

Pembangunan Jaringan Serat Optik Underground Meningkatkan Kualitas Telekomunikasi

Hadi Sophian Rusdiana^{1*}, Hardiansyah², Asep Wasid³, Muhammad Iqbal⁴

^{1,3,4}Program Studi Sistem Informasi, Universitas Indonesia Membangun, Bandung, Indonesia

²Program Studi Informatika, Universitas Indonesia Membangun, Bandung, Indonesia

Lini Masa Artikel: Diterima 24 Juli 2026; Disetujui 13 Agustus 2026

*email: hadisophian23@gmail.com

Abstrak: Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah meningkatkan kebutuhan masyarakat terhadap layanan telekomunikasi yang cepat, stabil, dan andal. Instalasi kabel serat optik dengan metode kabel udara (aerial) pada jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) masih menghadapi kendala berupa gangguan cuaca, gangguan mekanis, serta menurunnya estetika kawasan. Kondisi tersebut mendorong penggunaan metode instalasi serat optik bawah tanah (*underground*) sebagai alternatif yang lebih andal. Penelitian ini berfokus pada proses pembangunan jaringan serat optik underground pada proyek Ciwastra yang dilaksanakan oleh PT Telkom Akses. Tujuan penelitian adalah mendeskripsikan tahapan pembangunan jaringan serta menganalisis kesesuaian hasil pengujian jaringan terhadap standar redaman yang diacu, yaitu Recommendation ITU-T G.652 dan ITU-T G.657 serta Standar Operasional Prosedur (SOP) internal PT Telkom Akses. Penelitian menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif yang didukung data pengukuran kuantitatif dari OTDR dan OPM. Data diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara, serta studi dokumentasi. Hasil pengujian menunjukkan nilai redaman sebesar -18 dBm, sehingga jaringan dinyatakan layak dioperasikan untuk mendukung layanan telekomunikasi berkecepatan tinggi di area Ciwastra.

Kata kunci: Serat Optik; Jaringan *Underground*; FTTH; OTDR; *Fusion Splicing*

Abstract: The rapid development of information and communication technology has increased the demand for fast, stable, and reliable telecommunication services. Aerial fibre-optic installation for Fiber To The Home (FTTH) networks still faces disruption from weather exposure, mechanical damage, and reduced urban aesthetics. This condition encourages the use of underground optical-fibre installation as a more reliable alternative. This study focuses on the construction of an underground fibre-optic network on the Ciwastra project implemented by PT Telkom Akses. The objective is to describe the construction stages and to assess whether the network testing results meet the referenced attenuation standards, namely ITU-T Recommendation G.652 and G.657 and PT Telkom Akses' internal Standard Operating Procedure. A descriptive method with a qualitative approach, supported by quantitative measurement data from an OTDR and an OPM, was employed. Data were collected through field observation, interviews, and documentation study. Testing results showed an attenuation of -18 dBm, so that the network is deemed feasible for operation to support high-speed telecommunications services in Ciwastra area.

Keywords: Optical Fiber; Underground Network; FTTH; OTDR; *Fusion Splicing*

1. Pendahuluan

Perkembangan layanan digital meningkatkan kebutuhan terhadap infrastruktur telekomunikasi yang mampu menyediakan koneksi internet berkecepatan tinggi, berkapasitas besar, dan stabil. Salah satu teknologi yang mendukung kebutuhan tersebut adalah *Fiber to the Home* (FTTH), yaitu jaringan akses yang memanfaatkan serat optik hingga ke sisi pelanggan. Serat optik digunakan karena memiliki kapasitas transmisi tinggi, redaman rendah, dan tidak

mudah terpengaruh gangguan elektromagnetik dibandingkan media transmisi berbasis tembaga (Agrawal, 2021). Dalam pembangunan jaringan FTTH, kualitas layanan tidak hanya ditentukan oleh karakteristik serat optik, tetapi juga oleh kualitas proses instalasi jaringan. Panjang kabel, jumlah sambungan, splitter, proses splicing, serta kondisi fisik jalur dapat memengaruhi nilai redaman dan daya optik yang diterima pelanggan. Oleh karena itu, evaluasi melalui pengukuran menggunakan *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR) maupun *Optical Power Meter* (OPM) diperlukan untuk memastikan jaringan memenuhi kelayakan teknis sebelum dioperasikan.

