

PERANCANGAN SISTEM KOMUNIKASI KABEL LAUT SANGATTA-TOWALE

Adinda Maulida¹⁾, Ayudya Tri Lestari²⁾, Gandaria³⁾, Nurfitriani⁴⁾, Dr. Ir. Erna Sri Sugesti, M.Sc.⁵⁾

^{1),2),3),4),5)} Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom

Jl. Telekomunikasi No. 01, Terusan Buah Batu, Sukapura, Dayeuh Kolot, Bandung, 40257

Email : adindamaulida@student.telkomuniversity.ac.id

Abstrak. Indonesia adalah negara kepulauan yang mana tiap daerahnya dipisahkan oleh lautan, sehingga di Indonesia diterapkan sistem komunikasi kabel laut (SKKL) untuk menghubungkan antara satu wilayah dengan wilayah lainnya. Sistem komunikasi kabel laut adalah sistem komunikasi yang memiliki jangkauan jarak jauh (mulai dari beberapa kilometer hingga ribuan kilometer) yang rutenya melalui lautan (*underwater*). SKKL dengan serat optik menyediakan komunikasi dengan bit rate tinggi, resisten terhadap gangguan gelombang radio atau noise, aman, serta kapasitasnya yang besar. Pada makalah ini dilakukan perancangan SKKL untuk link Sangatta-Towale, yang menghubungkan pulau Kalimantan dan Sulawesi. Teknologi yang digunakan adalah DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*). Penguat yang digunakan EDFA (*Erbium Doped Fiber Amplifier*) karena sesuai untuk jangkauan jarak jauh. Berdasarkan perhitungan Link Power Budget didapatkan daya terima sebesar -26,74 dBm, rise time budget sebesar 61.096 ps, serta catu daya sebesar 409,284 volt. Pada simulasi didapatkan hasil daya terima sebesar -14.157 dBm.

Kata kunci : SKKL, serat optik, DWDM, EDFA.

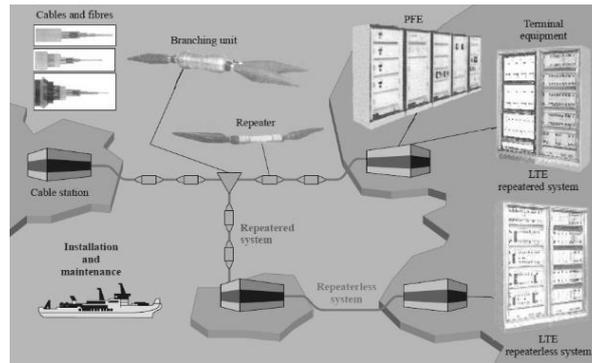
1. Pendahuluan

Kebutuhan masyarakat terhadap layanan komunikasi dan informasi yang cepat semakin meningkat sehingga diperlukan suatu sistem komunikasi yang dapat mengatasi peningkatan kebutuhan ini. Sistem komunikasi kabel optik merupakan sistem transmisi menggunakan media serat optik yang mempunyai kelebihan diantaranya *bit rate* tinggi, resisten terhadap gangguan gelombang radio atau noise, aman, serta kapasitasnya yang besar. Teknologi semakin berkembang sehingga kabel optik juga dapat ditanam di bawah laut untuk menghubungkan komunikasi antar pulau, negara, bahkan benua. Indonesia sendiri merupakan negara kepulauan dimana tiap pulau dipisahkan oleh selat atau lautan sehingga sistem komunikasi kabel laut (SKKL) sangat cocok diterapkan di Indonesia.

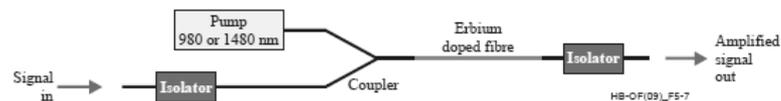
Makalah ini bertujuan untuk melakukan perancangan SKKL untuk link Sangatta - Towale, dimana Kota Sangatta ada di Pulau Kalimantan tepatnya di Provinsi Kalimantan Timur dan Towale merupakan sebuah desa di Provinsi Sulawesi Tengah. Dengan ditambahkannya jaringan transmisi SKKL Sangatta – Towale, mengubah topologi jaringan *backbone* yang sudah ada menjadi topologi ring. Jaringan *backbone* yang sudah ada berupa topologi *point to point*[1]. Link dalam jaringan ini menghubungkan daerah antara lain:

- Banjarmasin – Balikpapan – Samarinda – Bontang – Sangatta (T21 Kalimantan)
- Makassar – Pare-pare – Poso – Parigi (T21 Sulawesi)
- Banjarmasin – Makassar (SKKL S-U-B)

Tujuan dari penggunaan topologi ring ini jika salah satu link yang sudah ada terjadi gangguan, dapat menggunakan link alternatif lain. Teknologi yang digunakan untuk perancangan ini yaitu DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*). Penguat yang digunakan EDFA (*Erbium Doped Fiber Amplifier*) karena sesuai untuk jangkauan jarak jauh.



