

PERENCANAAN SISTEM KOMUNIKASI KABEL LAUT JASUKA LINK ALTERNATIF TANJUNG PAKIS-PONTIANAK

SUBMARINE CABLE COMMUNICATION SYSTEM JASUKA PLANNING ALTERNATIVE LINK TANJUNG PAKIS-PONTIANAK

Bagas Sidiq Haryanto¹, Kris Sujatmoko², Akhmad Hambali³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹bagassidiqh@gmail.com, ²krissujatmoko@telkomuniversity.ac.id, ³ahambali@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL) merupakan sistem komunikasi yang menggunakan media transmisi kabel optik dimana kabel optik tersebut digelar bukan didarat melainkan di dalam laut. Semakin banyaknya pertumbuhan penduduk di Indonesia, maka semakin banyak yang membutuhkan proses pertukaran data.

Kapasitas *existing* tidak memungkinkan untuk melayani banyaknya kebutuhan penduduk melakukan pertukaran data. Kondisi dengan nilai *load traffic* 77 % pada *link* Tanjung Pakis-Tanjung Pandan. *Link* utama yang terdapat pada Tanjung Pakis – Tanjung Pandan apabila terjadi *over traffic* maka akan mengakibatkan putusnya *link* sehingga perlu dibuatnya *link* alternatif yang mampu *handle* apabila terjadi kondisi yang tidak diinginkan.

Dari semua skenario yang dirancang, skenario 3 dikatakan layak dengan perancangan *link* menggunakan tipe kabel G.655 sejauh 973,52 kilometer dengan 9 buah penguat EDFA mendapatkan nilai *Link Power Budget* -12,78 dBm dengan nilai SNR sebesar 26,02 dB, nilai *Q-factor* sebesar 9,99 dan nilai *Bit Error Rate* sebesar $8,59 \times 10^{-24}$. Dikatakan layak berdasarkan nilai minimum setiap parameter performansi.

Kata Kunci : SKKL, kabel optik, kapasitas, existing, alternatif

Abstract

The Cable Communication System (SKKL) is a communication system that uses optical cable transmission media that is held not in the sea. The more population growth in Indonesia, the more people need the data exchange process.

Existing capacity does not allow to serve the many needs of the population to exchange data Conditions with a 77 % load traffic value on the Tanjung Pakis-Tanjung Pandan link. The main link found in Tanjung Pakis - Tanjung Pandan if there is over traffic will result in link disconnection so that an alternative link needs to be made that can handle in the event of an undesirable condition.

Of all the scenarios designed, scenario 3 is said to be feasible with the design of link using the type of cable G.655 as far as 973.52 kilometers with 9 EDFA amplifiers getting the value of Link Power Budget -12.78 dBm with SNR value for 26.02 dB, the value of Q-factor is 9.99 and the value of Bit Error Rate is 8.59×10^{-24} . It is said to be feasible based on the minimum value of each performance parameter.

Keywords : SKKL, optical cable, capacity, existing, alternative.

1. Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk di Indonesia semakin tahun semakin meningkat. Semakin banyak penduduk maka semakin banyak juga yang menggunakan layanan internet dan kapasitas yang dibutuhkan semakin banyak. Kapasitas merupakan suatu tingkat kemampuan kinerja suatu sistem. Dalam sistem komunikasi optik, *bandwidth* merupakan kapasitas dalam proses pengiriman informasi data. *Bandwidth* yang besar sudah pasti sangat dibutuhkan untuk menunjang proses pengiriman data dapat berlangsung lancar. Kapasitas berbanding lurus dengan banyaknya pengguna. Penggunaan yang melebihi kapasitas maka akan berakibat buruk pada sistem yang sedang dijalani. Akibat terburuk pada sistem komunikasi kabel laut jasuka apabila penggunaan melebihi kapasitas *existing* maka akan berakibat putusnya kabel optik tersebut. Penyambungan atau *splicing* kabel yang biasanya dilakukan untuk menyelesaikan masalah tersebut. Akan tetapi penyambungan tersebut memiliki waktu proses yang cukup lama dengan biaya yang sangat mahal.

