

Jurnal Ilmiah

ENERGI & KELISTRIKAN



SEKOLAH TINGGI TEKNIK - PLN

INTERFERENSI JARINGAN SENSOR NIKABEL DENGAN JARINGAN WIFI
Hendrianto Husada

PENGARUH POLA OPERASI LOAD LIMIT DAN FREE GOVERNOR TERHADAP KINERJA TURBIN GAS PLTGU MUARAKARANG
Erlina; Oki Aditya

PERANCANGAN DAN SIMULASI SISTEM OFFGRID PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) UNTUK TOWER BTS 1500 WATT.
Kukuh Aris Santoso

PROSES LISTRIK DALAM TUBUH MANUSIA
Isworo Pujotomo

OPTIMASI PRODUKSI ENERGI SURYA DARI DESAIN PEMBANGKIT TENAGA SURYA DI ATAP STT-PLN
Retno Aita Diantari

MENGATASI RUGI-RUGI EKSTERNAL DALAM PERENCANAAN TRANSMISI KABEL BAWAH LAUT
Tri Joko Pramono

ANALISA DCS (DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM) PADA PROSES POLIMERISASI
Syarif Hidayat; Irsyadi Akbar Jay

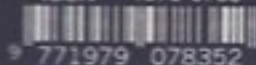
GANGGUAN PADA GARDU DISTRIBUSI TIPE PORTAL
Novi Gusti Pahiyanti; Nurmiati Pasra

RANCANGAN SISTEM KEAMANAN LOKER PADA ALAT PENGISI BATERAI GADGET UNTUK FASILITAS UMUM: E-LOCKER
Tasdik Darmana; Jumiaty; Titi Ratnasari

KAJIAN KELAYAKAN RELE DIFERENSIAL TRANSFORMATOR MICOM P645 MENGGUNAKAN RTDS
Christine Widyastuti

KINERJA RELAY JARAK DI TRANSMISI BERDASARKAN PENGARUH STATCOM
Sigit Sukmajati

ISSN 1979-0783



771979 078352

SEKOLAH TINGGI TEKNIK - PLN (STT-PLN)

ENERGI & KELISTRIKAN

VOL. 8

NO. 1

HAL. 1 - 65

JANUARI - MEI 2016

ISSN 1979-0783

MENGATASI RUGI-RUGI EKSTERNAL DALAM PERENCANAAN TRANSMISI KABEL BAWAH LAUT

Tri Joko Pramono

Trijoko_pramono@yahoo.co.id

Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknik PLN

ABSTRACT

To go to JDPT, improving the capability and reliability of the systems associated therewith, both switching system or transmission media becomes very important. One of the transmission medium that supports JDPT is a submarine cable which is better known fiber cable optick. Fiber optic cable is suitable for transmission of digital and analog, has a damping small and wide bandwidth, flexible to increase channel capacity and have a diameter or size is small and the way the installation is also not much diiferent from the usual multipair cable. The use of fiber optics is increasingly widespread, so some efforts to reduce losses arising from the installation of fiber optic cables is still being done to improve the quality of fiber optic transmission .

Keywords : JDPT, digital transmission, fiber optics

ABSTRAK

Untuk menuju ke JDPT, peningkatan kemampuan dan keandalan sistem-sistem yang terkait di dalamnya, baik *system switching*nya maupun media transmisi menjadi sangat penting. Salah satu media transmisi yang mendukung JDPT adalah kabel bawah laut yang lebih dikenal kabel serat optik. Kabel serat optik ini sangat cocok untuk transmisi digital maupun analog, memiliki redaman kecil dan *bandwidth* lebar, fleksibel terhadap penambahan kapasitas saluran serta mempunyai diameter atau ukuran yang kecil dan cara pemasangannya pun tak jauh berbeda dengan multipair kabel biasa. Penggunaan serat optik kini semakin luas, karena itu beberapa upaya untuk menekan rugi – rugi yang timbul akibat pemasangan kabel serat optik tetap dilakukan untuk meningkatkan kualitas transmisi serat optik.

