

Pengukuran dan Evaluasi Performansi Trainer Fiber Optik Pada Politeknik Negeri Balikpapan

Maria Ulfah^{1*}, Andi Sri Irtawaty², Armin³, Yudi Kurniawan⁴

^{1*,3}Jurusan Rekayasa Elektro, Program Studi Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Balikpapan, Balikpapan

² Jurusan Rekayasa Elektro, Program Studi Teknologi Listrik, Politeknik Negeri Balikpapan, Balikpapan

⁴ Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Politeknik Negeri Balikpapan, Balikpapan

e-mail: maria.ulfah@poltekba.ac.id^{1*}

Received : Oktober, 2025

Accepted : Desember, 2025

Published : Desember, 2025

Abstract

The Fiber Optic Splicing Trainer at the Telecommunication Network Laboratory of Balikpapan State Polytechnic is used as the main practicum tool in the Cable Network Design Engineering course and is used as a competency test medium through the LSP-P1 Poltekba in the Fiber Optic Installation Technician scheme. Often the use of this fiber optic trainer requires research to measure and evaluate the performance of the fiber optic trainer with the aim of knowing the effectiveness and efficiency of the tool, monitoring the condition of the tool, and ensuring the tool functions according to standards so that it can be used according to its function. The research method used is the experimental method including: splicing each fiber optic core, measuring the attenuation value found in each fiber optic core on the trainer, comparing it with the standard attenuation value to find out whether the attenuation is still within the permissible limit or has exceeded the standard, evaluating the results of the comparison to determine the performance of the trainer. The results of the identification of trainer conditions on OTB 1, the condition of core 20, while for OTB 2, there are cores 14, 17, 17, and 21 experiencing cable breaks with a cable length of 0 km on the OTDR measurement results. From the results of the connection for 24 cores on each OTB 1 and OTB, the results show that all cores have been connected and have a connection value that does not exceed the standard attenuation value of 0.03 dB.

Keywords: *trainer fiber optic, OTDR, OPM, pengukuran, evaluasi*

Abstrak

Trainer penyambungan Fiber Optik pada Laboratorium Jaringan Telekomunikasi Politeknik Negeri Balikpapan digunakan sebagai sarana utama praktikum pada matakuliah Teknik Perancangan Jaringan Kabel dan dipakai untuk media uji kompetensi melalui LSP-P1 Poltekba pada skema Teknisi Instalasi Fiber Optik. Seiring waktu penggunaan trainer fiber optik ini perlu dilakukan penelitian untuk pengukuran dan evaluasi terhadap performansi trainer fiber optik tersebut dengan tujuan untuk mengetahui efektivitas dan efisiensi alat tersebut, memantau kondisi alat, dan memastikan alat berfungsi sesuai standar sehingga dapat digunakan sesuai fungsinya. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen meliputi: penyambungan setiap core fiber optik, pengukuran nilai redaman yang terdapat pada masing-masing core fiber optik pada trainer tersebut, membandingkan dengan nilai redaman standar untuk mengetahui apakah redamannya masih dalam batas diperbolehkan atau telah melebihi standar, evaluasi dari hasil perbandingan tersebut untuk mengetahui performansi trainer. Hasil Identifikasi kondisi trainer pada OTB 1, kondisi core 20 sedangkan ntuk OTB 2 terdapat core 14,17,17,dan 21 mengalami putus kabel dengan panjang kabel 0 km pada hasil pengukuran OTDR. Dari hasil penyambungan untuk 24 core pada masing masing OTB 1 dan OTB didapatkan hasil semua core telah tersambung dan memiliki nilai

sambungan tidak melebihi nilai standar redaman yaitu 0,03 dB. Trainer penyambungan fiber optik yang dihasil dalam penelitian ini memberikan manfaat karena dalam kondisi baik sebagai sarana praktikum perkuliahan dan pelaksanaan uji kompetensi oleh LSP-P1 Poltekba.