Salah satu metode pembangunan jaringan serat optik adalah metode *underground*, yaitu instalasi kabel melalui jalur bawah tanah (Subarna et al., 2024). Metode ini memberikan perlindungan terhadap kabel dari paparan lingkungan dan gangguan fisik pada jalur distribusi, tetapi proses pembangunannya memerlukan perencanaan dan pelaksanaan yang lebih kompleks. Tahapan pembangunan meliputi survei jalur, penggalian, pemasangan pelindung kabel, penarikan kabel, penyambungan, hingga pengujian kualitas jaringan. Kesalahan pada salah satu tahapan tersebut berpotensi meningkatkan redaman dan memengaruhi kualitas transmisi jaringan. Penggunaan metode *underground* dalam pembangunan FTTH perlu memperhatikan karakteristik kabel dan standar instalasi yang berlaku. Standar ITU-T G.652 dan G.657 mengatur karakteristik serat optik *single-mode* yang digunakan pada jaringan telekomunikasi dan jaringan akses, sedangkan instalasi kabel bawah tanah harus mempertimbangkan perlindungan kabel terhadap kondisi mekanis dan lingkungan (International Telecommunication Union [ITU], 2024a; 2024b).

PT Telkom Akses memiliki peran dalam pembangunan infrastruktur jaringan akses berbasis serat optik untuk mendukung penyediaan layanan FTTH. Dalam pembangunan jaringan *underground*, keberhasilan pekerjaan tidak hanya diukur berdasarkan terselesaikannya instalasi secara fisik, tetapi juga berdasarkan kualitas jaringan yang dihasilkan. Oleh sebab itu, diperlukan pengujian terhadap jaringan yang telah dibangun untuk mengetahui nilai redaman, kondisi sambungan, dan daya optik sebagai indikator kelayakan jaringan sebelum digunakan untuk mendukung layanan pelanggan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini membahas pembangunan jaringan serat optik *underground* untuk meningkatkan kualitas layanan FTTH di PT Telkom Akses. Penelitian berfokus pada tahapan pembangunan jaringan serta evaluasi kualitas hasil instalasi melalui pengujian teknis, sehingga dapat memberikan gambaran mengenai kelayakan jaringan sebelum dioperasikan untuk mendukung layanan telekomunikasi berkecepatan tinggi.



Sumber: Telkom, 2019
Gambar 1. Kerangka FTTH

2. Tinjauan Literatur

Serat optik (*optical fiber*) merupakan media transmisi yang digunakan untuk mengirimkan informasi dalam bentuk sinyal cahaya melalui inti serat (*core*) yang terbuat dari kaca atau plastik berkualitas tinggi (Agrawal, 2021). Struktur serat optik terdiri atas tiga bagian utama, yaitu *core*, *cladding*, dan lapisan pelindung (*coating/jacket*), dengan indeks bias *core* yang dibuat lebih tinggi daripada *cladding* agar terjadi pemantulan internal total (Agrawal, 2021). Berbeda dengan kabel tembaga yang menghantarkan sinyal listrik, serat optik memanfaatkan prinsip pemantulan internal total sehingga cahaya dapat merambat di dalam inti serat dengan redaman yang sangat kecil, memungkinkan pengiriman data berkapasitas besar, berkecepatan tinggi, serta kualitas sinyal yang tetap stabil meskipun menempuh jarak yang jauh (Agrawal, 2021). Sistem komunikasi serat optik menjadi tulang punggung jaringan telekomunikasi modern karena mampu menyediakan *bandwidth* yang tinggi, memiliki rugi-rugi transmisi rendah, serta tahan terhadap gangguan elektromagnetik (Agrawal, 2021).

Karakteristik dasar tersebut menjadi acuan dalam memilih metode pemasangan kabel di lapangan. Berdasarkan metode instalasinya, kabel serat optik dapat dibedakan menjadi kabel udara (*aerial*) yang dipasang menggantung pada tiang, dan kabel *underground* yang ditanam di bawah permukaan tanah, baik secara langsung (*direct buried*) maupun melalui pipa pelindung (*duct*). Instalasi *underground* memberikan perlindungan yang lebih baik terhadap gangguan cuaca dan gangguan mekanis sehingga umumnya menghasilkan tingkat keandalan jaringan yang lebih tinggi dibandingkan kabel udara, meskipun perbaikannya membutuhkan pekerjaan penggalian ulang (Wismaya & Jambola, 2018). Penyambungan antar-serat pada instalasi *underground* umumnya dilakukan dengan metode *fusion splicing* karena menghasilkan redaman sambungan yang jauh lebih rendah dibandingkan metode sambungan mekanis, dengan nilai redaman per sambungan yang baik berada di bawah 0,1 dB (Wismaya & Jambola, 2018; Rozzaki et al., 2024).