Gambar 19. Repeatered dan repeaterless kabel laut [2]



Gambar 2. Struktur EDFA [2]

Sistematika dalam perancangan ini dimulai dari mempelajari secara permukaan (*desktop study*) terhadap kondisi wilayah laut di daerah Towale dan Sangatta untuk menentukan *end point* dari titik koordinat masing – masing. Lalu menghitung jarak ukur nya antara STO dengan BMH baik di Sangatta dan di Towale. Perhitungan *link power budget* dan *rise time budget* dihitung setelah menentukan jenis kabel berdasarkan *seabed* yang akan dilewati oleh kabel fiber optik. Kemudian tahap terakhir yaitu melakukan perancangan simulasi menggunakan aplikasi lunak *Optisystem*.

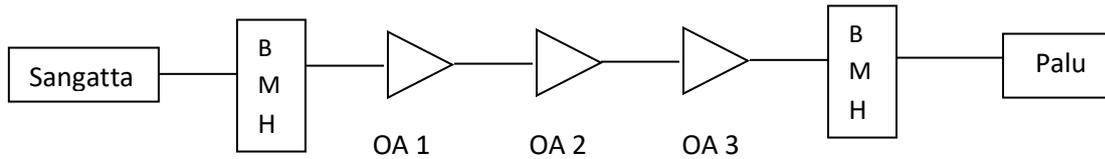
2. Pembahasan

2.1. Sistem Komunikasi Kabel Laut

Sistem *submarine* atau kabel laut optik merupakan sistem yang memiliki jangkauan jarak jauh (rentang kilometer hingga ribuan kilometer) karena melalui lautan (*under water*)[2]. Berdasarkan aplikasinya kabel optik untuk komunikasi kabel laut dibagi menjadi dua, yaitu *repeatered submarine cable* (kabel laut dengan *repeater*) dan *repeaterless submarine cable* (kabel laut tanpa *repeater*)[2] yang ditunjukkan pada Gambar 1. Pada sistem komunikasi kabel laut biasanya menggunakan komponen penguat EDFA (*Erbium Doped Fiber Amplifier*), yaitu *Optical Amplifier* yang bekerja pada panjang gelombang 1550 nm dan memiliki *active medium* berupa serat silika sepanjang 10 meter – 30 meter, diberi sedikit *dopping* unsur *Erbium* (Er)[3]. EDFA cocok digunakan untuk sistem komunikasi kabel laut karena memiliki beberapa keuntungan seperti mempunyai gain besar (~ 50 dB), *high output power* (> 100 mW), *noise figure* yang rendah (~ 4 dB), dan menggunakan power yang rendah untuk *pumping source*-nya[3]. Struktur EDFA dapat dilihat pada Gambar 2.

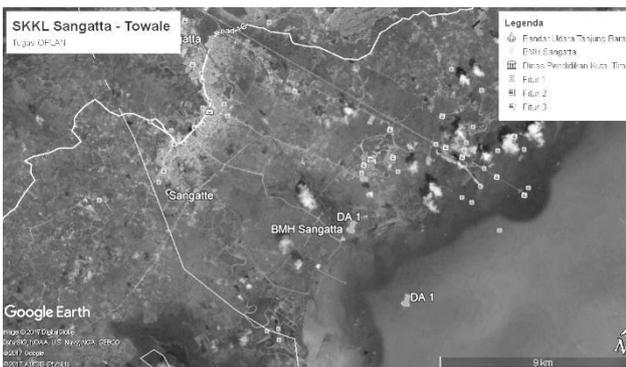
Umumnya, transmisi yang digunakan dalam perancangan SKKL yaitu *Dense Wavelength Division Multiplexing* (DWDM) yang memanfaatkan cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda sebagai kanal informasi, sehingga setelah dilakukan proses *multiplexing* seluruh panjang gelombang tersebut dapat ditransmisikan melalui sebuah serat optik[4]. Teknologi ini memanfaatkan sistem SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*) yang sudah ada (solusi terintegrasi) dengan memultiplekskan sumber sinyal yang ada.