Kata kunci: JDPT, transmisi digital, serat optik

1. PENDAHULUAN

Perkembangan dan kemajuan teknologi dewasa ini secara tidak langsung menyebabkan peningkatan kebutuhan akan jasa telekomunikasi yang mengakibatkan juga peningkatan kepadatan lalu lintas pertukaran informasi. Beberapa masalah yang timbul akibat kepadatan lalu lintas informasi ini merupakan tantangan yang harus dihadapi, untuk mengatasi hal ini salah satu alternatif pemecahannya adalah penggunaan serat optik sebagai media transmisi.

Dengan berkembangnya teknologi telekomunikasi yang demikian pesatnya, kebutuhan akan sarana telekomunikasi baik kuantitas, jenis maupun kualitas juga semakin meningkat. Sampai saat ini teknologi analog masih banyak digunakan dalam jaringan telekomunikasi di Indonesia teknologi analog tersebut akan diimigrasikan ke teknologi digital untuk menuju terwujudnya Jaringan Digital Pelayanan Terpadu (JDPT).

Salah satu media transmisi yang mendukung JDPT adalah kabel serat optik. Namun demikian serat optik tetap mempunyai beberapa kelemahan sehingga kabel serat optik tersebut dipasang dalam suatu jaringan terlebih dahulu harus diketahui beberapa hal dapat mengurangi keandalan sistem tersebut, sehingga dalam pemasangannya dapat diambil langkah-langkah yang tepat dan efisien.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemasangan kabel serat optik adalah masalah

transmission loss (kerugian transmisi) yang mungkin terjadi disepanjang serat.

2. KAJIAN LITERATUR

2.1. Rugi-Rugi Eksternal Kabel Serat Optik

2.1.1. Daya Tekan Tarik Mekanis

Karakteristik fisik serat sangat lemah baik lemah terhadap tekanan maupun lemah terhadap perubahan permukaan terutama disebabkan pada saat pemasangan kabel. Adanya tekanan/tarikan ataupun perubahan permukaan akan mengakibatkan kerusakan pada permukaan selubung atau menyebabkan terganggunya penalaran cahaya.

2.1.2. Radiasi Akibat Bengkokan

Kerugian ini terjadi jika serat optik mengalami suatu pembengkokan dengan radius tertentu. Pembengkokan ini dapat dibedakan menjadi pembengkokan makroskopis dan pembengkokan mikroskopis. Pembengkokan makroskopis terjadi bila radius bengkokannya relatif besar dibandingkan dengan diameter serat, rugi-rugi yang ditimbulkan kecil, sedangkan pembengkokan mikroskopis terjadi jika bengkokan yang sangat kecil terjadi secara acak disepanjang lintasan serat. Kerugian ini cukup besar jika dibanding dengan kerugian makroskopis. Sebagai gambaran, bila terjadi bengkokan mikroskopis sebesar 100 benjolan per kilometer yang masing-masing benjolan tingginya 2,5 mikrometer akan memberikan redaman sebesar 64 dB/Km.

Bengkokan mikroskopis dapat timbul dari penggunaan plastik pembungkus pelindung serat yang tidak seimbang dari mengkerusnya bahan didalam kabel karena perbedaan panas atau tekanan dari luar. Radiasi akibat pembengkokan banyak terjadi pada proses penyambungan kabel. Rugi-rugi bengkokan ini terjadi saat sinar melalui serat optik yang dilengkungkan dimana sudut datang sinar lebih kecil daripada sudut kritis sehingga sinar tidak dipantulkan sempurna tetapi dibiaskan keluar. Untuk mengurangi rugi-rugi ini diusahakan harga numerik apertur (NA) dibuat besar.

2.1.3. Rugi-rugi Penyambungan

a. Rugi-rugi Pengkopelan

Rugi-rugi ini terjadi ketika dilakukan pengkopelan antara serat dengan sumbu optik. Kerugian ini dikarenakan tidak seluruh gelombang cahaya dari sumber optik dapat diterima oleh serat atau tidak seluruh gelombang cahaya dari serat diterima oleh detektor optik.

