

P-49

**RANCANG BANGUN TRAINER PENGUKURAN DAN  
PENYAMBUNGAN FIBER OPTIC DI LABORATORIUM KOMUNIKASI  
BERGERAK POLITEKNIK NEGERI BALIKPAPAN**

**DESIGN AND CONSTRUCTION OF FIBER OPTIC MEASUREMENT AND  
CONNECTION TRAINER IN MOBILE COMMUNICATION LABORATORY  
OF POLITEKNIK NEGERI BALIKPAPAN**

**Khorin Alvaribi<sup>1</sup>, Maria Ulfah<sup>2\*</sup>, Nurwahidah Jamal<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Balikpapan

\*E-mail : maria.ulfah@poltekba.ac.id

|                     |                       |                      |
|---------------------|-----------------------|----------------------|
| Diterima 30-10-2021 | Diperbaiki 26-10-2021 | Disetujui 26-10-2021 |
|---------------------|-----------------------|----------------------|

**ABSTRAK**

Masih kurangnya trainer pengukuran dan penyambungan fiber optic untuk perkuliahan praktikum perancangan jaringan kabel fiber optic di Politeknik Negeri Balikpapan membuat mahasiswa terpaksa bergiliran dan bergantian yang membutuhkan waktu praktikum lebih lama. Sehingga diperlukan penambahan trainer pengukuran dan penyambungan FO, selain itu trainer yang akan dirancang ini lebih praktis dalam hal penggunaannya. Fiber optic adalah salah satu media transmisi yang dapat menyalurkan informasi berkapasitas besar mencapai 1 Ghz dengan keandalan yang tinggi. Pada awal penggunaannya, fiber optic dimanfaatkan sebagai sarana transmisi jarak jauh. Dengan kecepatan transmisi yang sangat tinggi mencapai beberapa gigabits per second, fiber optic sangat baik digunakan sebagai saluran komunikasi. Perancangan dan implementasi alat trainer fiber optic dengan panjang fiber optic  $\pm 2.000$  meter, 24 core yang jenisnya SM (single mode) dapat digunakan sebagai trainer praktik dengan baik. Pada pengujian perancangan ini menggunakan OPM, OLS dan OTDR untuk menguji 24 core yang telah di splice, hasil pengukuran masing-masing core : 1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 24 memenuhi standar dan hasil yang tidak standar pada core 2, 3, 4, 14, 16, 17, 23. Untuk pengukuran rata-rata yang di dapat menggunakan OTDR yaitu rata-rata panjang kabel 2.000 meter, rata-rata loss pada penyambungan menggunakan fusion splicer sebesar 0.01 dB, dan hasil rata-rata redaman menggunakan OPM sebesar 1.66 dB, dan itu tidak melebihi referensi panjang kabel 2.000 meter, loss 0.01 dB, dan redaman 1.66 dB, maka hasilnya baik. Sehingga dapat disimpulkan secara keseluruhan trainer pengukuran dan penyambungan fiber optic yang dirancang ini dapat digunakan sebagaimana mestinya

**Kata kunci:** Fiber optic, OPM, OLS, OTDR, Core

**ABSTRACT**

The lack of trainers for measuring and connecting fiber optics for practical lectures on fiber optic cable network design at the Politeknik Negeri Balikpapan has forced students to take turns and take turns which requires longer practicum time. So that it is necessary to add a FO measurement and connection trainer, besides that the trainer that will be designed is more practical in terms of its use. Fiber optic is one of the transmission media that can transmit large capacity information up to 1 GHz with high reliability. At the beginning of its use, optical fiber was used as a means of long-distance transmission. With very high transmission speeds reaching several gigabits per second, fiber optics are very good for use as a communication channel. The design and implementation of a fiber optic trainer with a fiber optic length of  $\pm 2,000$  meters, 24 cores of the type SM (single mode) can be used as a good practice trainer. In this design test using OPM, OLS and OTDR to test 24 cores that have been splice, the measurement results for each core are 1,5,6,7,8,9,10,11,12,13,15,18, 19,20,21,22,24 meet the standard and non-standard results on cores 2,3,4,14,16,17,23. For the average measurement that can be used OTDR is the average cable length of 2,000 meters, the average loss in splicing using a fusion splicer is 0.01 dB, and the

average attenuation using OPM is 1.66 dB, and it does not exceed the reference cable length of 2,000 meters, loss of 0.01 dB, and attenuation of 1.66 dB, so the results are good. So it can be concluded that the overall measurement and splicing of fiber optic trainers designed can be used properly

