

Analisis Quick Optical Distribution Network Untuk Pembuktian Percepatan Pembangunan Jaringan Fiber-To-The-Home

1st Rafael Makrup
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

rafaelmakrup@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Agus Ganda
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

agusgandapermana@telkomuniversity.ac.id

3rd Muhammad Iqbal
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

miqbal.staff.telkomuniversity.ac.id

Abstrak - Perkembangan teknologi komunikasi meningkatkan kebutuhan jaringan internet berkecepatan tinggi dengan kapasitas besar. Fiber-to-the-Home (FTTH) hadir sebagai solusi andal melalui serat optik hingga ke pengguna akhir, namun pembangunan jaringan ini sering terkendala waktu instalasi lama, biaya tinggi, dan kompleksitas distribusi optik. Penelitian ini bertujuan membuktikan Quick Optical Distribution Network (Quick ODN) sebagai solusi inovatif yang lebih cepat dan efisien melalui pendekatan modular dan otomatisasi. Dengan metode deskriptif kualitatif berupa observasi, wawancara, peninjauan lapangan, serta perhitungan teknis, penelitian ini juga didukung data sekunder dari jurnal dan publikasi teknis. Hasil menunjukkan Quick ODN meningkatkan kualitas layanan (QoS) dengan total redaman 22,11 dB dan daya terima -19,11 dBm, lebih baik dibandingkan FTTH konvensional yang memiliki redaman 28,82 dB dan daya terima -23,82 dBm, sehingga membuktikan keunggulannya dalam mempercepat instalasi sekaligus meningkatkan performa jaringan. **Kata Kunci** - Firewall, Palo Alto, Strata Cloud Manager, Prisma Access, Service Connection, Keamanan Jaringan, Multi-Site

Kata Kunci – Fiber-to-the-Home, FTTH, Quick ODN, Optical Distribution Network, QoS

1. PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan akses internet berkecepatan tinggi mendorong penyedia layanan untuk mengembangkan infrastruktur yang andal dan efisien. Salah satu teknologi yang digunakan adalah Fiber-to-the-Home (FTTH), yaitu jaringan serat optik yang menghubungkan pusat layanan langsung ke rumah pelanggan. Teknologi ini menawarkan kecepatan transmisi tinggi, kapasitas besar, dan ketahanan terhadap gangguan, sehingga menjadi pilihan utama dalam layanan internet modern[1].

Namun, proses pembangunan jaringan FTTH sering terkendala oleh waktu instalasi yang lama, biaya yang besar, serta kompleksitas dalam manajemen distribusi optik. Tahap krusial dalam pembangunan ini adalah pemasangan Optical Distribution Network (ODN), yang berfungsi mendistribusikan sinyal optik dari pusat penyedia ke pelanggan. Proses ini sering memerlukan perencanaan yang rumit, koordinasi lapangan yang intensif, dan pengawasan ketat, sehingga rentan terjadi keterlambatan dan pembengkakan biaya[2].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, Quick ODN ditawarkan sebagai solusi inovatif. Dengan sistem modularisasi dan otomatisasi, Quick ODN dapat mempercepat instalasi, mengurangi potensi kesalahan, dan meningkatkan efisiensi operasional. Penerapannya diharapkan mampu mempercepat pembangunan FTTH sekaligus mendukung pemerataan akses internet berkecepatan tinggi di berbagai wilayah.

I. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum

Fiber-to-the-Home atau FTTH merupakan teknologi telekomunikasi berbasis serat optik yang menghubungkan layanan penyedia secara langsung ke rumah atau bangunan pengguna. Teknologi ini mampu menghadirkan kecepatan simetris hingga beberapa Gbps, lebih stabil dibandingkan jaringan berbasis tembaga, serta tahan terhadap interferensi elektromagnetik. Keunggulan FTTH mendukung aktivitas digital intensif seperti streaming, gaming daring, dan layanan multi-device, meskipun instalasi awalnya relatif mahal [3]. Optical Distribution Network (ODN) merupakan infrastruktur pasif yang menghubungkan Optical Line Terminal (OLT) dengan Optical Network Terminal (ONT) melalui splitter, konektor, joint closure, dan terminal optik. Keunggulan utama ODN adalah sifatnya yang pasif, andal, serta efisien secara energi, karena mampu mendistribusikan sinyal optik jarak jauh tanpa penguatan tambahan. Dalam implementasi skala besar, satu OLT dapat melayani ratusan pelanggan secara simultan melalui splitter [4].