Kwalitas pengkopelan dinyatakan sebagai efisiensi pengkopelan, yaitu perbandingan antar daya yang dipancarkan (p_i) sumber daya yang diterima (p_o) oleh serat optik.

$$\eta = (p_o / p_i) \times 100 \% \quad (1)$$

dimana :

- η = efisiensi pengkopelan
- p_o = daya yang diterima oleh serat
- p_i = daya yang dipancarkan sumber optik

b. Rugi-rugi Sambungan

Rugi-rugi sambungan adalah rugi-rugi akibat penyambungan serat dengan optik. Pada rugi-rugi penyambungan ini relatif tidak bisa dikendalikan yang mungkin untuk dikendalikan pada proses penyambungan adalah besarnya *loss* maksimum yang diper-bolehkan untuk setiap sambungan karena pada sistem serat optik sama juga dengan jenis kabel lainnya menggunakan konektor-konektor dan sambungan-sambungan atau splicing untuk penyambungan serat atau sama lainnya, maka disini diperlukan adanya suatu anggaran *link* yang sering disebut dengan *link budget*.

Link budget merupakan suatu anggaran link yang harus kita perhitungkan sebelum mendisain suatu link fiber optik. Dengan *link budget* kita dapat melakukan anggaran dengan 2 cara yaitu dengan *power budget* dan *bandwidth budget*, tetapi di pembahasan ini hanya dipakai *power budgetnya* saja. Anggaran yang diperlukan di dalam *power budget* adalah sebagai berikut :

- Daya *output* transmitter ke fiber (PT) (dBw/dBm)
- Sensitivitas *receiver* (daya input minimum) (PR) (dBw/dBm)
- Redaman fiber per unit *link* (AL) (dB/km).
- Rugi-rugi komponen dan conector
- Act = Ac + Asp
- Ac = n x 10 log Ic
- Asp = m x 10 log lsp
- Margin *link* (M) (dB)

Gambar 2.1. adalah dasar suatu *link fiber* optik yang terkait dengan elemen-elemen di atas. Pada gambar 2.1. supaya daya optik yang diterima itu

baik pada photo detektor tergantung pada daya pancar serta *loss* yang terjadi pada *fiber connector* ataupun *loss* pada *splicenya*. Sedangkan untukantisipasi adanya daya dari *performance* dan adanya fluktuasi temperatur dan *loss* komponen tambahan maka disediakan margin *loss* pada *link fiber* optik tersebut. maka diperoleh rumus untuk daya input minimum sebagai berikut :

$$PR = PT - AL.L - AC - M \text{ (dBw/dBm)} \quad (2)$$

Sedangkan untuk link margin (M) sebagai berikut :

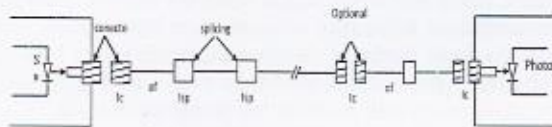
$$M = PT - AL.L - AC - PR \text{ (dBw/dBm)} \quad (3)$$

dimana :

L = Panjang kabel fiber optik

Pada anggaran *link* di atas bahwa untuk *loss connector* mempunyai *loss* sekitar 1–2 dB dan untuk *loss splicenya* sekitar 0,2 dB per satu kali sambungan sedangkan untuk margin *lossnya* diberikan sekitar 6–8 dB.

Dengan demikian bahwa rugi-rugi yang paling mungkin terkendali adalah rugi-rugi sambungan karena kita bisa memprediksikan berapa kali sambungan dan berapa lamanya sambungan itu bisa bertahan dengan memperhitungkan *loss splicing* yang telah dibatasi dan link margin yang disediakan.



Gambar 2.1. Link Fiber Optik

3. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang dilakukan dengan melakukan perhitungan dan kemudian hasil perhitungan dianalisa untuk perancangan transmisi kabel serat optik. Perhitungan dilakukan untuk mendapatkan beberapa upaya mengatasi rugi-rugi *link* serat optik diantaranya perlindungan mekanis, cara pemasangan kabel.