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif yang didukung data pengukuran kuantitatif. Pendekatan deskriptif-kualitatif dipilih karena bertujuan menggambarkan secara sistematis proses pembangunan jaringan serat optik *underground* berdasarkan pengalaman langsung di lapangan, tanpa melakukan manipulasi terhadap variabel penelitian (Himam & Anam, 2026). Karena hasil pengujian OTDR dan OPM juga digunakan sebagai data pendukung untuk menilai kesesuaian jaringan terhadap standar kualitas yang berlaku, pengukuran kuantitatif tersebut diperlakukan sebagai data sekunder yang memperkuat dan memverifikasi temuan kualitatif dari observasi dan wawancara, bukan sebagai dasar pengujian hipotesis statistik.

Berdasarkan pendekatan tersebut, penelitian dilaksanakan pada proyek pembangunan jaringan serat optik *underground* area Ciwastra yang dikerjakan oleh PT Telkom Akses di Ciwastra, Kota Bandung, pada periode Maret–Mei, 2026. Lokasi penelitian dipilih karena merupakan salah satu wilayah yang sedang dilakukan pembangunan jaringan distribusi serat optik menuju pelanggan. Fokus penelitian meliputi seluruh tahapan pembangunan jaringan, mulai dari survei lokasi, perencanaan jaringan, penggalian jalur, pemasangan pipa HDPE, penarikan kabel serat optik, proses penyambungan (*fusion splicing*), hingga pengujian kualitas jaringan menggunakan *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR) dan *Optical Power Meter* (OPM).

Untuk memperoleh data yang relevan dari proses tersebut, digunakan teknik pengumpulan data dengan *purposive sampling*. Teknik ini merupakan teknik penentuan

sampel berdasarkan kriteria tertentu sesuai dengan tujuan penelitian (Himam & Anam, 2026). Teknik ini dipilih karena penelitian bertujuan menggali pemahaman mendalam mengenai proses instalasi jaringan dari pihak yang benar-benar terlibat langsung, sehingga lebih menekankan kedalaman dan relevansi data dibandingkan jumlah sampel (Himam & Anam, 2026). Informan penelitian dipilih karena memiliki pengetahuan, pengalaman, dan keterlibatan langsung dalam pembangunan jaringan serat optik *underground*. Daftar informan yang terlibat dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Daftar Informan yang Terlibat

Informan	Jumlah
Supervisor proyek	1 Orang
Teknisi instalasi kabel	2 Orang
Teknisi <i>fusion splicing</i>	1 Orang
Teknisi pengujian OTDR dan OPM	1 Orang
Jumlah	5 Orang

Selain informan, data juga diperoleh melalui dokumen teknis berupa gambar kerja (*drawing*), hasil pengukuran OTDR dan OPM, serta laporan pembangunan jaringan. Dari sumber-sumber data tersebut, data dikumpulkan melalui observasi langsung terhadap kegiatan pembangunan jaringan, wawancara semi-terstruktur dengan para informan, serta studi dokumentasi. Selanjutnya, analisis data dilakukan secara deskriptif melalui tiga tahapan, yaitu reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Hasil pengujian OTDR dan OPM dibandingkan dengan ambang batas redaman pada Recommendation ITU-T G.652 dan G.657 (International Telecommunication Union, 2016, 2024) serta SOP internal PT Telkom Akses (PT Telkom Akses, 2023) untuk menilai kelayakan operasional jaringan yang dibangun.

4. Hasil dan Diskusi

4.1 Hasil Penelitian

Hasil observasi menunjukkan bahwa pembangunan jaringan dilaksanakan sesuai Standar Operasional Prosedur (SOP) PT Telkom Akses. Seluruh pekerjaan dilakukan secara berurutan mulai dari survei lokasi, perencanaan jalur, penggalian, pemasangan pipa HDPE, penarikan kabel serat optik, penyambungan (*fusion splicing*), hingga pengujian menggunakan OTDR dan OPM. Setiap tahapan memiliki fungsi penting dalam menjaga kualitas jaringan sehingga layanan yang diberikan kepada pelanggan memenuhi standar Perusahaan.

Berdasarkan hasil wawancara dengan supervisor proyek, tahap survei merupakan tahap yang paling menentukan karena kesalahan dalam penentuan rute dapat menyebabkan perubahan desain, keterlambatan pekerjaan, bahkan peningkatan biaya pembangunan. Oleh karena itu, survei dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi medan, utilitas bawah tanah, akses pekerjaan, serta potensi gangguan terhadap fasilitas umum.