Pada sistem komunikasi kabel laut Jawa Sumatera Kalimantan (Jasuka) hanya memiliki *link* utama yaitu link yang dimulai dari Tanjung Pakis di Pulau Jawa menuju Tanjung Pandan di Kepulauan Seribu, dilanjutkan ke Pontianak di Kalimantan dan berakhir di Batam (Sumatera). Apabila salah satu kabel terputus maka pertukaran data tidak bisa dilangsungkan. Pada penelitian sebelumnya dilakukan pada daerah Indonesia lainnya yaitu pada *link* Sanggata-Towale dengan melakukan perancangan menggunakan kabel serat optik G.655 [1] dan di Indonesia bagian lainnya yaitu Jember-Denpasar dan juga pada link Batam-Pontianak.

2. Dasar Teori

2.1 Power Feed Equipment

Power Feed Equipment merupakan perangkat pada sistem komunikasi kabel laut yang diletakkan pada *Beach Main Hole* (BMH) yang berfungsi untuk memberikan daya melalui kabel fiber optik ke peralatan komponen-komponen yang terpasang pada sistem komunikasi kabel bawah laut [2]. Seperti contohnya untuk mencatu perangkat *repeater* yang berada di tengah laut karena *repeater* merupakan perangkat aktif pada sistem komunikasi kabel laut [3].

2.2 Dense Wavelength Division Multiplexing

Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) merupakan suatu teknologi komunikasi multichannel yang memanfaatkan cahaya dari serat optik yang bersumber dari sekumpulan transmitter memiliki panjang gelombang atau frekuensi berbeda-beda lalu cahaya tersebut mengalami proses *multiplexing* dan ditransmisikan dalam satu kabel optik, lalu pada sisi *receiver* sinyal tersebut di *demultiplexing* kembali menjadi gelombang masing-masing [4]. Fiber yang direkomendasikan oleh ITU-T (International Telecommunication Union) adalah G.650 G659. Serat optik yang mendukung DWDM yaitu Standard Single Mode Fiber (SSMF) atau Non Dispersion Shifted Fiber (NDSF) dan Non Zero Dispersion Shifted Fibre (NZDSF).

2.3 ITU-T G.652 dan ITU-T G.655

Kabel G.652 termasuk kedalam tipe kabel SSMF atau NDSF memiliki nilai dispersi kromatik 13 sampai 18 ps/nm.km apabila menggunakan panjang gelombang 1550 nm. Dan kabel G.655 termasuk kedalam tipe NDZSF yang bekerja hanya pada gelombang 1550 nm dan memiliki nilai dispersi kromatik maksimal sebesar 6 ps/nm.km [5]. Kabel SMF memiliki nilai dispersi tinggi, nilai dispersion slope yang rendah dan nilai effective area yang besar sedangkan NZDF memiliki nilai dispersi yang rendah, nilai dispersion slope yang tinggi, dan effective area yang kecil [6].

2.4 Erbium Doped Fiber Amplifier

EDFA merupakan suatu penguat optik yang intinya terdapat atom erbium sehingga dapat memberikan penguatan terhadap sinyal yang melewatinya. Ion-ion dari elemen-elemen yang membentuk EDFA memiliki kemampuan menyerap foton dengan panjang gelombang yang tinggi. EDFA sendiri memiliki gain sebesar 33 dB Universitas Telkom 10 [7].

2.5 Raman Optical Amplifier

Raman Optical Amplifier (ROA) merupakan salah satu jenis penguat optik yang mampu menguatkan pada gelombang berapapun, memiliki noise figure yang rendah, keleluasaan dalam pemilihan gain medium serta gain bandwidth yang cukup lebar. Sehingga ROA berpotensi untuk dapat diaplikasikan pada sistem komunikasi yang akan datang sebagai alternatif dari EDFA. Dan Raman memiliki gain sebesar 43 dB [7].

