,827882	17	192,62	1557,470668
3	193,74	1548,467018	18	192,54	1558,117794
4	193,66	1549,106682	19	192,46	1558,765458
5	193,58	1549,746875	20	192,38	1559,41366
6	193,5	1550,387597	21	192,3	1560,062402
7	193,42	1551,028849	22	192,22	1560,711685
8	193,34	1551,670632	23	192,14	1561,361507
9	193,26	1552,312946	24	192,06	1562,011871
10	193,18	1552,955793	25	191,98	1562,662777
11	193,1	1553,599171	26	191,9	1563,314226
12	193,02	1554,243084	27	191,82	1563,966218
13	192,94	1554,88753	28	191,74	1564,618755
14	192,86	1555,532511	29	191,66	1565,271836
15	192,78	1556,178027	30	191,58	1565,925462

### E. Parameter Media Transmisi

Tabel 3 menjelaskan mengenai standar ITU-T.G.654.D yang digunakan pada SKKL. Secara fisik jaringan kabel bawah laut tidak berbeda dengan jaringan terestrial. Hanya saja pada kabel bawah laut memiliki lapisan pelindung yang lebih tebal untuk melindungi kabel dari arus bawah laut, karang, ataupun serangan hewan selama diletakkan di dasar laut.

Tabel 3. ITU-T.G.654.D

Attribute	Detail	Value
Attenuation Coefficient	Wavelength	1550 nm
	1550 nm	0,16 dB/Km
Typical chromatic Dispersion	D1550	16 ps/nm.km
	S1550	0,06 ps/nm.km

### F. Skenario Pengambilan Data

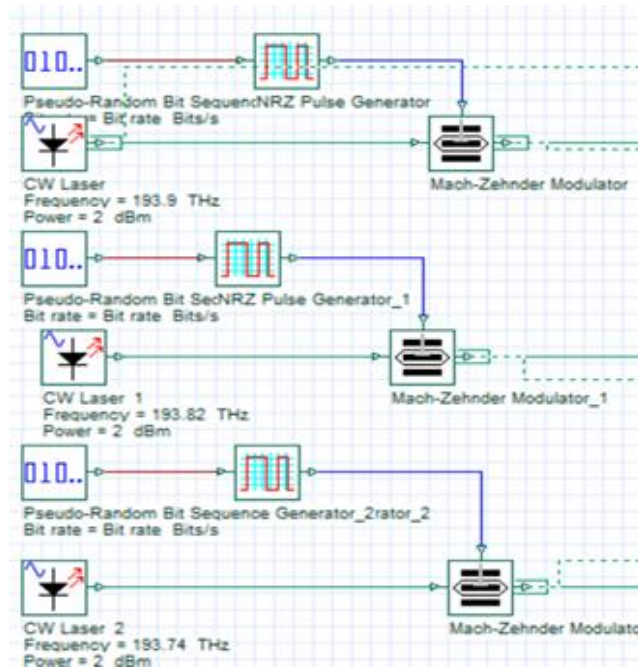
Skenario pengambilan data dapat dilihat pada tabel di atas pengambilan data menggunakan variasi Daya Pengirim. Variasi Daya Pengirim ( $P_t$ ) yang digunakan yaitu: -2 dBm, 0 dBm, 2 dBm, 4 dBm dan 6 dBm. Pada simulasi menggunakan konfigurasi penguat atau dikenal dengan istilah *repeater-ed*. Selain itu, simulasi menggunakan spasi kanal 80 GHz, dan jumlah kanal sebanyak 30. Parameter-parameter yang digunakan untuk mengukur peforma meliputi: BER, Q-Factor, Daya Penerima ( $P_r$ ), SNR.

Tabel 4. Skenario Pengambilan Data

No	Pengambilan Data	Keterangan
1	Daya	-2 dBm, 0 dBm, 2 dBm 4 dBm dan 6 dBm
2	Simulasi	Konfigurasi <i>Repeat-ed</i>
3	Parameter	BER ( <i>Bit Error Rate</i> ), <i>Q-Factor</i> , <i>Power Receiver</i> , <i>SNR (Signal to Noise Ratio)</i>
4	<i>Channel Space</i>	80 GHz
5	<i>Number of channels</i>	30

### G. Model Perancangan Penelitian

Pada blok transmitter terdiri dari konfigurasi daya, frekuensi, pengkodean kanal, serta *bit rate* yang digunakan. Pada blok transmitter digunakan sebanyak 30 kanal dan spasi kanal 80 GHz. Rinciannya dapat dilihat pada Tabel 4.