4.2 Proses Pembangunan Jaringan Serat Optik

Proses pembangunan jaringan serat optik diawali dari proses perencanaan. Kemudian dilakukan survei lapangan untuk memastikan jalur yang telah direncanakan sesuai dengan kondisi nyata di lokasi. Setelah itu dilakukan proses pembangunan yang dimulai dari tahapan

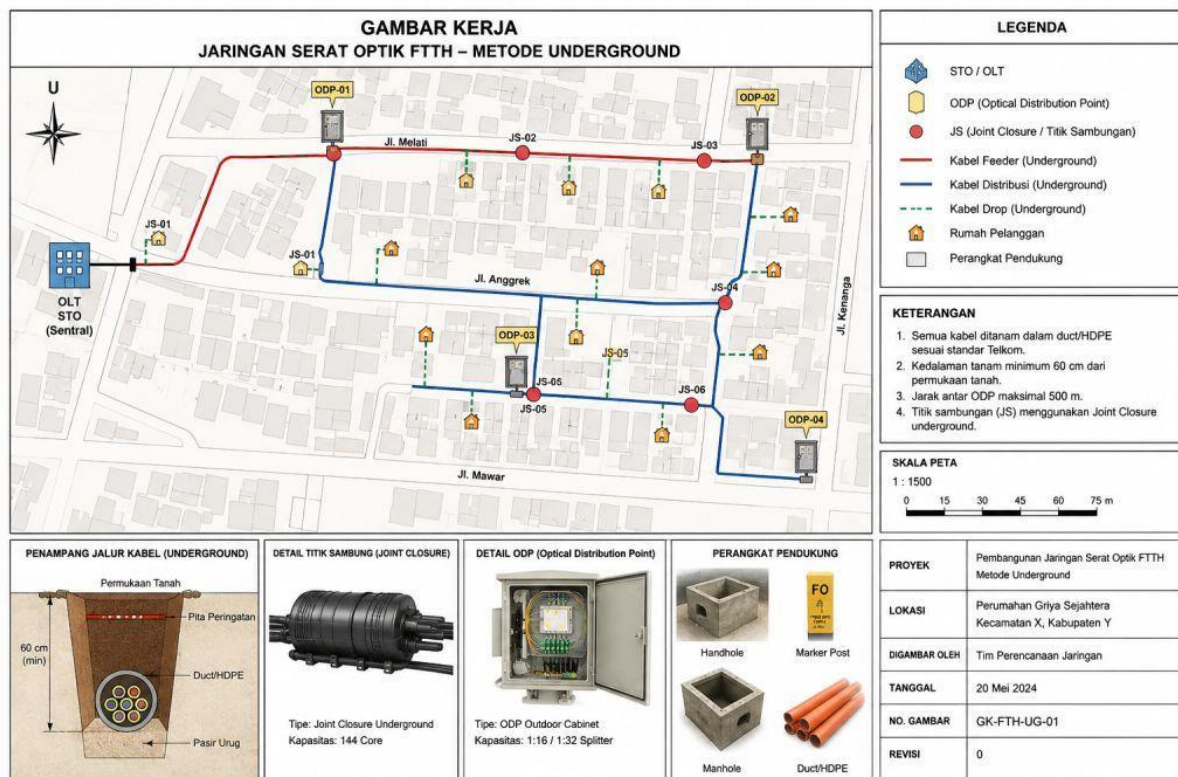
penggalian, pemasangan pipa, penarikan kabel, dan penyambungan kabel (*splicing*).

4.2.1 Tahap Perencanaan

Pada tahap ini, tim teknis mengidentifikasi kebutuhan jaringan berdasarkan jumlah pelanggan target sebanyak 60 pelanggan (*homepass*), kondisi geografis area Ciwastra, serta keberadaan infrastruktur telekomunikasi eksisting di lapangan yang mencakup infrastruktur pasif (seperti *handhole*, tiang, dan *conduit*) maupun infrastruktur aktif (seperti *Optical Distribution Cabinet*/ODC dan perangkat *switching* pada jaringan eksisting). Data tersebut digunakan untuk menentukan jalur pemasangan kabel yang paling efektif dan efisien.

Tahap ini dimulai dari penentuan rute jaringan. Penentuan rute dilakukan untuk menentukan jalur yang digunakan sebagai media penanaman kabel serat optik. Jalur yang dipilih mempertimbangkan kondisi medan, kepadatan bangunan, ketersediaan akses jalan, keberadaan utilitas bawah tanah, serta kemudahan proses pemeliharaan di masa mendatang.

Setelah jalur ditentukan, dilakukan perhitungan kebutuhan material yang meliputi kabel serat optik, pipa HDPE, *closure*, *joint box*, marker kabel, serta peralatan pendukung lainnya. Perhitungan dilakukan secara teliti untuk menghindari kekurangan maupun kelebihan material selama pekerjaan berlangsung.