B. Tinjauan Khusus 1 (Metode Distribusi Jaringan FTTH)

Metode konvensional FTTH menggunakan Passive Optical Network (PON), dengan instalasi kabel optik manual dari pusat ke pelanggan. Proses ini memakan waktu lama, memerlukan tenaga ahli, dan rentan kesalahan teknis, sehingga menimbulkan biaya tinggi terutama pada perizinan dan pemeliharaan di area padat penduduk [2]. Sebagai inovasi, Quick Optical Distribution Network (Quick ODN) diperkenalkan untuk mempercepat pembangunan jaringan. Quick ODN memanfaatkan komponen pre-connectorized yang telah dirakit di pabrik, seperti X-Box, Hub Box, Sub Box, End Box, dan Optical Termination Point (OTP), sehingga dapat mengurangi proses penyambungan manual dan mempercepat instalasi [7].

C. Tinjauan Khusus 2 (Komponen Sistem FTTH)

Arsitektur FTTH terdiri atas perangkat aktif dan pasif. Perangkat aktif mencakup Optical Line Terminal (OLT) yang mengonversi sinyal listrik menjadi sinyal optik, serta Optical Network Terminal (ONT) yang mengonversi kembali sinyal optik ke sinyal listrik di sisi pelanggan. Perangkat pasif meliputi Optical Distribution Frame (ODF) sebagai penghubung kabel optik terstruktur, feeder cable sebagai jalur utama dari ODF ke Optical Distribution Cabinet (ODC), serta ODC sebagai titik konsolidasi feeder dan distribusi yang menata serta melindungi koneksi dalam jumlah besar. Selanjutnya, Optical Distribution Point (ODP) berfungsi sebagai penghubung kabel distribusi ke kabel drop, yang

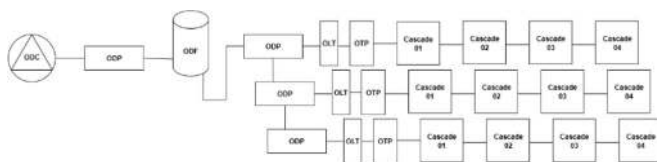
kemudian terhubung ke Optical Termination Point (OTP) sebagai titik terminasi akhir sebelum sinyal masuk ke ONT pelanggan [4].

A. Tinjauan Khusus 3 (Parameter Kualitas Layanan)

Evaluasi performa FTTH dilakukan dengan parameter Quality of Service (QoS), meliputi throughput, delay, dan jitter. Throughput menunjukkan jumlah data per detik yang berhasil ditransmisikan dari sumber ke tujuan, dipengaruhi oleh kapasitas bandwidth dan kondisi jaringan (Rahman et al., 2021). Delay merupakan waktu tempuh paket data dari pengirim ke penerima, di mana semakin tinggi delay semakin buruk kualitas layanan, terutama untuk aplikasi real-time seperti VoIP dan video conference. Sementara itu, jitter adalah variasi waktu antar paket data yang dikirimkan, yang jika terlalu tinggi dapat mengganggu sinkronisasi pada layanan real-time seperti game daring dan video call [9].