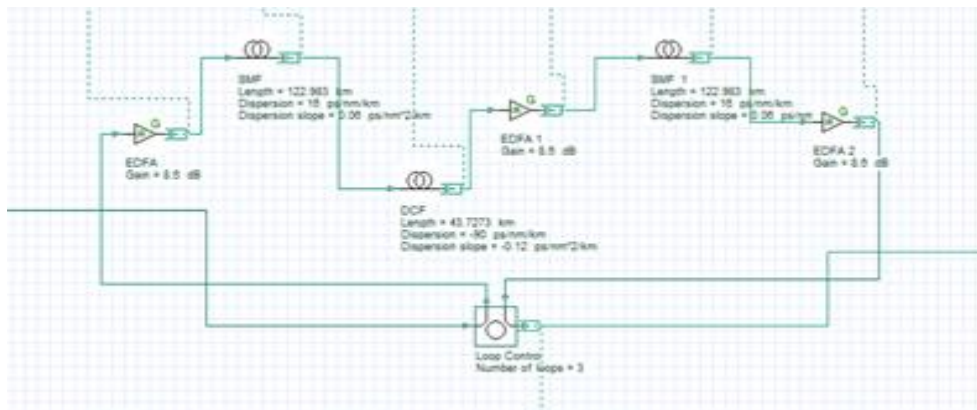


Gambar 4. Blok Transmitter

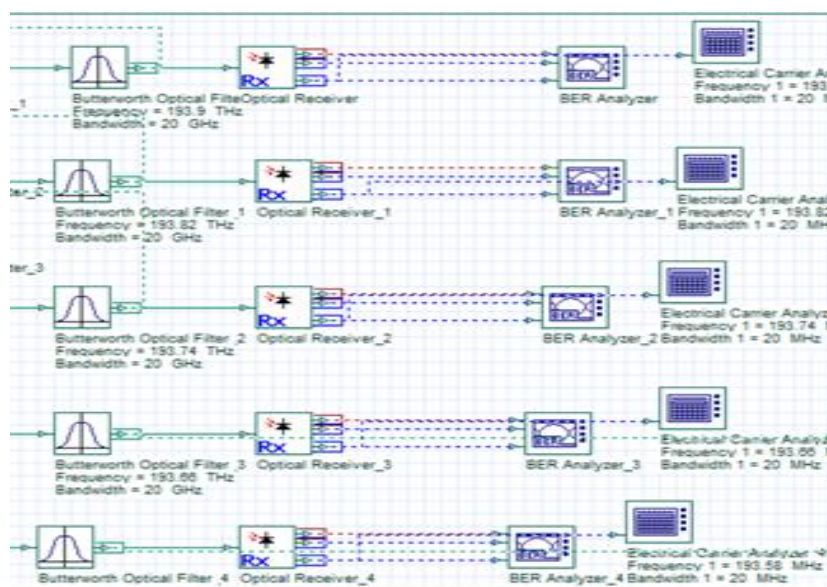
Gambar 4 di atas merupakan simulasi blok transmitter dari *frequency channel space* 80 GHz. Proses simulasi pada blok transmitter terdiri dari beberapa komponen yaitu CW laser, *Nonreturn to Zero* (NRZ), *Mach-Zehnder Modulator*, dan *Pseudo Random Bit Sequence*. Pada blok transmitter ini CW laser ini berfungsi sebagai perangkat yang mentransmisikan sinyal kedalam fiber optik. *Nonreturn to Zero* (NRZ) berfungsi sebagai pengkode dalam format digital. *Mach-Zehnder Modulator* berfungsi pemodulasi sebuah gelombang optis. *Pseudo Random Bit Sequence* berfungsi sebagai komponen pembangkit gelombang informasi dalam format digital.