Gambar 2. Contoh Gambar Kerja

Tahap berikutnya adalah pembuatan gambar kerja yang berisi desain jalur jaringan, titik sambungan, lokasi *Optical Distribution Point* (ODP), dan lokasi perangkat pendukung lainnya. Berdasarkan hasil wawancara dengan supervisor proyek, gambar kerja menjadi media koordinasi antara tim perencana dan tim pelaksana. Seluruh pekerjaan di lapangan mengacu pada gambar tersebut sehingga posisi jalur kabel, kedalaman pemasangan, lokasi sambungan, dan titik pemasangan perangkat dapat dilaksanakan secara konsisten sesuai dengan Standar

Operasional Prosedur (SOP) PT Telkom Akses. Contoh gambar kerja dapat dilihat pada Gambar 2.

4.2.2 Tahap Survei Lokasi

Setelah tahap perencanaan selesai, langkah berikutnya sebelum pekerjaan fisik dimulai adalah survei lapangan untuk memastikan jalur yang telah direncanakan sesuai dengan kondisi nyata di lokasi. Berdasarkan hasil wawancara dengan supervisor proyek, tahap survei merupakan tahap yang paling menentukan karena kesalahan dalam penentuan rute dapat menyebabkan perubahan desain, keterlambatan pekerjaan, bahkan peningkatan biaya pembangunan. Oleh karena itu, survei dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi medan, utilitas bawah tanah, akses pekerjaan, serta potensi gangguan terhadap fasilitas umum. Gambar 3 dan Gambar 4 merupakan salah satu dokumentasi yang diambil saat melakukan kegiatan survei lokasi.



Gambar 3. Survey Lokasi



Gambar 4. Penentuan Rute Kabel Fiber Optik

Pada tahap ini, tim mengidentifikasi keberadaan utilitas bawah tanah seperti saluran drainase, pipa air, dan jaringan utilitas lainnya agar proses penggalian tidak menimbulkan kerusakan pada infrastruktur yang telah ada. Selain itu, dilakukan pengukuran panjang jalur serta penentuan titik pemasangan perangkat pendukung seperti *handhole* dan *Optical*

Distribution Point (ODP).

4.2.3 Tahap Penggalian Jalur

Setelah kondisi lapangan terverifikasi melalui survei, tahap berikutnya adalah penggalian jalur kabel. Penggalian ini dilakukan sesuai jalur yang telah ditentukan pada tahap perencanaan. Berdasarkan hasil observasi, penggalian dilakukan secara bertahap agar tidak mengganggu aktivitas masyarakat. Kedalaman galian harus memenuhi standar perusahaan agar kabel dapat terlindungi dari berbagai gangguan eksternal. Spesifikasi penggalian yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Spesifikasi Penggalian Jalur yang Dilakukan

Komponen	Spesifikasi Umum
Kedalaman galian	80–100 cm (0,8–1,0 meter) dari permukaan tanah
Lebar galian	20–30 cm
Diameter pipa HDPE	40 mm (1¼ inci) untuk distribusi FTTH; pada jalur tertentu dapat digunakan 32 mm atau 50 mm sesuai desain
Jenis pipa	HDPE SDR 11 / SDR 13.6 (tergantung spesifikasi proyek)
Penyambungan pipa	HDPE Coupler (Socket Coupling) atau Compression Coupling, kemudian diberi pelindung agar kedap air dan tanah
Penanda jalur	Warning tape dan marker cable di atas jalur pipa

4.2.4 Tahap Pemasangan Pipa HDPE

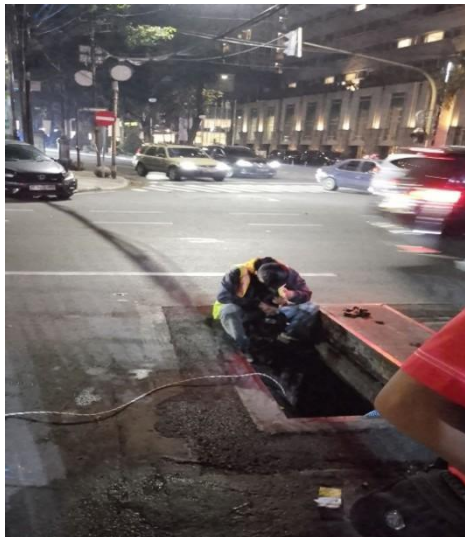
Setelah penggalian selesai, dasar galian dibersihkan sebelum pemasangan pipa HDPE (High Density Polyethylene). Pipa ini berfungsi untuk melindungi kabel serat optik dari tekanan tanah maupun kerusakan akibat aktivitas di permukaan. Berdasarkan hasil observasi, pemasangan pipa dilakukan secara berurutan mengikuti jalur galian yang telah dibuat sebelumnya. Penyambungan antar pipa dilakukan dengan teliti untuk memastikan tidak terdapat celah yang dapat menyebabkan masuknya air atau material asing ke dalam pipa. Kualitas pemasangan pipa sangat mempengaruhi umur jaringan sehingga proses ini harus dilakukan sesuai standar teknis yang berlaku. Dokumentasi dari proses pemasangan pipa ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pemasangan Pipa HDPE