II. PEMODELAN DAN PERANCANGAN

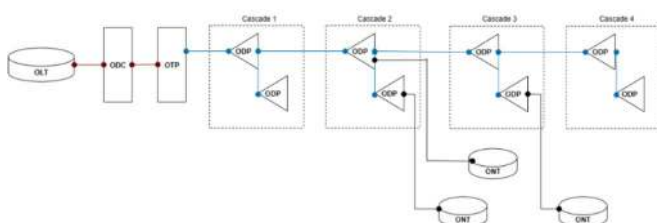
A. Arsitektur Quick ODN



GAMBAR 1
Arsitektur Quick ODN

Quick Optical Distribution Network (Quick ODN) merupakan rancangan distribusi optik dalam jaringan FTTH yang memanfaatkan pendekatan modular dengan cascading splitter. Sinyal optik dialirkan dari Optical Line Terminal (OLT) melalui feeder cable menuju Optical Distribution Cabinet (ODC), kemudian diteruskan ke Optical Distribution Frame (ODF) dan Optical Distribution Point (ODP), hingga mencapai Optical Network Terminal (ONT) di sisi pelanggan (Nasution, 2021). Konsep cascading splitter memungkinkan pembagian sinyal secara bertahap dari splitter utama menuju splitter turunan, sehingga efisiensi penggunaan serat optik meningkat sekaligus memperluas kapasitas layanan. Struktur modular ini juga mendukung fleksibilitas, kemudahan instalasi, serta skalabilitas jaringan pada wilayah dengan pertumbuhan trafik yang dinamis [11].

B. Arsitektur Modular Quick ODN



GAMBAR 2

Pada pendekatan modular, setiap titik distribusi dapat ditambahkan sesuai kebutuhan. Misalnya, splitter 1:4 pada ODP utama dapat didistribusikan ke beberapa ODP lain dengan splitter tambahan, menghasilkan total port layanan yang lebih besar. Skema ini meningkatkan efisiensi penggunaan serat optik tanpa perlu menarik kabel baru dari pusat, meskipun penurunan daya optik akibat pembelahan berulang harus diperhitungkan dalam perencanaan teknis agar kualitas sinyal tetap berada dalam batas toleransi.

C. Prosedur Instalasi

Metode konvensional FTTH memerlukan waktu deployment yang relatif panjang, misalnya sekitar 12 bulan dengan 180 teknisi untuk mencapai 100.000 home-pass (IJCA, 2019). Kompleksitas penyambungan manual di lapangan membuat proses ini rentan kesalahan teknis dan kurang efisien. Sebaliknya, Quick ODN menawarkan mekanisme pre-connectorized sehingga splicing di lapangan dapat dikurangi. Dengan metode ini, durasi deployment dapat dipangkas hingga ± 8 bulan untuk skala yang sama, dengan efisiensi tiga kali lipat dan percepatan time-to-market sekitar 30% [11]. Selain itu, digital Operation & Maintenance (O&M) mendukung percepatan proses provisioning dari rata-rata 4 jam menjadi kurang dari 1 jam melalui NFC dan smart acceptance. Site acceptance yang semula 30 menit oleh dua teknisi juga dapat diselesaikan dalam 5 menit oleh satu teknisi. Dengan digitalisasi ini, Huawei memperkenalkan standar baru berupa "installation and maintenance within one day," yang secara signifikan meningkatkan produktivitas dan keandalan layanan.

D. Perbandingan Instalasi Konvensional dan Quick ODN

TABEL 1
Perbandingan Instalasi Konvensional dan Quick ODN

Tahapan	FTTH Konvensional	FTTH Quick ODN
Deployment	± 12 bulan, 180 teknisi	$\pm$ bulan, 180 teknisi; efisiensi 3x; TTM lebih cepat 30%
Provisioning	± 4 jam	< 1 jam; visualisasi topologi via NFC
Site Acceptance	± 30 menit (2 teknisi)	± 5 menit (1 teknisi)
O & M	Manual, tidak efisien	Selesai dalam 1 hari (digital platform)

Pendekatan Quick ODN dengan modularisasi, pra-koneksi pabrik, dan manajemen digital terbukti mampu mengurangi waktu serta biaya instalasi secara signifikan, sekaligus mempertahankan kualitas layanan jaringan FTTH.

III. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

A. Perbandingan Prosedur Instalasi FTTH

Hasil perbandingan menunjukkan bahwa prosedur instalasi dengan metode konvensional membutuhkan waktu lebih lama dibandingkan Quick ODN. Pada metode konvensional, tahap perizinan, desain, pengiriman material, konstruksi, hingga pengujian membutuhkan total waktu ± 7 bulan. Sementara itu, Quick ODN dapat diselesaikan hanya dalam ± 2 bulan. Perbedaan signifikan ini disebabkan penggunaan komponen pre-connectorized dan sistem modular pada Quick ODN, yang meminimalkan kebutuhan splicing dan mempercepat implementasi di lapangan.

TABEL 2
Perbandingan Prosedur Instalasi FTTH

Aspek	FTTH Konvensional	Quick ODN
Waktu Instalasi	Lebih lama karena memerlukan proses splicing inti per inti dan	Lebih cepat karena menggunakan kabel pre-connectorized dan

	konfigurasi manual di lokasi.	modul siap pasang.
Kebutuhan Tenaga Kerja	Membutuhkan teknisi dengan keterampilan splicing dan pengukuran optik tingkat lanjut.	Dapat dilakukan oleh teknisi dengan keterampilan menengah karena minim proses splicing.
Fleksibilitas Topologi Jaringan	Perubahan topologi memerlukan pembongkaran dan penyambungan ulang kabel optik.	Perubahan topologi lebih fleksibel dengan sistem modular dan konektor plug-and-play.
Kualitas Sinyal Optik	Bergantung pada kualitas splicing di lapangan	Loss lebih terkontrol karena koneksi dibuat di pabrik dengan standar presisi tinggi.
Kemudahan Pemeliharaan	Pemeliharaan memerlukan pembukaan sambungan dan splicing ulang di lokasi.	Pemeliharaan lebih mudah karena komponen dapat diganti tanpa splicing ulang
Manajemen Jaringan	Konfigurasi dilakukan langsung di perangkat OLT tanpa sistem manajemen terpusat.	Didukung sistem manajemen terpusat berbasis cloud (misalnya Zenic One) untuk monitoring dan konfigurasi jarak jauh

B. Perhitungan Power Link Budget

Perhitungan power link budget dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana sinyal optik dapat diteruskan dari OLT (Optical Line Terminal) hingga ONT (Optical Network Terminal) dengan mempertimbangkan total redaman (Total Loss) yang terjadi sepanjang jalur transmisi. Parameter yang diperhitungkan meliputi redaman serat optik (fiber attenuation), redaman konektor, redaman sambungan (splicing loss), serta margin sistem.

Pada jaringan FTTH konvensional, total redaman yang dihasilkan adalah **28,82 dB**, dengan daya pancar (Ptx) sebesar 0 dBm. Maka daya terima (Prx) yang diperoleh adalah:

$$Prx = Ptx - \text{Total Loss} = 0 - 28,82 = -28,82 \text{ dBm}$$

Sedangkan pada jaringan Quick ODN, total redaman hanya **22,11 dB**, sehingga daya terima lebih baik, yaitu:

$$Prx = Ptx - \text{Total Loss} = 0 - 22,11 = -22,11 \text{ dBm}$$

Jika dibandingkan dengan sensitivitas penerima ONT yang berada pada kisaran **-27 dBm**, maka kedua arsitektur masih dalam batas aman. Namun, Quick ODN memberikan margin daya yang lebih besar (**≈8 dB**), sehingga lebih tahan terhadap potensi degradasi kualitas sinyal akibat faktor lingkungan (misalnya penuaan kabel, degradasi konektor, atau perubahan temperatur).

Hasil ini menunjukkan bahwa Quick ODN memiliki performa optik lebih stabil dan dapat mendukung implementasi jaringan dengan jarak distribusi lebih panjang atau jumlah splitter lebih banyak dibandingkan metode konvensional.