**Keywords:** Fiber optic, OPM, OLS, OTDR, Core

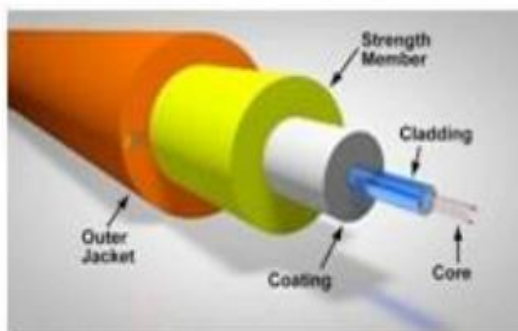
## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada bidang telekomunikasi saat ini banyak kampus dengan program studi dibidang telekomunikasi yang mulai menggunakan teknologi *fiber optic* guna memberikan pembelajaran yang baik, dan berguna sekali untuk mahasiswa selain untuk persaingan yang semakin pesat.

*Fiber optic* adalah salah satu media transmisi yang dapat menyalurkan informasi berkapasitas besar mencapai 1 Ghz dengan keandalan yang tinggi. *Fiber optic* dimanfaatkan sebagai sarana transmisi jarak jauh. Dengan kecepatan transmisi yang sangat tinggi mencapai beberapa *gigabits per second*, *fiber optic* sangat baik digunakan sebagai saluran komunikasi. Penelitian sejenis yang sebelumnya pernah dilakukan terkait tema *Fiber optic* antara lain [1],[2],[3]

*Fiber optic* (FO) adalah sebuah media yang menggunakan pandu gelombang cahaya yang ditransmisikan pada ruangan kaca berbentuk silinder. *Fiber optic* dibuat dengan bahan yang berbentuk seperti kaca, meskipun terdapat komponen-komponen pendukung lainnya yang berbahan bukan dari kaca. Sumber cahaya yang digunakan biasanya adalah laser, lampu LED, atau gelombang elektromagnetik lainnya yang memungkinkan [4]. Dengan demikian *fiber optic* sangat cocok digunakan terutama dalam aplikasi sistem telekomunikasi [5].

Bagian -bagian kabel *Fiber optic* [6] seperti gambar di bawah ini :



Gambar 1. Bagian Kabel *Fiber optic*

Dalam perkuliahan di Politeknik Negeri Balikpapan menyediakan fasilitas metode pembelajaran mengenai sistem

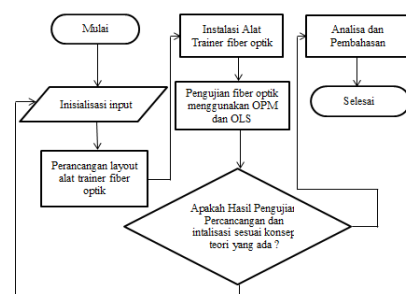
transmisi yang khususnya *fiber optic* untuk menunjang perkuliahan di Jurusan Teknik Elektro. Pada kampus Politeknik Negeri Balikpapan tepatnya di Gedung Elektronika, sangat penting adanya alat *trainer fiber optic* dan instalasi *fiber optic* yang baik di ruangan yang telah tersedia.