2.6 Repeatered dan Repeaterless

Kabel serat optik sudah menggantikan kabel tembaga untuk menjadi pilihan pada penggunaan komunikasi bawah laut, terutama karena biaya, kapasitas, dan keunggulan kinerja. Sistem ini terbagi dalam dua kategori yaitu repeatered dan repeaterless [8]. Repeaterless biasanya digunakan untuk sebuah link dalam jaringan komunikasi jarak dekat. Pada umumnya repeaterless hanya menempatkan penguat sebagai booster atau sebagai pre-amplifier.

2.7 Link Power Budget

Perhitungan ini perlu dilakukan dalam perancangan dengan tujuan untuk menghitung daya yang dibutuhkan sehingga menghindari kondisi ketika diterima oleh receiver daya yang dihasilkan tidak sampai batas minimum sehingga tidak dapat terjalin komunikasi.

$$L_{sist} = \frac{P_{tx} - P_{rx} - 2ac + \frac{as - Ms}{af + \frac{as}{L_{kabel}}}}{\alpha f + \frac{as}{L_{kabel}}} \quad (2.1)$$

$$L_{oa} = \frac{\alpha + as - 2ac}{\alpha f + \frac{as}{100km}} \quad (2.2)$$

$$\sum oa = \frac{L_{tot}}{L_{oa}} - 1 \quad (2.3)$$

$$a_{tot} = L_{sist} \cdot \alpha f + N \cdot as + n \cdot ac \quad (2.4)$$

$$P_r = P_t - a_{tot} - M + G \quad (2.5)$$

Persamaan 2.1 merupakan persamaan untuk menghitung jarak maksimal tanpa penguat. Persamaan 2.2 untuk menghitung jarak antar penguat. Persamaan 2.3 untuk menghitung jumlah penguat yang dibutuhkan. Persamaan 2.4 untuk menghitung redaman pada setiap rentang. Dan persamaan 2.5 untuk menghitung daya terima pada setiap rentang.

2.8 Signal Noise to Ratio

Signal Noise to Ratio atau yang biasa disingkat dengan SNR merupakan hasil perbandingan dari sinyal yang dikirimkan terhadap noise atau redaman dalam suatu sistem. Nilai SNR dipakai untuk menunjukkan kualitas jalur koneksi dan nilai SNR yang rendah dapat mengakibatkan koneksi sering terputus, lambat, tidak bisa terhubung dan sebagainya.

$$SNR = \frac{(Pr.R.M)^2}{2.q.Pr.R.M^2.F(M).Be + \frac{4.K_B.T.Be}{R_L}} \quad (2.6)$$

2.9 Q-factor

Q-factor merupakan faktor kualitas mengenai baik atau buruknya sebuah performansi dari sebuah sistem. Q-factor dapat diketahui nilainya dengan melakukan perhitungan menggunakan persamaan [9].

$$Q = \frac{SNR}{2} \quad (2.7)$$

2.10 Bit Error Rate

Bit Error Rate atau yang biasa disingkat dengan BER merupakan perbandingan jumlah bit yang dikirimkan dengan bit yang rusak akibat adanya redaman pada sebuah aliran data. BER dapat diketahui dengan melakukan perhitungan menggunakan persamaan [9].