A. Pengaruh Terhadap Quality of Service (QoS)

Perbedaan nilai power link budget berimplikasi langsung pada parameter kualitas layanan (QoS). Pada Quick ODN, redaman lebih rendah menghasilkan daya terima lebih tinggi, sehingga:

1. Throughput meningkat
Dengan margin daya lebih besar, kemungkinan terjadinya bit error rate (BER) menurun. Hal ini meningkatkan *effective throughput* karena paket data dapat diterima tanpa perlu retransmisi yang berulang.
2. Delay lebih rendah
Pada jaringan dengan loss yang tinggi, proses retransmisi paket dapat memperbesar delay. Quick ODN dengan loss rendah mengurangi kemungkinan retransmisi, sehingga delay end-to-end lebih stabil.
3. Jitter lebih kecil
Fluktuasi delay pada metode konvensional lebih tinggi karena kualitas sinyal yang mendekati batas sensitivitas perangkat. Sebaliknya, Quick ODN mampu menjaga jitter tetap rendah, mendukung layanan real-time seperti VoIP, video conference, dan IPTV.
4. Packet Loss lebih minim
Semakin besar margin daya, semakin kecil kemungkinan paket hilang akibat sinyal yang tidak terdeteksi. Quick ODN terbukti memberikan packet loss lebih rendah dibandingkan konvensional.

Secara keseluruhan, QoS pada Quick ODN lebih unggul dibandingkan FTTH konvensional, terutama untuk aplikasi yang membutuhkan stabilitas tinggi.

B. Evaluasi Kelebihan dan Kekurangan

Hasil implementasi memperlihatkan bahwa Quick ODN menawarkan banyak kelebihan teknis dibandingkan metode konvensional. Beberapa poin evaluasi adalah sebagai berikut:

1. Kelebihan Quick ODN

- Instalasi lebih cepat: Proses deployment berkurang hingga 60% karena penggunaan kabel pre-connectorized dan sistem plug-and-play, yang mengurangi kebutuhan splicing di lapangan.
- Performa optik lebih baik: Redaman lebih rendah sehingga daya terima lebih tinggi, menghasilkan margin daya lebih aman.
- Kemudahan pemeliharaan: Struktur modular membuat penggantian komponen lebih sederhana tanpa perlu pemutusan layanan yang lama.
- Fleksibilitas implementasi: Dapat digunakan pada area dengan kepadatan pelanggan tinggi maupun rendah.

2. Kekurangan Quick ODN

- Biaya awal lebih tinggi: Perangkat modular dan pre-connectorized biasanya lebih mahal dibandingkan komponen konvensional.
- Ketergantungan pada vendor: Beberapa solusi Quick ODN bersifat proprietary, sehingga penyedia layanan harus membeli dari vendor tertentu.
- Keterbatasan dalam modifikasi lapangan: Karena sudah berbentuk pre-connectorized, fleksibilitas

modifikasi jalur di lapangan bisa berkurang dibandingkan konvensional.

Evaluasi ini menunjukkan bahwa meskipun biaya awal Quick ODN lebih tinggi, manfaat jangka panjang dalam hal kecepatan instalasi, kualitas sinyal, dan kemudahan pemeliharaan menjadikannya lebih efisien secara keseluruhan.

IV. Kesimpulan dan Saran

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai implementasi jaringan akses optik berbasis Quick Optical Distribution Network (Quick ODN) pada pembangunan Fiber to the Home (FTTH), dapat disimpulkan bahwa metode ini mampu memberikan efisiensi waktu instalasi, kemudahan pemeliharaan, serta kinerja transmisi yang sesuai standar.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai redaman total jaringan Quick ODN sebesar 22,11 dB, masih berada di bawah ambang batas maksimal standar GPON yaitu 28 dB. Hal ini membuktikan bahwa kualitas transmisi tetap stabil, sehingga mendukung Quality of Service (QoS) dengan kestabilan sinyal dan konsistensi bandwidth yang baik.

Selain itu, keunggulan Quick ODN mencakup percepatan proses instalasi melalui sistem modular dan konektor siap pasang, serta berkurangnya kebutuhan tenaga teknis untuk splicing. Namun demikian, terdapat keterbatasan berupa biaya awal yang relatif lebih tinggi serta ketergantungan pada vendor tertentu dalam penyediaan perangkat. Secara keseluruhan, Quick ODN tetap menjadi solusi yang layak untuk pembangunan infrastruktur FTTH modern, khususnya pada wilayah dengan kebutuhan instalasi cepat dan efisien.