Akan tetapi ada sebuah kendala di Politeknik Negeri Balikpapan, tepatnya di Laboratorium Komunikasi Bergerak Gedung Elektronika, dalam praktik pembelajaran serta akan diadakannya kegiatan Uji Kompetensi Mahasiswa. Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro mengalami hambatan dalam pembelajaran praktik. Kondisi *trainer* yang belum terinstalasi dengan baik sehingga tidak efektif dalam praktik pembelajaran maupun untuk kegiatan uji kompetensi mahasiswa serta instalasi *fiber optic* yang tidak tertata dengan rapi. Dengan kendala yang terjadi tersebut, pada penelitian ini penulis mengangkat judul yang dapat menunjang praktik pembelajaran di Laboratorium Komunikasi Bergerak dengan cara melakukan perancangan serta instalasi alat *trainer fiber optic* di Laboratorium Komunikasi Bergerak.

Tujuannya diharapkan nantinya penggunaan alat *trainer fiber optic* ini dapat berjalan maksimal serta mempermudah dosen dan mahasiswa dalam praktik pembelajaran maupun untuk kegiatan uji kompetensi mahasiswa.

## METODOLOGI

Berikut ini adalah gambar *Flowchart* Pembuatan sebagai berikut:



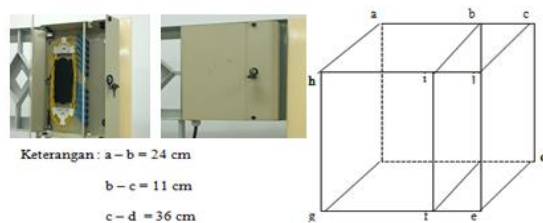
Gambar 2. *Flowchart* Pengerjaan

Peralatan dan bahan yang digunakan antara lain Laptop 64 Bit (Windows 8), *Fusion*

*Splicer, Fiber Cleaver, Fiber Stripper, OPM, OLS, OTDR, Tang Jepit, Tang Potong, Cutter, Bor, Palu, Helm, Kaca Mata, Masker, Peredam Suara Telinga, OTB, Trainer Fiber optic, Kabel Fiber optic 24 Core, Kabel Pigtail, Kabel Patcord, Sleeve Protector, Sarung Tangan, Alcohol 90%, Tisu, Baut Mur, Solasi.*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam membuat rancangan implementasi alat *trainer fiber optic* menggunakan *optical termination box 24 core* dilakukan pemasangan *optical termination box* dan pengujian dari tiap-tiap *core* yang akan disambung untuk mendapatkan hasil apakah alat yang telah dirancang sesuai dengan yang diharapkan.



Gambar 3. Optical Terminal Box

Sebelum *optical termination box* di pasang, terlebih dahulu lubang rak *trainer* dengan bor besi dan pasangkan *fisher* di dalamnya yang digunakan *scrub* untuk menguatkan *optical termination box* dengan rak *trainer*.

Untuk langkah selanjutnya, siapkan kabel *fiber optic* dengan panjang sudah ditentukan, Setelah itu, masukkan *tube* kabel *fiber optic* ke lubang *optical termination box* yang sudah ada sampai *jacket fiber optic* masuk tepat di lubang tersebut sebagai tempat pengunci kabelnya.

Setelah itu, pisahkan *tube fiber optic* yang akan digunakan. Karena 24 *core* yang digunakan, maka 4 *tube* yang dimasukkan dan digunakan untuk *splice* lalu jangan lupa untuk tetap merapihkan sisa *tube fiber optic* yang tidak digunakan. Satuan *tube fiber optic* yang tidak digunakan dengan kabel *ties*.

Nilai redaman untuk *Fusion splice loss* maksimum 0,15 dB, sedangkan nilai redaman untuk *Mechanical splice loss* maksimum 0,3 dB. Nilai redaman untuk *Connector* maksimum 0,25 dB (Individual), sedangkan nilai redaman untuk *connector* secara berpasangan (terminasi) adalah maksimum 0,5 dB. [7]

## Penyambungan pada OTB 1

| No | OTB | Core | Loss (dB) | Gambar |
|----|-----|------|-----------|--------|
| 1  | 1   | 1    | 0.01 dB   |        |
| 2  | 1   | 2    | 0.01 dB   |        |
| 3  | 1   | 3    | 0.02 dB   |        |