Kata Kunci: *Trainer fiber optik, OTDR, OPM, measurement, evaluation*

1. PENDAHULUAN

Trainer penyambungan Fiber Optik pada Laboratorium Jaringan Telekomunikasi Politeknik Negeri Balikpapan yang digunakan sebagai sarana utama praktikum pada matakuliah Teknik Perancangan Jaringan Kabel dan dipakai untuk media uji kompetensi melalui LSP-P1 Poltekba pada skema Teknisi Instalasi Fiber Optik serta oleh pihak luar, sehingga perlu dilakukan pengukuran dan evaluasi terhadap performansi trainer fiber optik tersebut dengan tujuan untuk mengetahui efektivitas dan efisiensi alat tersebut, memantau kondisi alat, dan memastikan alat berfungsi sesuai standar, sehingga dapat digunakan sebagai mana mestinya. Pada trainer terdapat beberapa permasalahan antara lain:

1. Terdapat beberapa core fiber optik yang putus, tidak bisa digunakan untuk praktek dan uji kompetensi
 2. Panjang core kabel fiber optik yang pendek menyulitkan penyambungan
 3. Kondisi OTB (*Optical Termination Box*) yang tidak kokoh karena ada konektor yang rusak.
- Hal inilah yang menjadi latar belakang diperlukannya penelitian untuk pengukuran dan mengevaluasi performansi trainer fiber optik tersebut dengan urgensi mengetahui kondisi trainer fiber optik apakah masih layak digunakan atau perlu dilakukan perbaikan agar alat berfungsi sesuai standar.

Temuan atau hasil akhir dari penelitian yang akan dilakukan ini adalah besaran nilai redaman dari tiap core fiber optik yang ada pada trainer tersebut yang dibandingkan dengan redaman referensi untuk menentukan tiap core yang diukur layak untuk digunakan. Pada penelitian ini akan terdapat implementasi penerapan kemampuan penggunaan alat penyambungan fiber optik (*fusion splicer*), skill penggunaan dan pembacaan alat ukur OTDR (*Optical Time Domain Reflectometer*) yang digunakan untuk mengukur dan mengevaluasi serat optik dalam domain waktu, dengan menganalisis jarak, insertion loss, refleksi, dan loss pada setiap titik serat optik [1] serta skill penggunaan dan pembacaan OPM (*Optical Power Meter*) yang

memiliki fungsi untuk mengukur total loss daya optik (total power loss) pada sebuah link optik, serta mengukur kekuatan sinyal optik yang ditransmisikan [2]

Serat optik, yang juga disebut kabel optik, merupakan media transmisi data yang tersusun dari serat kaca tipis dan lentur dengan diameter kurang dari 200 mikrometer. Teknologi ini menggunakan cahaya sebagai perantara untuk mentransmisikan data, sehingga mampu memberikan kecepatan tinggi serta tingkat keandalan yang jauh lebih baik dibandingkan dengan kabel tembaga konvensional [3]

Struktur serat optik ada 3 yaitu core, cladding dan coating. Uraian mengenai susunan kabel serat optik: [4] [5]

1. Core merupakan bagian inti terkecil yang terbuat dari kaca atau plastik khusus, yang dirancang sedemikian rupa agar memiliki indeks bias lebih tinggi dibandingkan lapisan pelindungnya. Perbedaan nilai indeks bias tersebut memungkinkan cahaya yang berada di dalam core untuk dipantulkan dan tetap terarah di dalamnya.
2. Cladding merupakan lapisan yang menyelimuti inti dan berfungsi memantulkan cahaya agar tetap berada di dalam inti
3. Coating merupakan lapisan pelindung yang berfungsi menjaga cladding dan core dari berbagai bentuk kerusakan akibat faktor eksternal.