Pada Gambar 5 di bawah merupakan simulasi dari blok transmisi untuk spasi kanal 80 GHz. Blok transmisi ini terdiri dari beberapa perangkat yaitu: *Single Mode Fiber* (SMF), *Erbium Doped Fiber Amplifier* (EDFA), *Dispersion Compensating Fiber* (DCF), dan *Loop Control*. Pada blok transmisi ini menggunakan *Single Mode Fiber* (SMF). *Erbium Doped Fiber Amplifier* (EDFA) yang berfungsi sebagai penguat gelombang optis yang melaluinya. Jika pada proses simulasi terdapat hasil nilai minus (-) yang di sebabkan oleh SMF maka nilai tersebut akan dilakukan dispersi oleh *Dispersion Compensating Fiber* (DCF) maka dalam melewati DFC nilainya berubah menjadi 0. Kemudian *Loop Control* berfungsi untuk proses perulangan pada sistem blok transmisi sesuai parameter-parameter yang telah ditentukan.

Konfigurasi *repeater-ed* dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Penempatan penguatnya ada tiga, yaitu: pertama sebagai *booster*, kedua sebagai *in-line* amplifier, dan ketiga sebagai *pre-amplifier*.



Gambar 5. Blok Transmisi



Gambar 6. Blok Penerima

Gambar 6 di atas menunjukkan komponen simulasi blok penerima 80 GHz. Pada blok penerima ini terdiri dari beberapa perangkat komponen yaitu: WDM *Demultiplexer*, *Butterworth Optical Filter*, *Optical receiver*, *Bit Error Rate (BER) Analyzer*, *Optical Power Meter*. *Butterworth Optical Filter* berfungsi untuk meloloskan sinyal pada frekuensi tertentu dan dapat memblokir sinyal pada frekuensi yang lainnya. Penerima optik berfungsi sebagai penerima dari jaringan pada sisi Rx detektor yang digunakan oleh *Avalanche Photo Diode (APD)*. Sisi tersebut memiliki daya sensitivitas yang tinggi dan responsivitas cahaya dari sebuah laser yang tinggi. *Bit Error Rate (BER) Analyzer* berfungsi menganalisis sebuah nilai dari BER, Q-Factor. *Optical Power Meter* berfungsi untuk mengukur *loss*.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

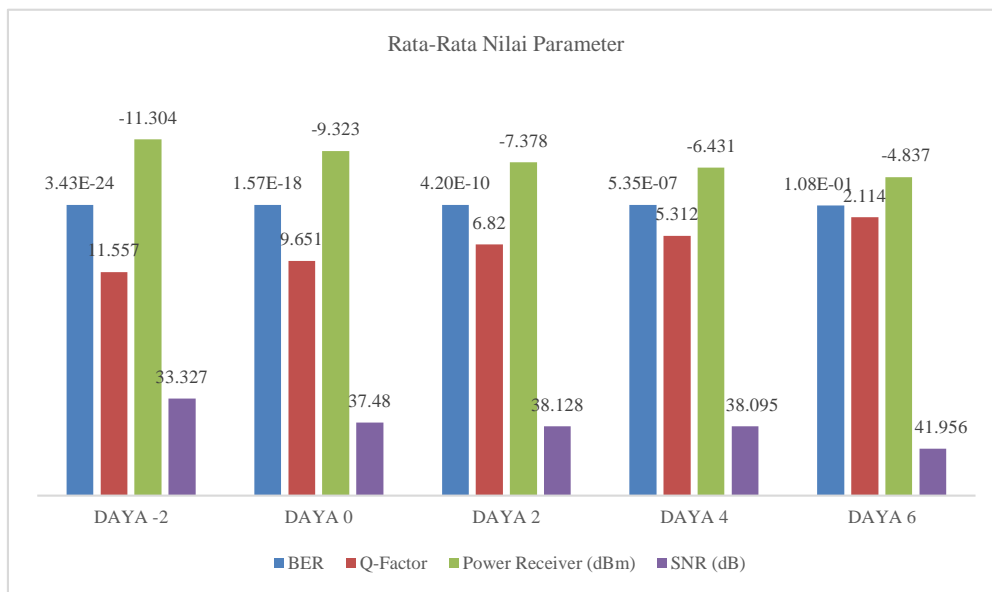
#### A. Analisis Kinerja Sistem Menggunakan Konfigurasi Repeated