3.1. Upaya Mengatasi Rugi-Rugi Link Fiber Optik

3.1.1. Perlindungan Mekanis

Mengingat sifat serat yang lemah, dalam pemakaiannya perlu adanya perlindungan yang baik terhadap pengaruh dari luar, khususnya pengaruh mekanis akibat pemasangan. Kekuatan serat optik sebenarnya terletak pada konstruksi dan bahan perlindungan oleh karena itu serat optik dibentuk dalam kabel agar memiliki sifat-sifat mekanis yang mampu menahan kerugian-kerugian yang ditimbulkan. Unsur-unsur penguat serat optik pada dasarnya terdiri dari dua bagian yaitu pembungkus kabel dan penahan kabel.

a. Pembungkus kabel

Pembungkus kabel berfungsi untuk melindungi serat terhadap pengaruh dari luar untuk melindungi serat, pembungkus serat harus terdiri dari beberapa lapisan. Lapisan terluar harus dapat melindungi kabel dari pengaruh kondisi lingkungan seperti uap air, goresan. Lapisan sebelah dalam selain berfungsi sebagai sarung dari serat optik juga

harus mampu melindungi serat dari kemungkinan terjadinya pembengkokan mikro ataupun pengaruh korosi tekanan, yaitu melebarinya retak-retak indeks bias lebih kecil dan berdiameter 125–100 lembaban yang meresap ke dalam retak-retak yang ditemui.

Dalam aplikasi tertentu, kadang-kadang diperlukan pula suatu lapisan untuk mencegah kelembaban dan menjaga kestabilan temperatur dalam serat. Untuk memenuhi kriteria. Kriteria tersebut sebagai pelapis terluar digunakan PVC, *Polyurethane*, polyurethane sedangkan lapisan sebelah dalam bisa digunakan dari bahan plastik atau polymer.

b. Penguat kabel

Satu sifat mekanis yang penting pada kabel serat optik adalah pembebanan maksimum yang diizinkan untuk menaikan faktor ini, dalam struktur kabelnya diberikan suatu benang penguat pembebanan yang terjadi terutama karena pengaruh gaya torsi, tegangan, lenturan ataupun karena tekanan umumnya saat pemasangan.

3.1.2. Pemasangan Kabel

Sistem pemasangan kabel serat optik tidak jauh berbeda dengan pemasangan kabel tembaga biasa, namun demikian ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu : bengkakan yang diizinkan, tekanan yang diizinkan dan penarikan kabel.

a. Bengkokan yang diizinkan

Untuk menghindari kemungkinan terjadinya banding loss, bengkakan pada pemasangan kabel serat optik mempunyai batasan-batasan tertentu sebagaimana terlihat pada tabel 3.1 berikut :

Tabel – 3.1 Bengkokan yang diizinkan

| Kegiatan | Jari-jari bengkakan minimum |
|-------------------|-----------------------------|
| Selama Pemasangan | 20 diameter kabel |
| Permanen | 10 diameter kabel |
| Bengkokan serat | 40 mm |

b. Tekanan yang diizinkan

Tekanan yang diizinkan pada kabel serat optik tergantung pada kekuatan dari sistem penguat kabelnya, penentuan besar kecilnya daya tarik bergantung pada kekuatan dari sistim penguat kabel. Daya tarik selama instalasi yang diperbolehkan sekitar 285 kg dengan kecepatan daya tarik 15 m permenit, namun demikian bergantung pula pada jenis penguat kabelnya biasanya untuk kepentingan ini daya tekan atau daya tarik yang diperbolehkan adalah ½ dari kekuatan atau ketentuan maksimum penguat kabel. Karena itu untuk jenis kabel yang berbeda kekuatan tekan atau kekuatan tarik yang diizinkan juga berbeda, namun demikian secara garis besar dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$T_a = A \times E \quad (4)$$

$$TP = W \times L \times U \quad (5)$$

dimana :

T_a = Tekan atau tarikan yang diizinkan

A = Penampang penguat kabel (mm)