Gambar 4. Hasil Penyambungan Pada OTB 1 dari contoh Core 1,2 dan 3

Gambar 4, Merupakan penyambungan dan pengukuran Rata-rata *Loss* (*Loss* nilai redaman) penyambungan pada OTB 1 di atas menggunakan *fusion splicer* mendapatkan hasil rata-rata 0.01 dB, maka hasil penyambungan bagus karena tidak melebihi standarnya yaitu 0.03 dB.

| No | OTB | Core | Loss (dB) | Gambar |
|----|-----|------|-----------|--------|
| 1  | 2   | 1    | 0.03 dB   |        |
| 2  | 2   | 2    | 0.00 dB   |        |
| 3  | 2   | 3    | 0.02 dB   |        |

Gambar 5. Hasil Penyambungan Pada OTB 2 dari contoh Core 1,2 dan 3

Gambar 5. Merupakan penyambungan dan pengukuran rata-rata *Loss* (*Loss* nilai redaman) penyambungan pada OTB 1 di atas menggunakan *fusion splicer* mendapatkan hasil rata-rata 0.01 dB, maka hasil penyambungan bagus karena tidak melebihi standarnya yaitu 0.03 dB.

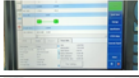
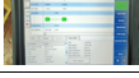
## Penyambungan pada Closure

| No | Core | Loss (dB) | Gambar |
|----|------|-----------|--------|
| 1  | 1    | 0.01 dB   |        |
| 2  | 2    | 0.03 dB   |        |
| 3  | 3    | 0.01 dB   |        |

Gambar 6. Hasil Penyambungan Pada Closure dari contoh Core 1,2 dan 3

Gambar 6, merupakan penyambungan dan pengukuran rata-rata *Loss* (*Loss* merupakan nilai redaman) penyambungan pada *Closure* di atas menggunakan *fusion splicer* dengan jumlah 24 *core* mendapatkan hasil rata-rata redaman =  $0.23 / 24 \text{ core} = 0.009 \text{ dB}$ , maka hasil penyambungan sangat bagus karena tidak melebihi standarnya yaitu 0.03 dB.

#### Pengukuran OTDR dari OTB 1 – Closure

| OTB 1 – Closure |             |           |              |                                                                                   |
|-----------------|-------------|-----------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Core            | Span Length | Span Loss | Average Loss | Gambar                                                                            |
| 1               | 1.0144 km   | 0.474 dB  | 0.467 dB/km  |  |
| 2               | 1.0144 km   | 0.507 dB  | 0.500 dB/km  |  |
| 3               | 1.0144 km   | 1.725 dB  | 1.700 dB/km  |  |

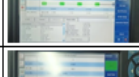
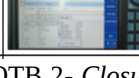
Gambar 7. Hasil Pengukuran Pada OTB 1- Closure dari contoh Core 1,2 dan 3

Gambar 7, Dari hasil contoh Core 1 di dapatkan hasil *span length* 1.0144 km yang artinya ialah hasil tersebut adalah sebelum kabel *fiber optic* dilakukan penyambungan ke closure dan dari core 1 - 24 rata-rata panjang kabel yang didapatkan adalah 1.000 km, hasil perhitungan tersebut valid karena total panjang kabel *fiber optic* yang di gunakan ialah kurang lebih 2.000 km (total setelah kabel di sambung).

Hasil *Span Loss* yang di dapatkan pada contoh Core 1 adalah 0.474 dB itu artinya ialah nilai redaman kabel *fiber optic* pada core 1 yang terbaca pada OTDR.

Hasil *Average Loss* yang di dapatkan pada contoh core 1 adalah 0.467 dB/km itu artinya ialah nilai rata-rata redaman rugi-rugi serat optik yang terbaca pada OTDR.