Hasil dari analisis dan simulasi pemodelan sistem menggunakan aplikasi Optisystem versi 7.0 pada link Jawa – Makassar. Link ini memiliki jarak 869 Km. Jenis konfigurasi yang digunakan adalah konfigurasi *repeater-ed*. Penguat yang digunakan adalah penguat *Erbrum Doped Fiber Amplifier (EDFA)*. Parameter nilai yang telah diukur yaitu nilai BER, Q-Factor, *Daya Penerima* dan SNR dengan hasil yang didapat sebagai berikut: cara pengambilan data melalui simulasi menggunakan *software* Optisystem. Penelitian ini menggunakan jalur Surabaya-Makassar dengan jarak 869 Km. Pada jenis kabel yang digunakan merupakan

kabel *single mode*. Proses pertama membuat bagan dari sistem konfigurasi yang digunakan seperti transmitter, dibagian transmitter ini diatur bagian *power* dan frekuensi agar sesuai dengan data dan skenario. Pada bagan transmisi mulai untuk mengatur bagian *gain* yang digunakan pada EDFA. Kemudian mengatur pada bagian fiber yaitu pada nilai *length* yang sudah diperhitungkan dan pada bagian *dispersion*-nya juga diatur sesuai dengan kabel yang digunakan pada ITU-T. Bagian penerima mengatur pada *optical receiver* dengan menggunakan *photodetector* yaitu APD. Pada simulasi ini jika sudah selesai maka dapat dilakukan *running* program. Jika *running* program selesai maka hasil data dapat dilihat pada komponen penerima yang sudah tersedia di dalam rangkaian seperti nilai parameter BER, Q-Factor,  $P_r$ , SNR.

**B. Analisis Rata-Rata Kinerja Sistem Parameter Menggunakan Konfigurasi Repeated**

Nilai rata-rata dari simulasi BER, Q-Factor,  $P_r$ , dan SNR dengan kelima variasi  $P_t$  yaitu: -2 dBm, 0 dBm, 2 dBm 4, dBm dan 6 dBm. Berdasarkan standar dari masing-masing parameter seluruh nilai memenuhi standar yang telah ditentukan, terkecuali pada daya 6 dBm.



Gambar 3.8 Rata-Rata Nilai Parameter pada konfigurasi *repeater-ed*

Hasil kinerja terbaik rata-rata dari parameter BER, Q-Factor,  $P_r$ , dan SNR, yaitu pada variasi  $P_t = 2$  dBm dan  $P_t = 4$  dBm, hal ini membuktikan bahwa setiap penambahan daya maka nilai parameter akan semakin meningkat. Pada daya 6 dBm memiliki nilai penurunan kualitas, hal ini disebabkan karena redaman yang kecil dan banyaknya kanal sehingga pada jarak yang cukup jauh menyebabkan tingginya nilai eror yang membuat kualitas sinyal menurun.

**C. Analisis Konfigurasi Penguat**

Pada penelitian ini konfigurasi penguat atau dikenal dengan istilah *repeater-ed*. Selain itu, jalur yang dipilih adalah *link* Surabaya-Makassar yang memiliki jarak 869 Km. *Repeater-ed* merupakan konfigurasi dari jaringan SKKL yang didalamnya terjadi proses penguatan sinyal optis yang melaluinya. Pada konfigurasi *repeater-ed* menggunakan penguat yang diletakan pada tiga posisi. Posisi pertama pada *booster*, kedua pada *in-line amplifier*, dan ketiga *pre-amplifier*. Konfigurasi *repeater-ed* dipergunakan pada jaringan SKKL karena terjadinya penurunan daya pada proses pengiriman sinyal optis karena jarak tempuh yang dilalui.

Pada penelitian ini selain menggunakan konfigurasi *repeater-ed* juga menggunakan penguat EDFA. EDFA sendiri merupakan penguat optik yang digunakan untuk meningkatkan signal level yang bekerja pada gelombang 1530 nm sampai 1570 nm. Pemilihan untuk penguat EDFA sendiri dengan konfigurasi yang digunakan *repeater-ed* untuk meningkatkan konfigurasi *repeater-ed* pada jarak 869 Km yang telah disimulasikan menggunakan *software* Optisystem. Penguat EDFA sendiri memiliki banyak kelebihan