$$BER = \frac{\exp\left(-\frac{Q^2}{2}\right)}{Q\sqrt{2\pi}} \quad (2.8)$$

2.11 Rise Time Budget

Rise time budget dalam perencanaan juga perlu dihitung dengan tujuan memastikan bahwa performansi keseluruhan sistem untuk memenuhi bit rate yang diinginkan. Rise time sistem dapat dihitung menggunakan persamaan

$$tr = \frac{0,7}{BR} \quad (2.9)$$

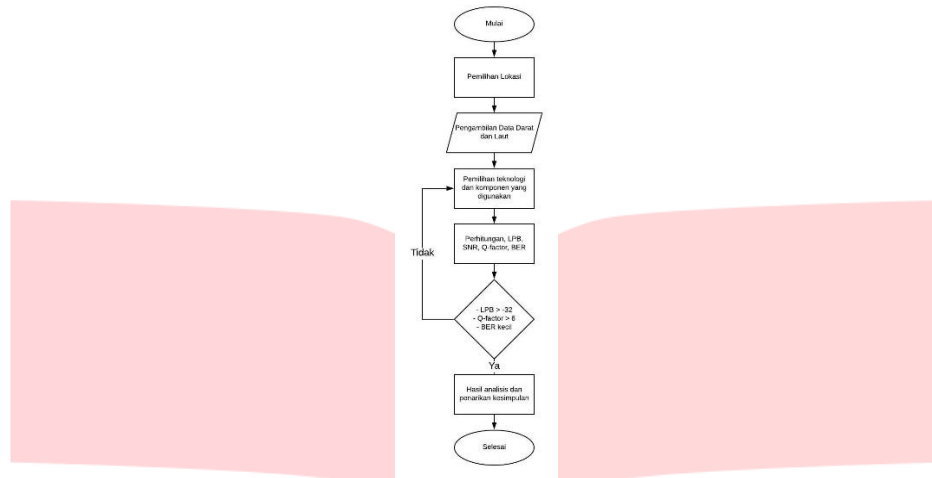
$$tr = \frac{0,35}{BR} \quad (2.10)$$

Untuk sistem dengan menggunakan pengkodean NRZ perhitungan rise time sistem menggunakan persamaan 2.9 sedangkan untuk sistem yang menggunakan pengkodean RZ perhitungan rise time menggunakan persamaan 2.10. Untuk melakukan perhitungan rise time budget dapat menggunakan persamaan

$$[(tTx)^2 + (D \cdot \sigma_\lambda \cdot L)^2 + (tRx)^2]^{\frac{1}{2}} \quad (2.11)$$

3. Perancangan Sistem

3.1 Diagram Sistem



Gambar 1. Diagram Alur Sistem.

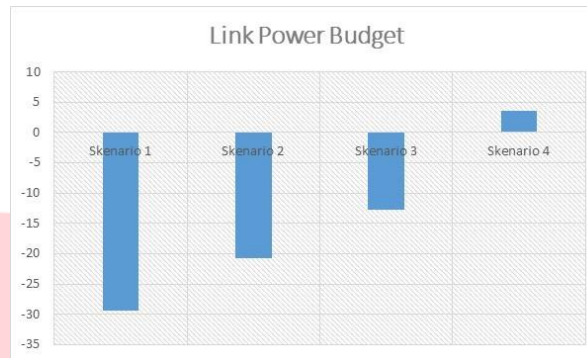
Alur sistem dapat dilihat pada Gambar 3.1 yang dimulai dengan mencari menentukan lokasi dimana akan dilakukan perancangan dengan melihat masalah yang terdapat pada lokasi tersebut. Selanjutnya pengambilan data dari lokasi atau jalur yang akan dilakukan perancangan dari jalur yang sudah existing dan jalur yang akan dilakukan perancangan. Selanjutnya pemilihan teknologi dan apa saja komponenkomponen yang akan digunakan pada jalur perancangan. Selanjutnya perhitungan link power budget, signal noise to ratio, q-factor, sampai bit error rate menggunakan parameter-parameter yang ada pada perangkat yang sudah dipilih. Apabila didapatkan nilai link power budget lebih besa dari -32 dB maka sistem dikatakan layak karena lebih besar dari responsivitas detektor, nilai q-factor minimal 6, dan memiliki nilai bit error rate yang kecil, karena sesuai dengan pengertian dari bit error rate sendiri. Apabila belum didapatkan yang baik maka kembali lagi menentukan teknologi dan komponen apa yang akan digunakan. Selanjutnya dilakukan analisa terhadap hasil yang sudah didapatkan dan perancangan selesai.