2.2. Penentuan Rute dan Jenis Kabel

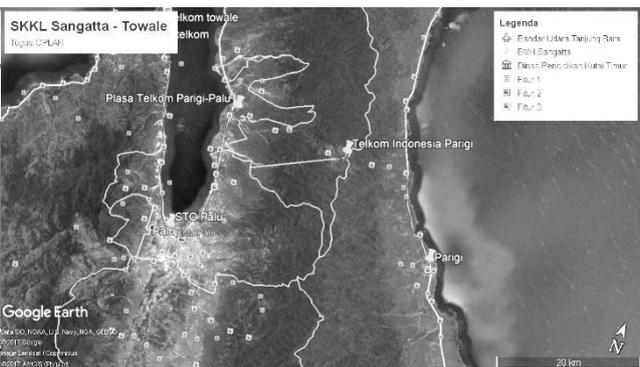


Gambar 20. Skema perancangan sistem SKKL Sangatta - Towale

Pada perancangan SKKL ini rute yang dibuat menghubungkan antara Sulawesi dan Kalimantan. SKKL Sangatta-Towale dirancang membentuk topologi ring, sehingga pada *end point* Towale harus dihubungkan dengan *end point link Point to Point* T21 Sulawesi yang berada di daerah Parigi. Pada Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan posisi BMH di Sangatta dan Towale yang dibuat. Titik koordinat untuk BMH Sangatta yaitu 117° 36' 24.30'' BT 0° 29' 21.47'' LU dan untuk BMH Towale 119° 41' 0.18'' BT 0° 43' 0.26'' LU. Jarak STO dengan BMH di Sangatta sejauh 10.2 km dan untuk jarak BMH Towale dengan STO Palu sejauh 54.26 km.

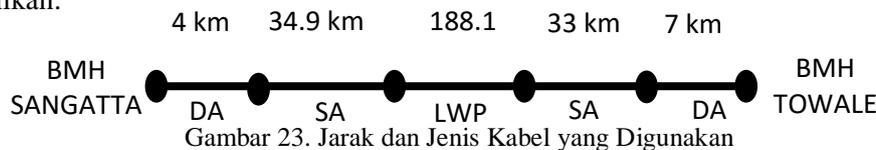


Gambar 21. Koordinat BMH di Sangatta



Gambar 22. Koordinat BMH di Towale

Untuk penentuan jenis kabelnya sendiri berdasarkan kedalaman laut yang akan dilewati kabel optik. Sehingga dihasilkan:



Gambar 23. Jarak dan Jenis Kabel yang Digunakan

Keterangan kabel yang digunakan yaitu DA (*Double Armored*), SA (*Single Armored*), LWP (*Lightweighted Protected Cable*). Berdasarkan Peta Laut, link Sangatta-Towale melewati jalur nusantara. Daerah tepi pantai di BMH Sangatta mempunyai terumbu karang tepi serta daratan di Kota Sangatta merupakan daerah kerja kontraktor di bidang perminyakan. Untuk *seabed* sendiri di tepi pantai titik Sangatta merupakan selut silikan (endapan yang mengeras). Sedangkan laut yang dilewati link ini mengandung lempung sehingga mudah digali.

2.3 Link Power Budget dan Rise Time Budget

Jarak terjauh yang dapat dicapai tanpa penguat:

$$L_{sist} = \frac{P_{TX} - P_{RX} - 2\alpha_c - M_s}{\alpha_f + L_{kabel}} \dots \dots \dots (1)^{[1]}$$

Jarak antar *Optical Amplifier*:

$$L_{OA} = \frac{\alpha + \alpha_s - 2\alpha_c}{\alpha_f + \frac{\alpha}{100 \text{ km}}} \dots \dots \dots (2)^{[1]}$$

Keterangan: α_s = redaman kabel serat optik; α_c = redaman konektor; α_f = redaman *splice*; $\alpha = G - M$

Jumlah penguat yang diperlukan dan daya terima di *receiver* dapat dihitung dengan persamaan di bawah:

$$\text{Jumlah penguat} = \left(\frac{L_{tot}}{L_{OA}} \right) - 1 \dots\dots\dots (3)^{[1]}$$

Redaman dari kabel, *splicing*, konektor perangkat jumlah (redaman total):

$$\alpha_{tot} = L \cdot \alpha_f + N \cdot \alpha_s + n \cdot \alpha_c \dots\dots\dots (4)^{[1]}$$

Daya terima receiver:

$$p_r = p_t + \alpha_{tot} - M + G \dots\dots\dots (5)^{[1]}$$

Rise time budget system untuk standar STM-64 yaitu:

$$t_r = \frac{0.7}{BR} \dots\dots\dots (6)^{[1]}$$

Rise time budget untuk perhitungan SKKL:

$$t_r = [(t_{TX})^2 + (D\sigma_\lambda L)^2 + (t_{RX})^2]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (7)^{[1]}$$