Perkembangan teknologi serat optik memungkinkan tercapainya tingkat atenuasi yang jauh lebih rendah, yaitu kurang dari 20 dB/km. Peningkatan ini memberikan manfaat besar dalam transmisi data, karena serat optik menawarkan kapasitas jalur dan kecepatan transmisi yang jauh lebih tinggi dibandingkan kabel konvensional. Keunggulan tersebut menjadikan serat optik sebagai pilihan ideal untuk berbagai aplikasi telekomunikasi modern [6].



Gambar 1. Trainer Penyambungan Fiber Optik

Beberapa penelitian sebelumnya yang membahas tentang trainer pengukuran dan penyambungan fiber optik antara lain Penelitian yang dilakukan oleh [7] yang berjudul Rancang bangun trainer transmisi data digital satu arah menggunakan media laser. Jenis penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D). Studi ini dilakukan untuk membuat produk dan efektif digunakan dalam pembelajaran. Produk yang dihasilkan berupa hardware dalam bentuk trainer, jobsheet dan pegangan dosen.

Penelitian [8] tentang merancang simulasi sistem komunikasi optik dengan perangkat lunak Optisystem 2007 menggunakan nilai-nilai standar yang ditetapkan oleh PT. Telkom serta nilai optimalisasi, dilanjutkan dengan membuat perangkat modul komunikasi optik dari hasil simulasi itu. Modul yang dirancang memiliki persentase kesalahan sekitar 1.04% dan

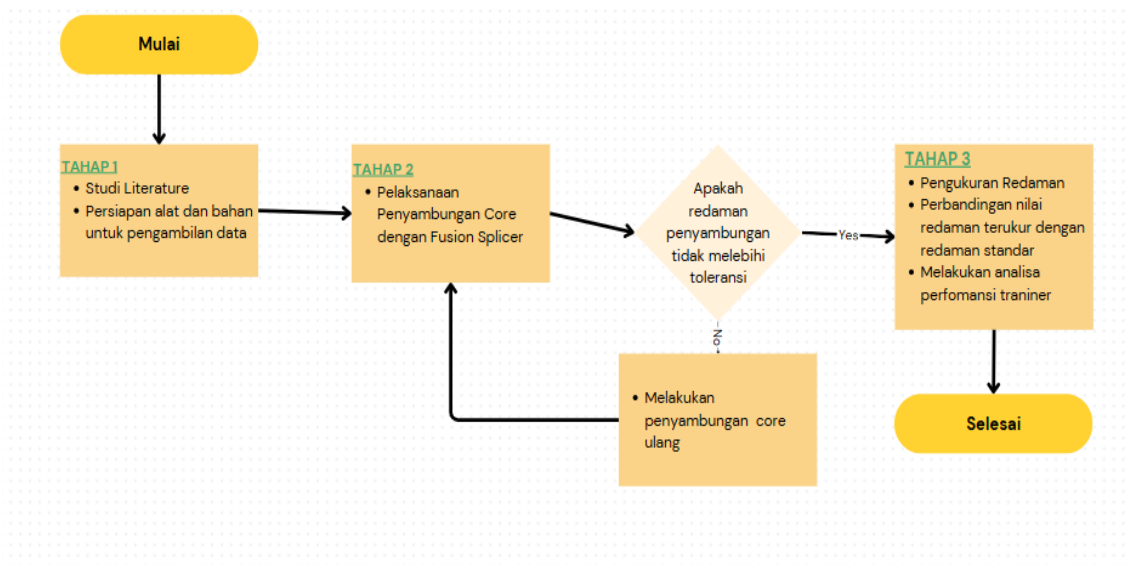
merupakan pemodelan berukuran 1:10 lebih kecil dari yang asli.