3.2 Skenario Perancangan

Ada beberapa skenario yang akan digunakan pada perancangan ini. Dengan mengkombinasikan tipe kabel dengan amplifier yang berbeda. Setiap skenario melewati perhitungan yang sama dengan diawali perhitungan Link Power Budget, Signal Noise to Ratio, Q-factor sampai Bit Error Rate agar dapat dikatakan masuk dalam syarat terjalannya sistem komunikasi. Pada perancangan kali ini akan dikombinasikan tipe kabel G.652, G.655, penguat EDFA, dan Raman. Pemilihan tipe kabel G.652 dan G.655 berdasarkan kabel yang sudah existing yaitu G.652 Universitas Telkom 22 dan kabel yang lebih sering dipakai untuk sekarang ini. Dan pemilihan EDFA dan Raman sebagai penguat berdasarkan penguat EDFA lebih sering dipakai untuk sebuah link optik jarak jauh dan Raman sebagai pembandingnya. Untuk skenario pertama menggunakan kabel tipe G.652 dan penguat EDFA. Skenario kedua masih sama dengan menggunakan tipe kabel G.652 hanya saja menggunakan penguat yang berbeda yaitu Raman. Skenario ketiga sama dengan skenario pertama menggunakan penguat EDFA hanya saja tipe kabel yang digunakan berbeda yaitu menggunakan tipe kabel G.655. Dan skenario terakhir menggunakan tipe kabel G.655 dan menggunakan penguat Raman.

4. Hasil Perancangan dan Analisis

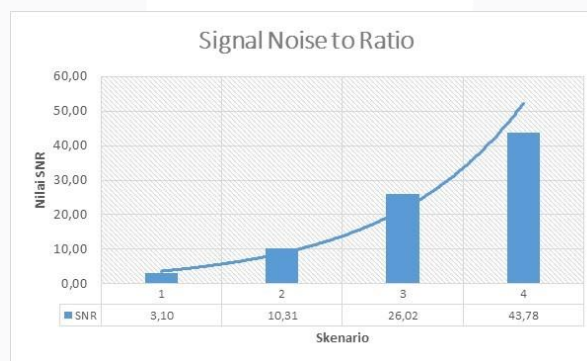
4.1 Link Power Budget



Gambar 2. Nilai *Link Power Budget*.

Gambar 4.1 merupakan nilai daya terima yang ada dalam perancangan ini. Pada skenario 1 daya terima yang dihasilkan pada titik akhir dengan jarak 973,52 kilometer sebesar -29,3320 dBm. Skenario 2 mempunyai nilai daya terima pada titik akhir sebesar -20,7320 dBm. Skenario 3 memiliki nilai daya terima -12,7800 dBm. Dan skenario 4 memiliki nilai paling besar dengan nilai 3,62 dBm. Semua skenario memiliki nilai lebih besar dari nilai sensitivitas detektor -32 dBm. Nilai daya terima yang lebih besar dari nilai sensitivitas detektor dapat dikatakan layak. Nilai besar yang diperoleh pada skenario 2 merupakan modifikasi design perancangan sebenarnya pada skenario tersebut dengan mendekatkan penguat tambahan dengan titik akhir perancangan. Semakin dekat jarak penguat akhir dengan titik akhir semakin besar nilai daya terima yang didapatkan. Penempatan akhir penguat pada sebuah link penguat berperan sebagai pre-amplifier. Nilai daya terima paling besar terdapat pada skenario perancangan 4.