Drop tegangan konfigurasi perangkat OA yang digunakan:

$$V_{dropOA} = \frac{\text{droptegangan}}{OA} \times \text{jumlah OA} \dots\dots\dots (8)^{[1]}$$

Drop tegangan resistansi kabel catu daya OA:

$$\text{Resistansi total kabel} = \text{resistansi} + \text{koefisien resistansi kabel terhadap perubahan suhu} \dots\dots (9)^{[1]}$$

$$V_{dropkabel} = \text{resistansi total kabel} \times \text{panjang kabel} \times \text{arus} \dots\dots\dots (10)^{[1]}$$

Drop tegangan akibat perbedaan potensi tanah antara kedua terminal

$$V_{droptanah} = \text{potensi tanah} \times \text{panjang kabel} \dots\dots\dots (11)^{[1]}$$

$$V_{total} = V_{dropOA} + V_{dropkabel} + V_{droptanah} \dots\dots\dots (12)^{[1]}$$

2.4 Hasil dan Analisis

Berdasarkan persamaan (1-5), dihasilkan nilai L_{sist} sebesar 126.984 km; L_{OA} sebesar 103.762 km; jumlah penguat sebanyak 3 buah; dan daya terima di sisi *receiver* (STO Palu) sebesar -30.74 dBm. Rincian perhitungan daya di sisi receiver dan perhitungan jarak dan komponen yang dibutuhkan ditabelkan pada pada Tabel (1) dan (2).

Tabel 2. Perhitungan Daya di Sisi *Receiver*

Span	Pt (dBm)	α_{tot} (dB)	M (dB)	G (dB)	Pr(dBm)
I	7	3.85	6	0	-2.85
II	-2.85	12.9	6	0	-21.75
III	-21.75	25.4	6	33	-20.15
IV	-20.15	25.4	6	33	-18.55
V	-18.55	11.325	6	33	-2.875
VI	-2.875	17.865	6	0	-26.74

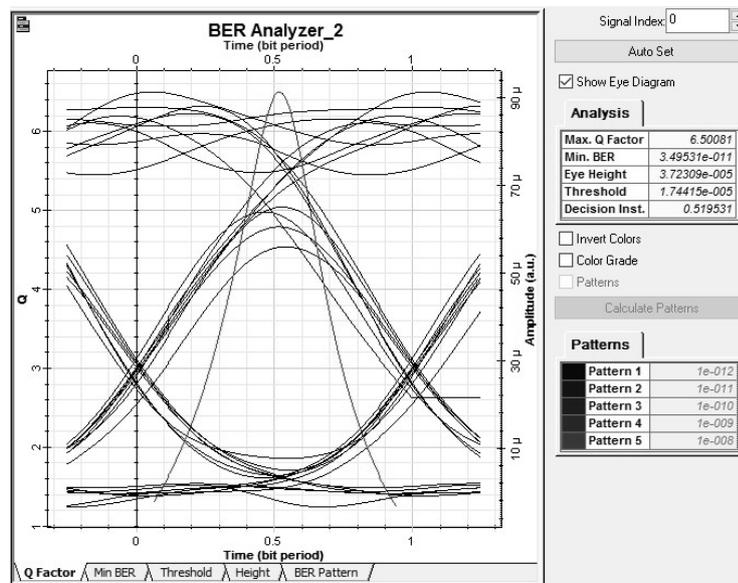
Tabel 3. Perhitungan Jarak dan Komponen yang Dibutuhkan

Span	Link	Jarak/L (km)	Splicer	Konektor	Keterangan
I	STO – BMH Sangatta	10.2	4	1	3 km/roll
II	BMH Sangatta – OA 1	50	2	-	100 km/roll
III	OA1 – OA 2	100	2	-	100 km/roll
IV	OA 2 – OA 3	100	2	-	100 km/roll
V	OA 3 – BMH Towale	43.7	2	-	100 km/roll
VI	BMH Towale – STO Palu	54.26	19	1	3 km/roll

Berdasarkan standar ITU-T G.652D kabel fiber optik yang digunakan memiliki spesifikasi panjang gelombang 1550 nm; redaman kabel 0.2 dB/km; dispersi ≤ 18 ps/nm.km; lebar spektral 0.1 nm; redaman pada masing – masing *connector* sebesar 0.5 dB. Maka nilai *rise time budget system* berdasarkan persamaan (6) sebesar 70 ps dan nilai *rise time budget* perhitungan SKKL berdasarkan persamaan (7) sebesar 61.096 ps dimana nilai ini memenuhi syarat di bawah nilai *rise time budget system*.