#### Pengukuran OTDR dari OTB 2 – Closure

| OTB 2 – Closure |             |           |              |                                                                                     |
|-----------------|-------------|-----------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Core            | Span Length | Span Loss | Average Loss | Gambar                                                                              |
| 1               | 1.0162 km   | 0.512 dB  | 0.504 dB/km  |  |
| 2               | 1.0162 km   | 2.2945 dB | 2.989 dB/km  |  |
| 3               | 1.0167 km   | 2.799 dB  | 2.753 dB/km  |  |

Gambar 8. Hasil Pengukuran Pada OTB 2- Closure dari contoh Core 1,2 dan 3

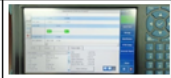
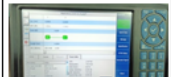
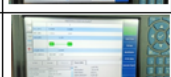
Gambar 8, Dari hasil contoh Core 1 di dapatkan hasil *span length* 1.0162 km yang artinya ialah hasil tersebut adalah sebelum

kabel *fiber optic* dilakukan penyambungan ke closure dan dari core 1 - 24 rata-rata panjang kabel yang didapatkan adalah 1.000 km, hasil perhitungan tersebut valid karena total panjang kabel *fiber optic* yang digunakan ialah kurang lebih 2.000 km (total setelah kabel di sambung).

Hasil *Span Loss* yang di dapatkan pada contoh Core 1 adalah 0.512 dB itu artinya ialah nilai redaman kabel *fiber optic* pada core 1 yang terbaca pada OTDR.

Hasil *Average Loss* yang di dapatkan pada contoh core 1 adalah 0.504 dB/km itu artinya ialah nilai rata-rata redaman rugi-rugi serat optik yang terbaca pada OTDR.

#### Pengukuran OTDR dari OTB 1 – OTB 2

| Pengukuran menggunakan OTDR dari OTB 1 – OTB 2 |             |           |              |                                                                                       |
|------------------------------------------------|-------------|-----------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Core                                           | Span length | Span loss | Average loss | Gambar                                                                                |
| 1                                              | 2.0288 km   | 0.803 dB  | 0.396 dB/km  |    |
| 2                                              | 2.0293 km   | 0.829 dB  | 0.4079 dB/km |   |
| 3                                              | 2.0289 km   | 3.176 dB  | 1.565 dB/km  |  |

Gambar 9. Hasil Pengukuran Pada OTB 2- OTB 2 dari contoh Core 1,2 dan 3

Gambar 9, hasil contoh Core 1 di dapatkan hasil *span length* 2.0288 km yang artinya ialah hasil tersebut adalah sesudah kabel *fiber optic* dilakukan penyambungan ke closure dan dari core 1 - 24 rata-rata panjang kabel yang didapatkan adalah 2.000 km, hasil perhitungan tersebut valid karena total panjang kabel *fiber optic* yang digunakan ialah kurang lebih 2.000 km. Hasil *Span Loss* yang di dapatkan pada contoh Core 1 adalah 0.803 dB itu artinya ialah nilai redaman kabel *fiber optic* pada core 1 yang terbaca pada OTDR. Hasil *Average Loss* yang di dapatkan pada contoh core 1 adalah 0.396 dB/km itu artinya ialah nilai rata-rata redaman rugi-rugi serat optik yang terbaca pada OTDR.