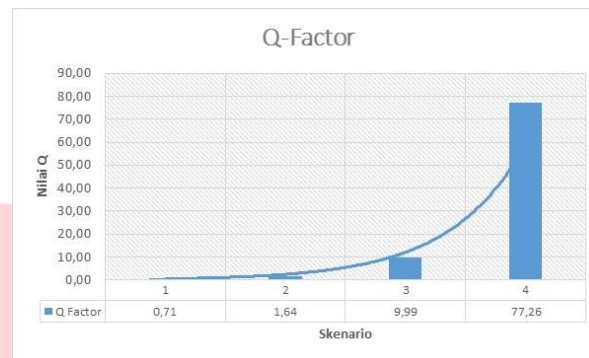
4.2 Signal Noise to Ratio



Gambar 3. Nilai *Signal Noise to Ratio*.

Dapat dilihat Gambar 4.2 nilai SNR masing-masing skenario pada perancangan ini. Pada skenario 1 didapatkan nilai SNR sebesar 3,1 dB dengan daya terima sebesar -29,332 dBm. Pada skenario 2 didapatkan nilai SNR sebesar 10,32 dB dengan daya terima sebesar -10,732 dBm. Pada skenario 3 didapatkan nilai SNR sebesar 26,02 dB dengan nilai daya terima sebesar -12,78 dBm. Dan pada skenario 4 didapatkan nilai SNR sebesar 43,78 dengan nilai daya terima sebesar 3,62 dB. Semakin besar nilai daya terima yang didapatkan semakin besar nilai SNR. Daya terima dan SNR berbanding lurus. Untuk mendapatkan nilai SNR yang besar dalam suatu sistem menggunakan penguat dengan memposisikannya sebagai preamplifier agar mendapatkan nilai daya terima yang besar. Dengan jarak penguat yang dekat dengan titik akhir mengartikan redaman yang dihasilkan tidak besar sehingga menghasilkan nilai daya terima yang besar. Nilai SNR yang besar terdapat pada skenario 4 disebabkan nilai daya terima skenario 4 besar.

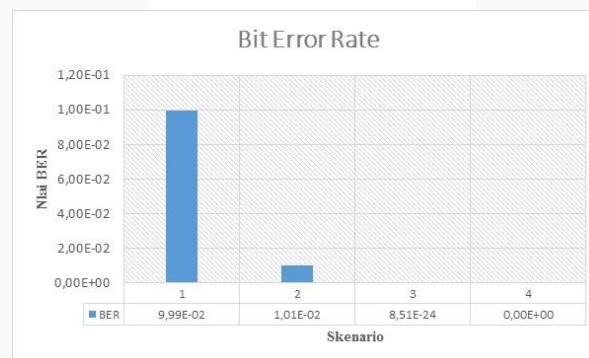
4.3 *Q-factor*



Gambar 4. Nilai *Q-factor*.

Gambar 4.3 memperlihatkan nilai q-factor dari masing-masing skenario berdasarkan perhitungan. Skenario 1 memiliki nilai Q sebesar 0,71. Skenario 2 memiliki nilai Q sebesar 1,64. Skenario 3 memiliki nilai Q sebesar 9,99 dan skenario 4 memiliki nilai Q paling besar dengan nilai 77,26. link power budget, SNR, dan Q memiliki nilai keluaran yang berbanding lurus. Semakin besar nilai daya terima yang didapatkan, semakin besar nilai SNR dan Q yang didapatkan. Meskipun dalam perhitungan link power budget semua skenario dikatakan layak. Q-factor memiliki nilai minimum sendiri dalam menentukan kelayakan sebuah sistem. Nilai minimum Q sebesar 6. Skenario 1 dan 2 masih belum dapat dikatakan layak berdasarkan nilai Q yang diperoleh masih di bawah nilai minimum Q. Dan skenario 3 dan 4 dikatakan layak berdasarkan nilai Q yang diperoleh melewati nilai minimum q-factor.