Pada SKKL Sangatta-Towale dilakukan pencatuan *Double End Feeding*. Penggunaan metode pencatuan *Double End Feeding* untuk menghindari terjadinya masalah, yaitu dimana salah satu terminal gagal mencatu atau mengalami masalah (*PFE shutdown*, dll) maka sistem akan tetap dicatu oleh catuan terminal lainnya.

Berdasarkan perhitungan dengan persamaan (8-12) diperoleh hasil V_{total} sebesar 341.07 volt. Untuk syarat keamanan tegangan PFE harus diestimasi sebesar 20% dari V_{total} sehingga tegangan yang dibutuhkan dalam sistem adalah 409.284 volt.



Gambar 24. Grafik BER dan Q-Factor Hasil Simulasi di *Optisystem*

Untuk simulasi perancangan optik SKKL Sangatta – Towale ini menggunakan aplikasi lunak *Optisystem*. Jarak dan spesifikasi dari komponen yang dibutuhkan perancangan pada *Optisystem* disesuaikan dengan Tabel 2. Pada *Optisystem*, nilai *gain* yang digunakan sebesar 20 dB, berbeda dengan nilai *gain* pada perhitungan yaitu sebesar 33 dB. Hal ini dikarenakan pada *Optisystem* untuk penggunaan nilai *gain* maksimum EDFA sebesar 20 dB.

Hasil simulasi perancangan terhadap daya terima (P_r) pada setiap span disajikan pada Tabel 3. Sedangkan untuk grafik BER dan Q-Factor ditampilkan pada Gambar 6. dengan nilai BER sebesar 3.495×10^{-11} , Q-factor sebesar 6.5 dan SNR sebesar 41.685. Ketiga hasil parameter tersebut telah mencapai syarat nilai minimum untuk perancangan jaringan optik yang layak digelar.

Tabel 4. Hasil Simulasi Terhadap Daya Terima Pada Simulasi di *Optisystem*.

Span	Link	P_r (dBm)
I	STO – BMH Sangatta	10.256
II	BMH Sangatta – OA 1	-3.144
III	OA 1 – OA 2	-8.509
IV	OA 2 – OA 3	-8.785
V	OA 3 – BMH Towale	-4.75
VI	BMH Towale – STO Palu	-14.157

3. Simpulan

1. Link Sangatta – Towale dibangun guna memenuhi topologi ring antara Kalimantan dan Sulawesi.
2. Penggunaan STM-64 dengan kapasitas kanal berlebih untuk mengantisipasi lonjakan kanal di masa mendatang.
3. Dalam perancangan ini membutuhkan 3 buah EDFA dengan spesifikasi *gain* 33 dB pada perhitungan, namun pada *Optisystem* nilai *gain* yang digunakan sebesar 20 dB. Tegangan catu daya total sistem yang digunakan sebesar 409,284 volt dimana pada terminal Sangatta sebesar +204,642 volt dan terminal Towale sebesar -204,642 volt karena menggunakan teknik pencatuan *Double End Feeding*.
4. Penggunaan nilai *gain* 20 dB pada simulasi yang berbeda dengan penggunaan *gain* pada perhitungan (33 dB) tidak berpengaruh besar terhadap sensitivitas sistem yang dicapai. Dengan menggunakan *gain* 20 dB, sensitivitas sistem masih berada pada rentang kelayakan minimum PIN detektor di sisi penerima yaitu sebesar -32 dBm (13 – 32 dBm).
5. Dari hasil perhitungan *link power budget* dan *rise time budget*, perancangan ini telah memenuhi persyaratan level daya terima dan laju bit minimum yang diperlukan. Dari hasil simulasi, parameter kualitas jaringan berupa BER, SNR dan *Q-Factor* telah memenuhi syarat minimum sehingga perancangan SKKL Sangatta – Towale ini bisa dikatakan layak.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu kami dalam menyelesaikan makalah ini.

Daftar Pustaka

- [1]. Kurniawan, Dody. 2007. *Perancangan Sistem Komunikasi Kabel Laut Link Sangatta (Kalimantan) – Towale (Sulawesi)*. Universitas Telkom.
- [2]. ITU-T. 2009. *Handbook: Optical Fibres, Cables, and System*.
- [3]. Sunarto. 2005. *Pengenalan Optical Amplifier Di Dalam Sistem Komunikasi Optik*.
- [4]. Andika, Gilang, Cahya, Hendra, Hamzah, Kamal, Kusuma, Toha. 2006. *Teknologi WDM Pada Serat Optik*. Universitas Indonesia.