Penelitian yang dilakukan [9] didasarkan kesulitan siswa memahami materi karena kurangnya alat peraga di sekolah sehingga diperlukan media trainer untuk membantu pemahaman siswa dalam menguasai materi. Tingkat kepuasan siswa sebesar 94,32%, diartikan bahwa media yang digunakan sangat praktis untuk pembelajaran. Sehingga dapat disimpulkan bahwa produk media pembelajaran berupa Trainer Instalasi Perangkat Pasif Jaringan Fiber Optic sangat layak digunakan untuk proses pembelajaran khususnya dalam praktikum mata pelajaran Teknologi Jaringan Berbasis Luas.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen, yakni dimulai dengan (1) Penyambungan setiap core fiber optik. Metode penyambungan yang digunakan adalah Teknik penyambungan serat optik dengan metode Fusion Splicing yaitu proses penyambungan dua ujung serat optik dengan cara memanaskannya hingga meleleh, sehingga lelehan tersebut berfungsi sebagai perekat dan menghasilkan sambungan yang menyatu secara permanen dan kontinyu [10]. (2) Pengukuran nilai redaman yang terdapat pada masing-masing core fiber

optik pada trainer tersebut. Tingkat redaman dinyatakan dengan satuan desibel [11]. (3) Membandingkan dengan nilai redaman standar untuk mengetahui apakah redamannya masih dalam batas diperbolehkan atau telah melebihi standar. Analisa dari hasil data yang didapatkan dari pengukuran nilai redaman penyambungan dilakukan dengan nilai standar redaman PT.Telkom (4) Evaluasi dari hasil perbandingan tersebut untuk mengetahui performansi trainer. Penelitian yang dilakukan ini memiliki diagram alir sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram alir penelitian

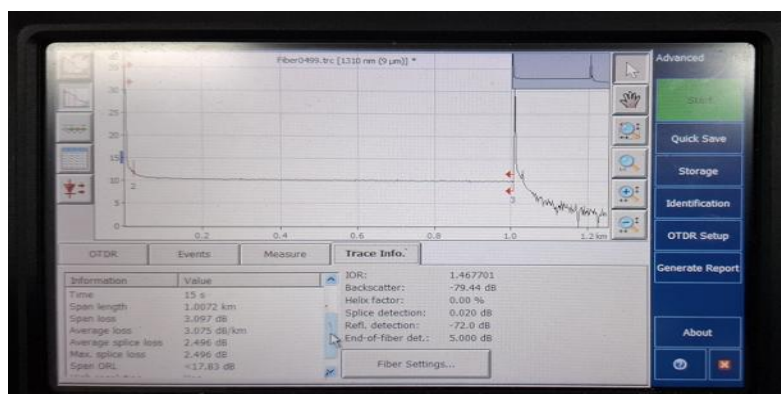
Tahapan diagram alir penelitian antara lain:

1. Tahap 1, meliputi studi literature, persiapan alat dan bahan untuk pengambilan data
2. Tahap 2, meliputi indentifikasi kondisi core pada trainer, penyambungan core fiber optik.
3. Tahap 3, meliputi pengecekan nilai redaman hasil penyambungan , melakukan analisa perfomansi trainer.

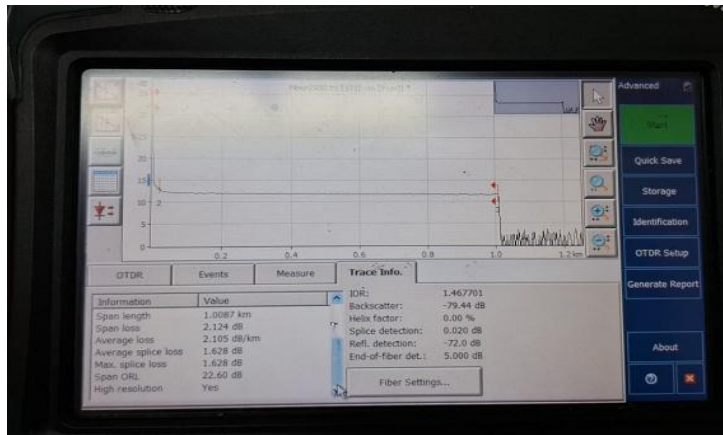
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Identifikasi kondisi Trainer