E = Koefisien young (2×10^4 kg/mm

untuk baja)

Esongasi yang diizinkan untuk serat optik sebesar 0,2 %

TP = Daya tekan

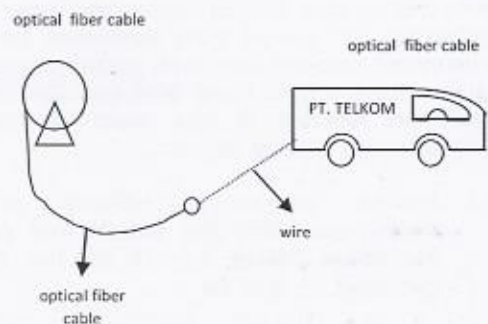
W = Berat kabel (kg/m)

L = Panjang kabel (m)

c. Penarikan kabel

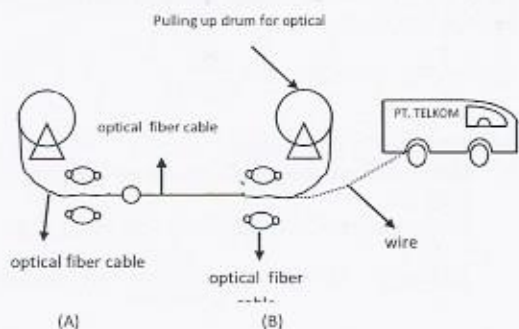
Untuk penarikan kabel, dimana besar kecilnya daya tarik yang digunakan tergantung pada panjang kabel yang ditarik dan daya tekan atau daya tarik yang diizinkan. Sistem penarikan kabel dewasa ini telah berkembang sesuai dengan tuntutan pemakaian yang diinginkan mesin penarik kabel banyak dipakai untuk penarikan kabel dalam *duct*. Ada beberapa metode yang digunakan untuk penarikan dalam *duct*, yaitu :

- Sistem penarikan satu ujung
Pada sistem ini hanya membutuhkan satu truk penarik kabel.



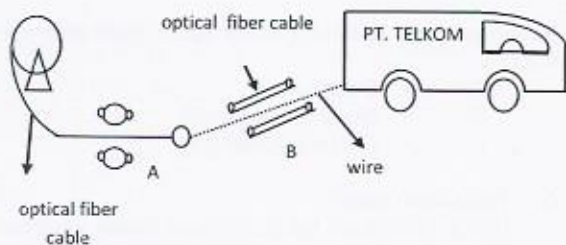
Gambar 3.1. Sistem penarikan satu ujung

- Sistem penarikan lanjutan
Dalam metode ini kabel serat optik selain ditarik dengan truck penarik, juga dibantu dengan mesin penarik lanjutan (*winch*).



Gambar 3.2. Sistem penarikan lanjutan

- Sistem penarikan berbagi
Sistem ini merupakan perbaikan dari sistem penarikan atau ujung, dimana untuk meringankan penarikan digunakan dua atau lebih mesin penarik kabel. Ini digunakan untuk penarikan kabel yang sangat panjang.



Gambar 3.3. Sistem penarikan berbagi

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Sambungan Kabel

Pada sub bab sebelumnya bahwa dalam upaya untuk mengatasi rugi-rugi eksternal salah satu caranya adalah dengan perlindungan mekanis dan pemasangan kabel yang benar-benar harus diperhatikan dengan baik. Selain hal di atas bahwa sambungan kabel yang diperbolehkan juga harus diperhitungkan yaitu dengan memperhitungkan *loss splicing* dan *link margin* yang disediakan karena dalam sistem transmisi serat optik jumlah gangguan terputusnya kabel optik relatif tidak bisa diprediksi, dengan hal tersebut di atas maka kita dapat menganalisanya sebagai berikut :

4.1.1. Analisa banyaknya *splicing* untuk sambungan kabel jika margin link yang disediakan adalah 5 – 10 dB dan *loss splicing* 0,1 – 0,25 dB