4.2.5 Tahap Penarikan Kabel Serat Optik

Setelah pipa pelindung terpasang di sepanjang jalur galian, tahap selanjutnya adalah penarikan kabel serat optik ke dalam pipa. Proses ini dilakukan dengan menggunakan alat *cable roller* agar kabel tidak mengalami tarikan berlebih dan tidak mengalami kerusakan selama proses instalasi. Teknisi memastikan kabel tidak mengalami tarikan berlebihan karena dapat merusak inti serat optik. Berdasarkan observasi, tidak ditemukan kerusakan kabel akibat proses penarikan. Hal tersebut menunjukkan bahwa prosedur penarikan telah sesuai SOP PT Telkom Akses. Gambar 6 merupakan dokumentasi proses penarikan kabel yang dilakukan.



Gambar 6. Penarikan Fiber Optik

4.2.6 Tahap Penyambungan Kabel (*Fusion Splicing*)

Setelah kabel tertarik sepanjang jalur yang direncanakan, segmen-segmen kabel perlu disambung pada setiap titik closure melalui proses penyambungan (*splicing*). Proses ini dilakukan dengan menggunakan alat *fusion splicer* untuk memastikan tidak terdapat celah yang dapat menyebabkan masuknya air atau material asing. Proses penyambungan diawali dengan pengupasan selubung luar kabel menggunakan *fiber stripper* hingga inti serat optik terlihat. Selanjutnya serat dibersihkan menggunakan alkohol isopropil agar terbebas dari debu dan kotoran yang dapat memengaruhi kualitas sambungan. Menurut teknisi, jika inti serat masih kotor, nilai redaman akan naik sehingga sambungan harus diulang.

Setelah pembersihan dilakukan, ujung serat dipotong menggunakan *fiber cleaver* sehingga menghasilkan permukaan potongan yang rata dan tegak lurus. Kemudian kabel disambung dengan *fusion splicer*. Setelah itu dilakukan pemasangan *sleeve protector*. Terakhir hasil penyambungan disimpan closure. Berdasarkan hasil observasi, kualitas sambungan sangat memengaruhi performa jaringan secara keseluruhan. Semakin kecil nilai redaman hasil *splicing* maka semakin baik kualitas jaringan yang dihasilkan. Oleh karena itu, penyambungan dilakukan oleh teknisi bersertifikat dengan kriteria pengalaman. Gambar 7 menunjukkan dokumentasi dari proses *splicing* atau penyambungan kabel.



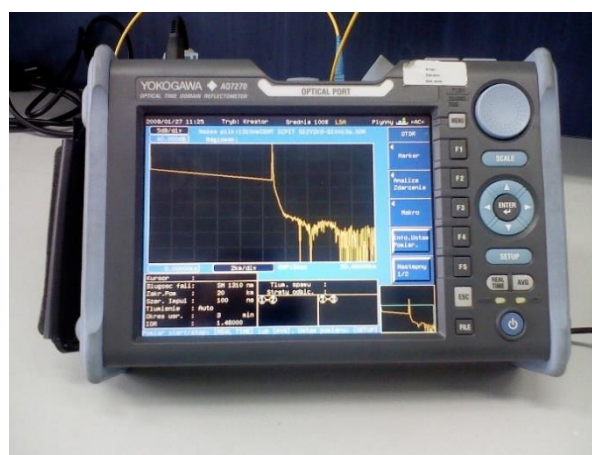
Gambar 7. Splicing core Fiber Optik

4.3 Pengujian Jaringan

Setelah seluruh sambungan selesai dibuat dan dilindungi di dalam closure, tahap akhir sebelum jaringan dioperasikan adalah pengujian kualitas jaringan. Pengujian dilakukan untuk memastikan seluruh jaringan berfungsi dengan baik sebelum dioperasikan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat *Optical Power Meter* (OPM) dan *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR). Hasil pengujian digunakan untuk mengetahui nilai redaman jaringan, kualitas sambungan kabel, kondisi jalur transmisi, dan kelayakan jaringan untuk dioperasikan.