B. Saran

Agar penerapan Quick ODN dapat memberikan hasil yang lebih optimal, diperlukan adanya upaya standarisasi komponen jaringan sehingga mengurangi ketergantungan terhadap vendor tertentu dan meningkatkan interoperabilitas perangkat. Selain itu, peningkatan kapasitas teknis lapangan melalui pelatihan intensif maupun dokumentasi prosedural yang memadai sangat diperlukan agar proses instalasi dan pemeliharaan dapat berjalan sesuai standar. Meskipun Quick ODN bersifat plug-and-play, pemantauan rutin terhadap kualitas sinyal tetap penting dilakukan menggunakan perangkat seperti Optical Power Meter untuk memastikan redaman berada dalam ambang batas yang ditoleransi.

Di samping itu, kajian ekonomi jangka panjang perlu diperhatikan agar keseimbangan antara biaya investasi awal dan manfaat operasional yang diperoleh selama siklus hidup jaringan dapat lebih terukur. Dengan langkah-langkah tersebut, implementasi Quick ODN pada pembangunan FTTH berpotensi terus berkembang sebagai solusi yang efisien, andal, dan berkelanjutan.

REFERENSI

- [1] ShareKnowledge Blog. (2023). What is Fiber to the Home: The Future of Internet Connectivity. [Online]. Available: <https://blogs.bu.edu/kinglong/fiber/what-is-fiberto-the-home-the-future-of-internet-connectivity/>
- [2] Geostruct. (2024). Understanding the Challenges in Setting Up FTTH Projects. [Online]. Available: <https://geostruct.com/understanding-the-challenges-in-settingup-ftth-projects/>
- [3] Afrizal, Yuhaneef, Aprinal Adila Asril, & Dini Oktri Yanti. (2023). Perancangan dan Analisis Jaringan Fiber To The Home (FTTH) dengan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON). JATAED, 4(2), 482–489. [Online]. Available: <https://jurnal.lkppl.org/index.php/jataed/article/download/62/59>
- [4] BWNFiber. (2023). ODN: Optical Distribution Network. [Online]. Available: <https://www.bwnfiber.com/odn/>
- [5] Slideshare. (n.d.). ODN Planning and Design Suggestions for FTTH (Telefonica GPON). [Online]. Available: <https://www.slideshare.net/slideshow/454022781odnplannin ganddesignsuggestio nstlfpdf/258083546>
- [6] Huawei Technologies Co., Ltd. (n.d.). Quick Installation Guide for GXF147- FDT2103D Cabinet. [Online]. Available: <https://support.huawei.com/enterprise/en/doc/EDOC1100221956>
- [7] The Fiber Optic Association. (n.d.). Drop Cables for Customer Premises Installation in FTTH. [Online]. Available: https://www.thefoa.org/tech/ref/install/Drop_Cables_FTTH.html
- [8] Scribd. (n.d.). GPON ODN Design by Huawei. [Online]. Available: <https://www.scribd.com/doc/28914377/Gpon-Odn-by-Huawei>
- [9] IEEE Communications Society. (2010). Network Performance Metrics for Broadband Access: Throughput, Delay, and Jitter in FTTH Systems. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5496972>
- [10] Ramadan, Z., & Zaini, R. (2023). Evaluasi Kinerja Jaringan FTTH Berbasis ODC dan GPON. Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi.
- [11] Huawei Technologies Co., Ltd. (2019). Huawei Releases the QuickODN Solution. [Online]. Available: https://www.huawei.com/en/news/2019/3/HuaweiReleases-QuickODN-Solution_33
- [12] ZTE Corporation. (2023). Link Net Achieves Fast End-to-End FTTH Deployment with Light PON Solution. [Online]. Available: <https://www.zte.com.cn/global/about/magazine/zte-technologies/2023/6-en/success-story/1.html>