Diawal penelitian dilakukan identifikasi kondisi core fiber optik yang ada di trainer fiber optik. Dalam melakukan identifikasi kondisi fiber optik tersebut diukur panjang fiber optik untuk setiap OTB yang ada. Pada Trainer fiber optik ada 2 OTB yang masing masingnya memiliki 24 core. Dalam proses identifikasinya menggunakan alat OTDR yang disambung kesetiap core, hasil identifikasi panjang kabel fiber optik core 1 pada OTB 1 dan OTB 2 pada gambar 3 dan gambar 4



Gambar 3. Panjang gelombang fiber optik pada core 1 OTB 1



Gambar 4. Panjang gelombang fiber optik pada core 1 OTB 2

Dari gambar 3 dan gambar 4 terlihat panjang kabel (span length) fiber optik pada core 1 di OTB 1 sepanjang 1,0072 km, core 1 di OTB 2 sepanjang 1,0087 km.

Tabel 1. Hasil pengukuran panjang 24 core fiber optik pada OTB 1

N o Co re	Pan ja ng/ span lengt h (km)	Ketera ngan Kondis i	N o Co re	Pan ja ng/ span lengt h (km)	Ketera ngan Kondis i
1	1.0072	Baik	13	1.0062	Baik
2	1.0064	Baik	14	1.0069	Baik
3	1.0071	Baik	15	1.0064	Baik
4	1.0060	Baik	16	1.0065	Baik
5	1.0055	Baik	17	1.0057	Baik
6	1.0059	Baik	18	1.0069	Baik
7	1.0053	Baik	19	1.0066	Baik
8	1.0057	Baik	20	0	Putus
9	1.0068	Baik	21	1.0055	Baik
10	1.0053	Baik	22	1.0054	Baik
11	1.0057	Baik	23	1.0051	Baik
12	1.0056	Baik	24	1.0063	Baik

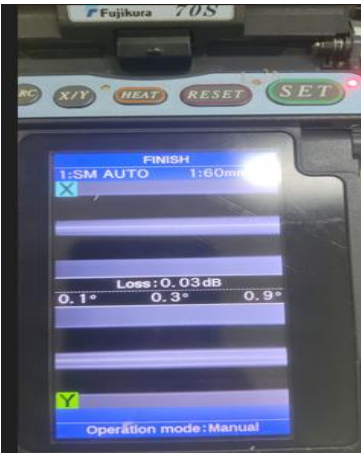
Pada tabel 1, pada core 20 hasil pengukuran panjang kabel yakni 0 km yang menandakan kabel putus

Tabel 2. Hasil pengukuran panjang 24 core fiber optik pada OTB 2

N o Co re	Pan ja ng/ span lengt h (km)	Ketera ngan Kondis i	N o Co re	Pan ja ng/ span lengt h (km)	Ketera ngan Kondis i
1	1.0087	Baik	13	1.0095	Baik
2	1.0091	Baik	14	0	Putus
3	1.0088	Baik	15	1.0085	Baik
4	1.0087	Baik	16	0	Putus
5	1.0090	Baik	17	0	Putus
6	1.0098	Baik	18	1.0081	Baik
7	1.0081	Baik	19	1.0087	Baik
8	1.0079	Baik	20	1.0097	Baik
9	1.0089	Baik	21	0	Putus
10	1.0089	Baik	22	1.0093	Baik
11	1.0092	Baik	23	1.0083	Baik
12	1.0094	Baik	24	1.0092	Baik

Pada tabel 2, pada core 14, 16, 17, 21 hasil pengukuran panjang kabel yakni 0 km yang menandakan kabel putus