Untuk melakukan penyambungan akibat kabel putus diperlukan 2 *splicing*, yang memiliki nilai redaman persplice sebesar 0,2 dB dan untuk 2 *splice* memiliki redaman sebesar 0,4 dB. Maka untuk mengetahui banyaknya sambungan yang diperbolehkan dengan margin *link* yang disediakan dalam analisa ini yaitu 5–10 dB, maka sambungan yang diperbolehkan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{banyaknya sambungan} = \frac{\text{link}}{2 \times \text{loss}} \quad (6)$$

Sebagai contoh perhitungan :

a. Untuk *link margin* 5 dB dan *loss splicing* 0.1 – 0,25 dB

Banyaknya *splicing* dari *loss splicing* 0.2 dB :

$$\text{banyaknya sambungan} = \frac{5\text{dB}}{2 \times 0,2\text{dB}} = 12 \text{ sambungan}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.1. berikut ini.

Tabel 4.1. Splicing dengan link margin 5 – 10 dB dan *loss splicing* dari 0,1 – 0,25 dB

| Link margin (dB) | Loss splicing (dB) | Banyaknya sambungan |
|------------------|--------------------|---------------------|
| 5 | 0,1 | 25 |
| | 0.15 | 16 |
| | 0.2 | 12 |
| | 0.25 | 10 |
| 6 | 0,1 | 30 |
| | 0.15 | 20 |

| | | |
|----|------|----|
| 7 | 0.2 | 15 |
| | 0.25 | 12 |
| | 0,1 | 35 |
| | 0.15 | 23 |
| | 0.2 | 17 |
| 8 | 0.25 | 14 |
| | 0,1 | 40 |
| | 0.15 | 26 |
| | 0.2 | 20 |
| 9 | 0.25 | 16 |
| | 0,1 | 45 |
| | 0.15 | 30 |
| | 0.2 | 22 |
| 10 | 0.25 | 18 |
| | 0,1 | 50 |
| | 0.15 | 33 |
| | 0.2 | 25 |
| | 0.25 | 20 |

Tabel 4.1 di atas hanya untuk melihat berapa jumlah *splicing* maksimum yang bisa dilakukan bila disediakan suatu *link margin*. Semakin besar *link margin* semakin baik, karena dengan jumlah margin yang lebih besar maka walaupun gangguan yang terjadi cukup banyak sehingga harus melakukan sambungan yang cukup banyak, relatif tidak ada berpengaruh terhadap performansi *link* dan daya yang diterima di *receiver*.

4.1.2. Analisa link margin terhadap banyaknya jumlah gangguan yang terjadi

Apabila *link* Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKSO) mengalami suatu gangguan yang disebabkan oleh kesalahan manusia dan gangguan maka disini sangat diperlukan *link margin* yaitu untuk mengantisipasi fluktuasi temperatur dan *loss* komponen tambahan untuk masa mendatang. Untuk itu perlu sekali memperhitungkan jumlah gangguan yang terjadi untuk menentukan berapa besar *link margin* yang diperlukan agar perencanaannya baik, dan untuk menentukan jumlah gangguan dapat dilihat pada data gangguan terputusnya kabel SKSO di area Jakarta sebagai berikut :

Tabel 4.2. Data gangguan *link* SKSO selama satu tahun

| No | Link | Frekuensi Terputus |
|----|---------------------|--------------------|
| 1. | SMG2 – GBR | 3 |
| 2. | JKT – BOO | 3 |
| 3. | CLG – CWN | 1 |
| 4. | SMG2 – SPU CIBINONG | 1 |
| 5. | JKT – CK | 1 |
| 6. | BOO – CBD | 2 |
| 7. | KW – CKP | 2 |
| 8. | BOO – SDL | 1 |

Jadi rata-rata frekuensi terputusnya sambungan gangguan yang terjadi pada *link* SKSO adalah dua kali, tetapi ada juga yang lebih dari dua kali. Maka bila kita lihat dari data di atas banyaknya gangguan dengan *link margin* yang disediakan kita

bisa mengetahui berapa lama sambungan (*splicing*) itu bisa bertahan dan kita bisa memperhitungkannya.