4.3.1 Pengujian OTDR

Pengujian dilakukan menggunakan OTDR pada panjang gelombang 1550 nm. Hasil pengujian menunjukkan seluruh sambungan dapat terdeteksi dengan baik dan tidak ditemukan putus kabel (*fiber cut*). Dokumentasi proses pengukuran dengan OTDR dapat dilihat pada Gambar 8. Sedangkan hasil pengujian dengan OTDR dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 8. Proses Pengukuran dengan OTDR

Tabel 3. Hasil Pengujian dengan OTDR

Parameter	Hasil Pengujian
Panjang gelombang	1550mm
Total redaman	0,16 dB
Jumlah splice	2
Status	Layak

Nilai redaman hasil pengujian yang didapatkan adalah 0,16 dB untuk 2 sambungan. Artinya nilai redaman rata-rata pada setiap titik sambungan (*splice loss*) sebesar 0,08 dB per sambungan. Nilai tersebut masih berada di bawah batas maksimum yang ditetapkan dalam standar PT Telkom Akses, sehingga kualitas penyambungan dinilai baik dan memenuhi persyaratan instalasi jaringan serat optik. Hal ini menunjukkan bahwa proses *fusion splicing* telah dilakukan dengan baik. Hasil ini mengindikasikan bahwa kualitas sambungan mampu mempertahankan kontinuitas transmisi sinyal optik dengan kehilangan daya yang rendah sebelum dilakukan pengujian menggunakan *Optical Power Meter* (OPM).

4.3.1 Pengujian OPM

Pengujian selanjutnya dilakukan dengan menggunakan alat OPM (*Optical Power Meter*). OPM digunakan untuk mengukur daya sinyal optik atau total redaman (hilangnya daya/atenuasi) pada jaringan kabel *fiber optic*. Dokumentasi pengujian dengan OPM dapat dilihat pada Gambar 9. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa daya optik yang diterima sebesar -18 dBm. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sinyal optik masih berada dalam rentang penerimaan perangkat FTTH sehingga jaringan dinyatakan layak untuk dioperasikan. Berdasarkan hasil tersebut, proses instalasi, penarikan kabel, dan penyambungan serat optik telah menghasilkan kualitas transmisi yang baik serta memenuhi standar operasional PT Telkom Akses.


Gambar 9. Proses Pengukuran dengan OPM

4.4 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembangunan jaringan serat optik *underground* dilaksanakan sesuai dengan SOP PT Telkom Akses, mulai dari tahap survei lokasi hingga pengujian akhir. Penerapan SOP pada setiap tahapan menghasilkan instalasi yang lebih rapi,

aman, dan mampu mengurangi risiko gangguan akibat cuaca maupun aktivitas di permukaan tanah. Hasil pengujian menggunakan OTDR memperlihatkan bahwa kualitas sambungan serat optik berada dalam batas yang dipersyaratkan sehingga proses *fusion splicing* telah dilakukan dengan baik. Pengukuran menggunakan OPM juga menunjukkan bahwa daya optik yang diterima masih memenuhi standar operasional sehingga jaringan dinyatakan layak untuk mendukung layanan FTTH.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, faktor yang paling menentukan keberhasilan pembangunan jaringan meliputi ketelitian pada tahap survei lokasi, kualitas pemasangan pipa HDPE, teknik penarikan kabel yang sesuai prosedur, serta ketepatan proses *fusion splicing*. Apabila salah satu tahapan tidak dilaksanakan sesuai SOP, kualitas transmisi dapat menurun dan berpotensi meningkatkan gangguan layanan. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa pembangunan jaringan serat optik *underground* merupakan metode yang efektif dalam meningkatkan kualitas infrastruktur telekomunikasi karena menghasilkan jaringan yang lebih aman, andal, dan mendukung layanan internet berkecepatan tinggi.

Meskipun secara umum berjalan sesuai prosedur, pelaksanaannya di lapangan tidak lepas dari sejumlah kendala teknis. Berdasarkan pengamatan di lokasi penelitian, kendala lapangan yang ditemukan selama pelaksanaan proyek meliputi tingginya kepadatan utilitas bawah tanah eksisting pada kedalaman kedalaman 0,5 hingga 1,5 meter. Jalur penggalian kerap berpotongan langsung dengan jaringan pipa air bersih milik PDAM, kabel listrik PLN bertegangan sedang/rendah, serta pipa drainase warga yang lokasinya tidak terpetakan secara rinci dalam dokumen perencanaan awal. Selain itu, keterbatasan ruang di bawah bahu jalan area Ciwastra serta kondisi tanah padat bercampur batuan dan sisa material konstruksi makin memicu kompleksitas pekerjaan penggalian.