Pada tahap identifikasi kondisi core yang ada pada OTB 1 dan OTB 2 juga dilakukan pengecekan terhadap kondisi kabel fiber optik di dalam OTB tersebut. Ditemukan kondisi lilitan kabel fiber optik dalam OTB yang berhamburan dan konektor sudah lepas. Dilakukan pengecekan penyebab dari hal ini terjadi dikarena kabel pigtail yang digunakan pada OTB diameter nya besar sehingga kesulitan saat di susun pada OTB dan konektor yang lepas dikarenakan frekuensi penggunaan trainer ini cukup sering dan saat melakukan pengukuran dengan OTDR ataupun OPM dan OLS (*Optical Light Source*) mendapatkan kondisi cabut pasang sehingga membuat menjadi lepas dan menyulitkan saat dipakai untuk praktikum ataupun uji kompetensi



Gambar 5. Hasil penyambungan core 20 OTB 1 sebesar 0.03 dB

Tabel 3. Penyambungan 24 Core OTB 1

No Core	Redaman Sambungan (dB)	No Core	Redaman Sambungan (dB)
1	0.01	13	0.03
2	0,02	14	0.01
3	0.03	15	0.03
4	0.02	16	0,01
5	0.02	17	0.01
6	0.02	18	0.02

3.2 Penyambungan core pada OTB 1 dan OTB 2embahasan

Setelah dilakukan proses indentifikasi terhadap kondisi trainer fiber optik yang menjadi objek pada penelitian ini maka selanjutnya dilakukan perbaikan agar 24 core pada OTB 1 dan 24 core pada OTB 2 bisa digunakan untuk sarana praktikum dan juga uji kompetensi.

Pada OTB 1 terdapat putus kabel pada core 20, tetapi untuk perbaikan agar core tersebut tersambung dan kondisi fisik OTB 1 kabel pigtail yang digunakan pada OTB diameter nya besar sehingga kesulitan saat di susun pada OTB dan konektor yang lepas, sehingga dilakukan penyambungan untuk 24 core yang ada dan menggunakan kabel pigtail diameter yang sesuai dan OTB yang baru. Untuk penyambungan core fiber optik menggunakan fusion splicer.

7	0.01	19	0.02
8	0.02	20	0.03
9	0.03	21	0.03
10	0.01	22	0.01
11	0.02	23	0.03
12	0.01	24	0.03

Tabel 3 menunjukan loss sambungan untuk 24 core pada OTB 1 yang telah disambung menggunakan alat fusion splicer. Loss sambungan ke 24 core tersebut menunjukan besaran pada rentang nilai 0,01 dB hingga 0,03

dB yang berarti masih termasuk dalam batas nilai redaman sambungan yang masih diperbolehkan sesuai standar Telkom yakni maksimal 0,03 dB pernyataan-pernyataan untuk menjawab permasalahan yang diuraikan pada bagian pendahuluan serta saran-saran untuk penelitian lanjutan jika diperlukan sesuai dengan hasil penelitian.

Tabel 4. Penyambungan 24 Core OTB 2

No Core	Redaman Sambungan (dB)	No Core	Redaman Sambungan (dB)
1	0,02	13	0,03
2	0,00	14	0,02
3	0,02	15	0,03
4	0,02	16	0,01
5	0,01	17	0,02
6	0,02	18	0,03
7	0,01	19	0,02
8	0,01	20	0,01
9	0,01	21	0,02
10	0,01	22	0,02
11	0,01	23	0,02
12	0,03	24	0,03

Tabel 4 menunjukkan loss sambungan untuk 24 core pada OTB 2 yang telah disambung menggunakan alat fusion splicer. Loss sambungan ke 24 core tersebut menunjukkan besaran pada rentang nilai 0,00 dB hingga 0,03 dB yang berarti masih termasuk dalam batas nilai redaman sambungan yang masih diperbolehkan sesuai standar yakni maksimal 0,03 dB

Setelah dilakukan penyambungan 24 core pada tiap OTB 1 dan OTB 2 dilakukan pengecekan panjang kabel (span length) untuk mengetahui apakah terdapat putus kabel atau tidak didalam OTB tersebut.