### Hasil Pengukuran OPM (Kalibrasi 4.09 dBm)

| Core | Pengukuran Saluran | Referensi                                             | Redaman total            | Gambar                                                                              | Ket                  |
|------|--------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1    | 3.79               | 0.35 dB/km X 2.0288 km + (0.5 dB + 0.45 dB) = 1.66 dB | 4.09-3.79 = 0.3 dB       |    | Sesuai standar       |
| 2    | -9.05              | 0.35 dB/km X 2.0293 km + (0.5 dB + 0.45 dB) = 1.66 dB | 4.09-(-9.05) = 13.14 dB  |    | Tidak Sesuai standar |
| 3    | -4.93              | 0.35 dB/km X 2.0289 km + (0.5 dB + 0.45 dB) = 1.66 dB | 4.09-(-4.93) = 9.02 dB   |    | Tidak Sesuai standar |
| 4    | -4.89              | 0.35 dB/km X 2.0289 km + (0.5 dB + 0.45 dB) = 1.66 dB | 4.09-(-4.89) = 8.99 dB   |    | Tidak Sesuai Standar |
| 5    | 3.54               | 0.35 dB/km X 2.0289 km + (0.5 dB + 0.45 dB) = 1.66 dB | 4.09-3.54 = 0.55 dB      |    | Sesuai standar       |
| 6    | 3.10               | 0.35 dB/km X 2.0290 km + (0.5 dB + 0.45 dB) = 1.66 dB | 4.09-3.10 = 0.99 dB      |    | Sesuai standar       |
| 7    | 2.47               | 0.35 dB/km X 2.0270 km + (0.5 dB + 0.45 dB) = 1.66 dB | 4.09-2.47 = 1.62 dB      |    | Sesuai standar       |
| 8    | 3.65               | 0.35 dB/km X 2.0266 km + (0.5 dB + 0.45 dB) = 1.66 dB | 4.09-3.65 = 0.44 dB      |    | Sesuai standar       |
| 9    | 3.05               | 0.35 dB/km X 2.0275 km + (0.5 dB + 0.45 dB) = 1.66 dB | 4.09-3.05 = 1.04 dB      |    | Sesuai standar       |
| 10   | 3.70               | 0.35 dB/km X 2.0276 km + (0.5 dB + 0.45 dB) = 1.66 dB | 4.09-3.70 = 0.39 dB      |    | Sesuai standar       |
| 11   | 3.44               | 0.35 dB/km X 2.0277 km + (0.5 dB + 0.45 dB) = 1.66 dB | 4.09-3.44 = 0.65 dB      |   | Sesuai standar       |
| 12   | 3.04               | 0.35 dB/km X 2.0273 km + (0.5 dB + 0.45 dB) = 1.66 dB | 4.09-3.04 = 1.05 dB      |  | Sesuai standar       |
| 13   | 3.74               | 0.35 dB/km X 2.0278 km + (0.5 dB + 0.45 dB) = 1.66 dB | 4.09-3.74 = 0.35 dB      |  | Sesuai standar       |
| 14   | -30.92             | 0.35 dB/km X 2.0265 km + (0.5 dB + 0.45 dB) = 1.66 dB | 4.09-(-30.92) = 35.01 dB |  | Tidak Sesuai standar |
| 15   | 3.14               | 0.35 dB/km X 2.0280 km + (0.5 dB + 0.45 dB) = 1.66 dB | 4.09-3.14 = 0.95 dB      |  | Sesuai standar       |
| 16   | -5.94              | 0.35 dB/km X 2.0254 km + (0.5 dB + 0.45 dB) = 1.66 dB | 4.09-(-5.94) = 10.03 dB  |  | Tidak Sesuai standar |
| 17   | -1.31              | 0.35 dB/km X 2.0264 km + (0.5 dB + 0.45 dB) = 1.66 dB | 4.09-(-1.31) = 5.4 dB    |  | Tidak Sesuai standar |
| 18   | 3.03               | 0.35 dB/km X 2.0264 km + (0.5 dB + 0.45 dB) = 1.66 dB | 4.09-3.03 = 1.06 dB      |  | Sesuai standar       |
| 19   | 2.62               | 0.35 dB/km X 2.0270 km + (0.5 dB + 0.45 dB) = 1.66 dB | 4.09-2.62 = 1.47 dB      |  | Sesuai standar       |
| 20   | 2.95               | 0.35 dB/km X 2.0270 km + (0.5 dB + 0.45 dB) = 1.66 dB | 4.09-2.95 = 1.14 dB      |  | Sesuai standar       |
| 21   | 3.83               | 0.35 dB/km X 2.0246 km + (0.5 dB + 0.45 dB) = 1.66 dB | 4.09-3.83 = 0.26 dB      |  | Sesuai standar       |
| 22   | 3.30               | 0.35 dB/km X 2.0258 km + (0.5 dB + 0.45 dB) = 1.66 dB | 4.09-3.30 = 0.79 dB      |  | Sesuai standar       |
| 23   | 1.07               | 0.35 dB/km X 2.0262 km + (0.5 dB + 0.45 dB) = 1.66 dB | 4.09-1.07 = 3.02 dB      |  | Tidak Sesuai standar |
| 24   | 3.14               | 0.35 dB/km X 2.0275 km + (0.5 dB + 0.45 dB) = 1.66 dB | 4.09-3.14 = 0.95 dB      |  | Sesuai standar       |