4.4 *Bit Error Rate*



Gambar 5. Nilai *Bit Error Rate*.

Gambar 4.4 memperlihatkan nilai BER yang mengartikan berapa banyak data yang error dalam sebuah pengiriman data pada masing-masing skenario. Skenario 1 memiliki nilai BER sebesar $9,99 \times 10^{-2}$ yang mengartikan bahwa banyak data yang error dalam sebuah pengiriman data pada skenario tersebut. Skenario 2 memiliki nilai BER sebesar $1,0099 \times 10^{-2}$ hasil ini mengartikan banyak data yang error saat pengiriman data pada skenario tersebut. Skenario 3 memiliki nilai BER yang cukup kecil sebesar $8,5119 \times 10^{-24}$ yang mengartikan sedikit error saat pengiriman data pada skenario tersebut berdasarkan nilai BER yang mendekati 0. Dan skenario 4 memiliki nilai BER sebesar 0. BER memiliki nilai yang berbanding terbalik dengan link power budget, SNR dan Q. Berdasarkan nilai BER yang didapat skenario 3 yang dikatakan layak.

5. Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan pada setiap skenario dapat diambil kesimpulan :

1. Skenario 1 memiliki nilai daya terima $-29,332$ dBm. Skenario 2 memiliki nilai daya terima $-20,732$ dBm, skenario 3 memiliki nilai $-12,78$, dan skenario 4 dengan nilai $3,62$. Semua skenario dikatakan layak berdasarkan nilai sensitivitas detektor.
2. Nilai SNR skenario 1 $3,1$ dB diklasifikasikan sistem yang buruk. Skenario 2 $10,31$ dB diklasifikasikan sistem yang cukup. Skenario 3 $26,02$ dB dan skenario 4 $43,78$ dB diklasifikasikan sebagai sistem bagus sekali. Nilai SNR berbanding lurus dengan nilai daya terima.
3. Perancangan skenario 3 dan 4 dikatakan layak dengan memiliki nilai Q diatas nilai minimum Q. Sebesar $9,99$ untuk skenario 3 dan $77,26$ untuk skenario 4.
4. Skenario dikatakan layak dengan memiliki nilai BER paling kecil sebesar $8,5119 \times 10^{-24}$

Daftar Pustaka:

- [1] A. Maulida, A. T. Lestari, G. Gandaria, N. Nurfitriani, and E. S. Sugesti, "Perancangan sistem komunikasi kabel laut sangatta-towale," *Prosiding SENIATI*, vol. 4, no. 1, pp. 290–295, 2018.
- [2] T. KANEKO, Y. CHIBA, K. KUNIMI, and T. NAKAMURA, "Power feeding equipment for optical submarine cable systems," *NEC Technical Journal*, vol. 5, no. 1, pp. 28–32, 2010.
- [3] B. K. M. Karel, A. Hambali, and M. H. Jauhari, "Perancangan penggunaan penguat optik pada jaringan sistem komunikasi kabel laut (skkl) di jalur sistem indonesia global gateway (igg)," *eProceedings of Engineering*, vol. 5, no. 1, 2018.
- [4] C. DeCusatis, *Fiber Optic Data Communication: Technology Advances and Futures*. Academic press, 2002.
- [5] J. Crisp and B. Elliott, "Serat optik: sebuah pengantar," Jakarta: Erlangga, 2006
- [6] D. W. Faulkner and A. Harmer, *Core Networks and Network Management*. IOS Press, 1999.
- [7] V. Alwayn, *Optical network design and implementation*. Cisco Press, 2004.
- [8] D. R. Smith, *Digital transmission systems*. Springer science & business media, 2012.
- [9] S. Prianggono, A. Hambali, and A. D. Pambudi, "Analisis performansi optical distribution network (odn) ng-pon2 menggunakan teknologi time-andwavelength division multiplexing (twdm)," *eProceedings of Engineering*, vol. 4, no. 3, 2017.