Gambar 6. Panjang kabel core 20 OTB 1 Setelah disambung

Tabel 5. Pengukuran panjang 24 core fiber optik pada OTB 1

No Core	Panjang/ span length (km)	No Core	Panjang/ span length (km)
1	1,0027	13	1,0029
2	1,0025	14	1,0027
3	1,0034	15	1,0032
4	1,0087	16	1,0026
5	1,0031	17	1,0029
6	1,0038	18	1,0025
7	1,0030	19	1,0027
8	1,0028	20	1,0025
9	1,0031	21	1,0022
10	1,0030	22	1,0023
11	1,0031	23	1,0025
12	1,0029	24	1,0029

Dari hasil pengecekan panjang gelombang span length 24 core di OTB 1 setelah dilakukan penyambungan dengan fusion splicer terlihat semua core telah tersambung. Bisa dilihat sebelumnya core 20 mengalami putus, setelah dilakukan penarikan kabel kembali dan disambung telah terlihat data panjang kabel 1,0025 km

Tabel 6. Pengukuran panjang 24 core fiber optik pada OTB 2

No Core	Panjang/ span length (km)	No Core	Panjang/ span length (km)
1	1,0059	13	1,0057
2	1,0062	14	1,0049
3	1,0057	15	1,0056
4	1,0051	16	1,0060
5	1,0055	17	1,0055
6	1,0050	18	1,0049
7	1,0052	19	1,0048
8	1,0052	20	1,0051
9	1,0056	21	1,0047
10	1,0054	22	1,0049
11	1,0052	23	1,0055
12	1,0054	24	1,0047

Dari hasil pengecekan panjang gelombang span length 24 core di OTB 2 setelah dilakukan penyambungan dengan fusion splicer terlihat semua core telah tersambung. Bisa dilihat sebelumnya core 14,16,17,21 mengalami putus , setelah dilakukan penarikan kabel kembali dan disambung 4 core tersebut telah menjadi tersambung terlihat data panjang kabel seperti pada tabel 6.

Tabel 7. Perbandingan panjang kabel core 20 OTB 1 dan core 14,16,17,21 OTB 2 sebelum dan sesudah dilakukan penyambungan

No Core	Panjang Kabel Kondisi Awal (km)	Panjang Kabel Setelah Penyambungan (km)
20	0	1,0025
14	0	1,0049
16	0	1,0060
17	0	1,0055
21	0	1,0047

Dari tabel 7 terlihat core yang diawal identifikasi kondisi putus (core 20, 14,16,17,21) setelah dilakukan pengantian OTB dan penyambungan ulang untuk keseluruhan core yang ada di OTB 1 dan OTB 2 telah tersambung semua.

Dengan Trainer penyambungan fiber optik hasil penelitian ini sangat bermanfaat dalam efektifitas pelaksanaan praktikum Matakuliah Teknik Perancangan Jaringan Fiber karena pada trainer ini meliputi proses identifikasi putus kabel, dan kualitas jaringan fiber optik serta pemanfaatan penggunaan alat ukur OTDR, OPM-OLS dan fusion splicer

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil identifikasi terhadap kondisi kabel fiber optik yang terdapat pada trainer fiber optik ditemukan kondisi core 20 pada OTB 1 mengalami putus kabel
2. Hasil identifikasi terhadap kondisi kabel fiber optik yang terdapat pada trainer fiber optik ditemukan kondisi core 14, 16,17,21 pada OTB 2 mengalami putus kabel.
3. Perangkat OTB 1 dan OTB 2 perlu dilakukan pembaharuan karena konektor

penyambung ke alat ukur OTDR ataupun OPM OLS terlepas

4. Hasil penyambungan khusus core 20 untuk OTB 1 berhasil ditunjukkan dengan panjang kabel (span length) yang awalnya 0 m menjadi 1,0025 km

5. Hasil penyambungan khusus core 14, 16,17, 21 untuk OTB 2 berhasil ditunjukkan dengan panjang kabel (span length) yang awalnya 0 m menjadi 1,0049 km, 1,0060 km 1,0055 km 1,0047 km.