Kendala ini secara signifikan memengaruhi durasi dan metode pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Penyesuaian metode berdampak pada pembengkakan durasi pengerjaan penggalian jalur kabel, meningkatnya alokasi tenaga kerja manual, serta penyesuaian (*rerouting*) kedalaman atau trase pipa pelindung di beberapa titik agar tetap memenuhi kriteria jarak aman (*clearance*) utilitas. sejalan dengan temuan bahwa instalasi bawah tanah umumnya memberikan keandalan yang lebih baik terhadap gangguan cuaca dan mekanis dibandingkan kabel udara, meski dengan biaya dan waktu pemasangan yang lebih besar (Wismaya & Jambola, 2018).

5. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa pembangunan jaringan serat optik *underground* pada proyek PT Telkom Akses area Ciwastra dilaksanakan melalui tujuh tahapan utama, yaitu perencanaan jaringan, survei lokasi, penggalian jalur kabel, pemasangan pipa HDPE, penarikan kabel serat optik, penyambungan (*fusion splicing*), dan pengujian jaringan. Proses ini secara keseluruhan dilaksanakan sesuai SOP PT Telkom Akses. Hasil pengujian OTDR menunjukkan nilai redaman rata-rata sebesar 0,08 dB, sedangkan hasil pengujian OPM menunjukkan bahwa daya optik yang diterima sebesar -18 dBm. Kedua hasil pengujian tersebut menunjukkan angka yang masih berada dalam batas standar perusahaan. Hal ini menjawab tujuan penelitian mengenai kesesuaian kualitas jaringan yang dibangun terhadap standar yang diacu.

Di samping temuan tersebut, penelitian ini memiliki keterbatasan, antara lain cakupan data yang terbatas pada satu proyek di area Ciwastra dengan periode pengamatan 2 bulan, sehingga temuan belum tentu dapat digeneralisasi pada proyek instalasi *underground* di lokasi atau kondisi geografis lain. Penelitian selanjutnya disarankan untuk membandingkan

beberapa proyek FTTH *underground* pada lokasi dengan karakteristik geografis dan kepadatan utilitas yang berbeda serta memperpanjang periode pengamatan. Selain itu, dapat dilakukan analisis terhadap efisiensi waktu, biaya, dan metode penggalian untuk memperoleh rekomendasi pelaksanaan yang lebih optimal dan dapat diterapkan pada proyek sejenis.

Referensi

- Agrawal, G. P. (2021). *Fiber-optic communication systems* (5th ed.). New York: Wiley-interscience.
- Badan Standardisasi Nasional. (2022). *Persyaratan umum instalasi kabel serat optik bawah tanah (SNI 7615-1:2022)*.
- Himam, M. K., & Anam, S. (2026). Teknik pemilihan informan dalam penelitian kualitatif: Strategi dan implementasi. *Jurnal Pendidikan Sosial Dan Humaniora*, 5(2), 1688-1696.
- International Telecommunication Union. (2016). Characteristics of a single-mode optical fibre and cable (ITU-T Recommendation G.652). ITU. <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.652>
- International Telecommunication Union. (2024a). Characteristics of a bending loss insensitive single-mode optical fibre and cable (ITU-T Recommendation G.657). ITU. <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.657>
- International Telecommunication Union. (2024b). Characteristics of a single-mode optical fibre and cable (ITU-T Recommendation G.652). ITU. <https://www.itu.int/publications/zh/publication/itu-t-g-652-2024-08-characteristics-of-a-single-mode-optical-fibre-and-cable>
- PT Telkom Akses. (2023). *Pedoman standar operasional prosedur (SOP) pembangunan infrastruktur serat optik*. PT Telkom Akses. <https://www.telkomakses.co.id>
- Rozzaki, R., Stefanie, A., & Purnama, J. D. A. (2024). 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 Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(4), 5814-5819.
- Subarna, D., Wisdianti, D., & Andriana, M. (2024). Pengembangan Infrastruktur Kabel Serat Optik Bawah Tanah: Sarana Jaringan Utilitas Terpadu Kota Medan. *JURNAL PEMBANGUNAN KOTA MEDAN*, 1(1), 35-47.
- Telkom Indonesia. (2019). *Panduan arsitektur jaringan Fiber to the Home (FTTH)*. PT Telkom Indonesia.
- Wismaya, F., & Jambola, L. (2018). Analisis Kinerja Sistem Penyambungan Serat Optik Menggunakan Metoda Fusion Splicing Pada Ruas Soreang - Nanjung. *TRANSISTOR Elektro dan Informatika*, 3(1).