dibandingkan dengan penguat yang lainnya. Kelebihan dari EDFA sendiri yaitu mampu bekerja untuk jarak yang cukup jauh seperti yang digunakan pada penelitian ini yaitu untuk jarak 869 Km. Selain itu, efisiensi transfer daya tinggi dari *pump* ke daya sinyal yang dimiliki oleh penguat ini.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari simulasi dan analisis yang telah dilakukan pada penelitian, maka dapat diambil kesimpulan berdasarkan analisis dari pemodelan simulasi yang telah dilakukan dengan menggunakan konfigurasi *repeater-ed* dengan 30 kanal dan spasi kanal 80 GHz yang menggunakan kelima variasi  $P_t$  yaitu: -2 dBm, 0 dBm, 2 dBm, 4 dBm, dan 6 dBm. Pada variasi  $P_t$  memiliki nilai yaitu: -2 dBm, 0 dBm, 2 dBm, dan 4 dBm memiliki kinerja yang baik karena nilai sudah memenuhi nilai standar yang digunakan. Akan tetapi pada  $P_t = 6$  dBm memiliki nilai BER yang tinggi. Nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi daya yang didapat maka nilai dari BER, Q-Factor,  $P_r$ , dan SNR semakin tinggi. Selain itu, daya 6 dBm kurang mendukung pada rangkaian ini, karena redaman yang kecil dan banyaknya kanal sehingga pada jarak yang cukup jauh menyebabkan tingginya *noise* pada nilai-nilai parameter yang didapatkan.

Pengaruh EDFA pada kinerja SKKL pada *link* Surabaya-Makassar menjadikan sistem transmisi menjadi lebih baik, Kinerja dari EDFA sendiri yang membantu penguatan untuk jarak yang cukup panjang dan jauh yaitu 869 km.

Nilai rata-rata terbaik didapatkan oleh variasi  $P_t = 2$  dBm dan  $P_t = 4$  dBm. Nilai BER =  $4,20 \times 10^{-10}$ , Q-Factor = 6,8208,  $P_r = -7,378$  dBm, dan SNR = 38,128 dB. Nilai BER =  $5,35 \times 10^{-07}$ , Q-Factor = 5,3126,  $P_r = -6,4316$  dBm, dan SNR = 38,095 dB. Hasil yang didapat pada daya 2 dBm dan 4 dBm memiliki nilai yang bagus dan mendekati standar.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. XYZ, telah memberikan dukungan berupa data-data jaringan SKKL *link* Surabaya - Makassar yang digunakan sebagai acuan selama proses penelitian.

#### KONTRIBUSI PENULIS

KM berkontribusi dalam perbaikan manuskrip dari proses submit, review, sampai dengan publikasi. Penulis pertama berkontribusi sebagai penulis korespondensi. IMPB berkontribusi sebagai nara hubung ke PT. XYZ untuk kebutuhan data-data jaringan SKKL *link* Surabaya - Makassar dari perusahaan tersebut. RA berkontribusi sebagai pelaksana penelitian, pembuatan simulasi menggunakan opti system, sampai dengan penyusunan laporan akhir penelitian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Kurnia Marahsakti Akarel, I. Hambali, and M. Hasan Jauhari, "Perancangan Penggunaan Penguat Optik pada Jaringan Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL) di Jalur Sistem Indoensia Global Gateway (IGG)."
- [2] Haryadi, "Sistem Komunikasi Fiber Optik Dan Pemanfaatannya Pada PT.Semen Padang".
- [3] L. Ananta, "Simulasi Peningkatan Keamanan Jaringan Menggunakan Kombinasi Penguat Sinyal Optik".
- [4] A. Hidayat, A. Hambali, and B. Pamukti, "Perbandingan Performansi EDFA-ROA pada Sistem TWDM-PON Berbasis Next Generation Passive Optical Network Stage 2."
- [5] N. Kenichi and T. Takaaki, "Optical Submarine Cable Network Monitoring Equipment."
- [6] ITU-T, "ITU-T Characteristics of optical fibre submarine cables Recommendation ITU-T G.978," 2010.
- [7] H. Ikbal, R. Hs, and T. Yuwono, "Perancangan Jaringan Backbone Fiber Optik Menggunakan EDFA (Erbium Doped Fiber Amplifier) Di Kabupaten Sleman."
- [8] F. Ayu Nurdiana and S. Naning Hertiana, "Perancangan dan Analisis Sistem Komunikasi Serat Optik Link Makassar-Maumere Menggunakan DWDM."
- [9] R. F. Adiati, "Analisis Parameter Signal to Noise Ratio dan Bit Error Rate dalam Backbone Komunikasi Fiber Optik Segmen Lamongan - Kebalen".