Gambar 10. Hasil Pengukuran OPM dari 24 Core

Standarisasi nilai total redaman pada hasil pengukuran di atas diketahui redaman 2 konektor ( $2 \times 0.25 \text{ dB} = 0.5 \text{ dB}$ ), redaman 3 sambungan ( $3 \times 0.15 \text{ dB} = 0.45 \text{ dB}$ ), dan redaman fiber ( $0.35 \text{ dB/km} \times \text{panjang fiber}$ ) dan didapatkan hasil redaman konektor, sambungan, dan fiber rata-rata 1.66 dB. Maka jika hasil kalibrasi di kurang redaman saluran hasilnya kurang dari 1.66 dB maka kualitasnya

sesuai standar jika melebihi 1.66 dB maka kualitasnya tidak sesuai standar.

### KESIMPULAN

Berdasarkan dari pembahasan dan pengujian alat dari bab sebelumnya, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut : rata-rata *loss* pada penyambungan menggunakan *fusion splicer* mendapatkan 0.01 dB, maka hasil penyambungannya bagus karena tidak melebihi standarnya yaitu 0.03 dB. Pada pengukuran OPM mendapatkan rata-rata 1.14 dB dan perhitungan teori mendapatkan hasil 1.66 dB, maka hasilnya bagus karena tidak melebihi perhitungan teori. Pada pengukuran menggunakan OTDR mendapatkan hasil panjang kabel *fiber optic* rata-rata 2.000 meter, dan panjang kabel *fiber* yang digunakan adalah 2.000 meter, maka penyambungannya berhasil karena pengukuran OTDR mendapatkan hasil yang valid. Untuk pengukuran menggunakan OPM didapatkan hasil standar yaitu *core* : 1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 24 dan hasil yang tidak standar pada *core* : 2, 3, 4, 14, 16, 17, 23.

### SARAN

Berikut merupakan beberapa saran yang diharapkan dalam pengembangan untuk kedepannya terhadap alat ini antara lain sebaiknya pemasangan kabel *duck* harus rapi dan tidak miring. *Core* di dalam *tray* harus dipasang dengan rapi agar tidak kebanyakan *bending*.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Stiawan, L. Rakhmawati., "Rancang bangun trainer transmisi data digital satu arah menggunakan media laser", UNESA Universitas Negeri Surabaya (2015)
- [2] G.H.Hermanto. "Rancang Bangun Sistem Komunikasi Optik FTTH Menggunakan Software Optisystem", Universitas Sumatera Utara Medan (2018)
- [3] Budiman, B.Arifudin, E.Yundra. "Pengembangan Trainer Penerapan Rangkaian Elektronika Pada Kelas TEI di SMKN 1 Jabon". Jurnal Pendidikan Teknik Elektro.(2020) :541- 548.
- [4] Agrawal "Pengertian Tentang Fiber optic dan bagian-bagiannya" (2002)

- [5] D.Prasetya. “Serat Optik Sebagai Salah Satu Solusi Pengembangan Jaringan Kabel” . Palembang. ( 2009)
- [6] B.Kanigoro, “Concentration Content Coordinator Network Technology School of Computer Science. Struktur kabel fiber optic”(2018)
- [7] O.U.Siswanto. “Analisis perhitungan rugi-rugi pada serat optik”.
- [8] Oktavianto Utomo Siswanto (L2F303466) “Analisis perhitungan rugi-rugi pada serat optik”.  
<https://core.ac.uk/download/pdf/11724636.pdf>