Dari tabel *splicing* di atas diketahui hubungan *link margin* dengan jumlah sambungan, dan dari pembahasan sebelumnya *link margin* yang diberikan adalah 5–10 dB dan *loss splicing* 0,2 dB. Dengan demikian dapat diperhitungkan umur *link* fiber optik tersebut dengan membandingkan banyaknya sambungan yang diperbolehkan dan rata-rata jumlah gangguan. Sebagai contoh perhitungan untuk berapa lamanya umur sambungan itu bertahan adalah sebagai berikut :

Diketahui dari data di atas untuk *link margin* yang disediakan adalah 5 dB dan *loss splicing* 0,2 dB sedangkan untuk sambungan yang diperbolehkan 12 sambungan, sementara tiap tahun ada 2 gangguan kabel putus (2 sambungan) maka,

$$\text{umur sambungan} = \frac{S}{P} \quad (7)$$

Dimana :

S = Banyaknya sambungan yang diperbolehkan

P = Jumlah rata-rata gangguan ka-bel putus

Maka,

$$\text{umur sambungan} = \frac{12}{2\text{kalo}} = 6 \text{ tahun}$$

Dari data yang diperoleh maka selanjutnya dapat dibuat tabel 4.3. umur sambungan dapat dibuat sebagai berikut:

Tabel 4.3. Umur sambungan bisa bertahan bila gangguan rata-rata 2 kali dalam setahun

| Link margin (dB) | Loss splicing (dB) | Banyaknya splicing | Umur splicing (tahun) |
|------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| 5 | 0,1 | 25 | 12.5 |
| | 0.15 | 16 | 8 |
| | 0.2 | 12 | 6 |
| | 0.25 | 10 | 5 |
| 6 | 0,1 | 30 | 15 |
| | 0.15 | 20 | 10 |
| | 0.2 | 15 | 7.5 |
| 7 | 0.25 | 12 | 6 |
| | 0,1 | 35 | 17.5 |
| | 0.15 | 23 | 11.5 |
| | 0.2 | 17 | 8.5 |
| | 0.25 | 14 | 7 |

| | | | |
|----|------|----|------|
| 8 | 0,1 | 40 | 20 |
| | 0.15 | 26 | 13 |
| | 0.2 | 20 | 10 |
| | 0.25 | 16 | 8 |
| 9 | 0,1 | 45 | 22.5 |
| | 0.15 | 30 | 15 |
| | 0.2 | 22 | 11 |
| | 0.25 | 18 | 9 |
| 10 | 0,1 | 50 | 25 |
| | 0.15 | 33 | 16.5 |
| | 0.2 | 25 | 12.5 |
| | 0.25 | 20 | 10 |

5. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan dan diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dalam pemasangan kabel serat optik akan timbul rugi-rugi eksternal akibat pemasangan kabel, karena itu perlu adanya upaya untuk menekan rugi-rugi yang mungkin terjadi.
2. Dalam sistem transmisi serat optik jumlah gangguan terputusnya kabel optik relatif tidak bisa diprediksi sehingga perlu merencanakan *link margin* yang cukup untuk mengganti-sipasi banyaknya sambungan.
3. Dengan *loss splicing* maksimum yang diperbolehkan sebesar 0,2 dB maka *link margin* sebesar 5 dB masih layak digunakan dalam perencanaan *link fiber optic* dan diperkirakan mampu mengatasi degradasi sistem selama 6 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

1. Charles K. Kao, *Optical Fiber System*, 1967, Technology, Design, and Applications.
2. Suhana, Ir. 1997, "Pegangan Teknik Telekomunikasi", Pradnya Paramita, Jakarta.
3. Lily Wibisono, 1993, "Serat Optik : Pemandu Cahaya, Penguasa Dunia", Intisari, No. 355 XXX
4. William Stallings, 2001, *Komunikasi Data dan Komputer*, Penerbit Salemba Teknika, Edisi I
5. Anonim, 2000, Data Gangguan Link SKSO UPNW Jakarta yang diperoleh dari PT. TELKOM.