PERNYATAAN PENGHARGAAN

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Politeknik Negeri Balikpapan dan Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) Poltekba atas dukungan pendanaan yang diberikan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Rozzaki, A. Stefanie, and J. Dwi Arya Purnama, "Analisis Kualitas Jaringan Fiber Optik Dengan Menggunakan Alat Ukur Optical Time-Domain Reflectometer (Otdr) Di Sekitar Daerah Pasar Cipulir Untuk Meningkatkan Kinerja Transmisi Data," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 4, pp. 5814–5819, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i4.10033.
- [2] A. Tantoni, M. Taufan, A. Zaen, and K. Imtihan, "Analisis Perbandingan Hasil Aplikasi Fiber Optic Calculator Dengan Impementasi FTTH Pada OLT EPON HSQG," *KLIK Kaji. Ilm. Inform. dan Komput.*, vol. 3, no. 6, pp. 1108–1120, 2023, doi: 10.30865/klik.v3i6.842.
- [3] I. Lammada and J. A. D. Purnama, "Analisa Performansi Redaman Serat Optik Pada Otb (Optical Termination Box) Menggunakan Optical Power Meter Di Pt Aquila Wijaya Teknik," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 4, pp. 5716–5721, 2024, doi: <https://doi.org/10.36040/jati.v8i4.10021>.
- [4] I. Mahjud *et al.*, "Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) PT. Telkom Indonesia (Persero) Tbk Witel Makassar di Desa Bontomanai Bulukumba," *J. Teknol. Elekterika*, vol. 19, no. 2, p. 123, 2022, doi: 10.31963/elekterika.v6i2.3803.
- [5] E. S. Widyantoro Tejo Mukti,

- “Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Link STO Arengka ke Perumahan Villa Melati Permai II,” *Jom FTEKNIK*, vol. 4, no. 2, p. 634, 2017.
- [6] P. Muliandhi, E. H. Faradiba, and B. A. Nugroho, “Analisa Konfigurasi Jaringan FTTH dengan Perangkat OLT Mini untuk Layanan Indihome di PT. Telkom Akses Witel Semarang,” *Elektrika*, vol. 12, no. 1, p. 7, 2020, doi: 10.26623/elektrika.v12i1.1977.
- [7] T. Stiawan and L. Rakhmawati, “Rancang Bangun Trainer Transmisi Data Digital Satu Arah Menggunakan Media Laser Untuk Meningkatkan Keterampilan Peserta Didik Pada Mata Kuliah Teknik Laser Dan Fiber Optik,” *J. Pendidik. ...*, vol. 04, pp. 693–697, 2015, [Online]. Available: <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/jurnal-pendidikan-teknik-elektro/article/view/12419>
- [8] G. N. Hermanto, “Pemodelan dan Rancang Bangun Sistem Komunikasi Optik FTTH Menggunakan Software Optisystem,” 2018.
- [9] M. L. Rifa’i and E. Yundra, “Trainer Instalasi Perangkat Pasif Jaringan Fiber Optik Sebagai Media Pembelajaran Teknologi Jaringan Berbasis Luas Di Smk Negeri 1 Gondang,” *J. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 01, pp. 97–103, 2021, doi: 10.26740/jpte.v10n01.p97-103.
- [10] Y. Wismaya and L. Jambola, “Analisis Kinerja Sistem Penyambungan Serat Optik Menggunakan Metoda Fusion Splicing Pada Ruas Soreang-Nanjung,” *J. Transistor Elektro dan Inform. (TRANSISTOR EI)*, vol. 3, no. 1, pp. 62–70, 2018.
- [11] Agus Priyanto, “Analisis Redaman Pada Jaringan Fiber Optik Dengan Metode Link Power Budget Pada Pt. Biznet,” *Prosiding*, vol. 2, no., pp. 130–144, 2022, doi: 10.59134/prosidng.v2i-.121.