 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

Analisis Peningkatan Kualitas Internet dari HFC ke FTTH pada Perumahan X

Analysis of Internet Quality Improvement from HFC to FTTH in Housing X

[1]Carissa Elfrida*, [2]Ahmad Fauzi, [3]Endah Setyowati
[1,2,3]Program Studi Sistem Telekomunikasi, Universitas Pendidikan Indonesia
[1,2,3]Jl. Dr. Setiabudi No.229, Isola, Kec. Sukasari, Kota Bandung, Jawa Barat 40154, Indonesia
*e-mail: ahmad.fauzi@upi.edu

(***received***: 14 April 2025, ***revised***: 30 June 2025, ***accepted***: 1 July 2025)

Abstrak

Permintaan terhadap layanan internet yang cepat, stabil, dan andal semakin meningkat, terutama di lingkungan perumahan padat penduduk. Salah satu masalah yang masih dihadapi adalah keterbatasan jaringan *Hybrid Fiber Coaxial* (HFC), yang menyebabkan kecepatan rendah, latensi tinggi, dan koneksi tidak stabil. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peningkatan kualitas internet akibat migrasi dari jaringan HFC ke *Fiber to the Home* (FTTH) di Perumahan X, Jakarta Timur. Metode yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif melalui pengukuran langsung terhadap 100 homepass sebelum dan sesudah migrasi. Parameter yang dianalisis meliputi kecepatan download dan upload, latensi, *jitter, packet loss, Power Link Budget, Optical Power Budget, Round Trip Time* (RTT), dan *Quality of Service* (QoS) *Metrics*. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan dalam kecepatan internet serta penurunan latensi dan *jitter* setelah migrasi ke FTTH. Rata-rata kecepatan download meningkat dari 16.75 Mbps menjadi 128.79 Mbps, sedangkan kecepatan *upload* meningkat dari 2.99 Mbps menjadi 54.53 Mbps. Latensi menurun dari 66.23 ms menjadi 5.73 ms, jitter berkurang dari 12.37 ms menjadi 2.55 ms, dan packet loss turun dari 3.06% menjadi 0.47%. Perhitungan *Power Link Budget* menunjukkan bahwa meskipun FTTH memiliki *power budget* yang lebih kecil dibandingkan HFC, kualitas jaringan yang dihasilkan lebih stabil dan andal. Hasil ini menunjukkan bahwa FTTH memberikan koneksi yang lebih stabil dan andal dibandingkan HFC.

Kata kunci: *Hybrid Fiber-Coaxial* (HFC), *Fiber to the Home* (FTTH), Migrasi Jaringan, Kualitas Layanan Internet, Metrik Kinerja Jaringan.

Abstract

The demand for fast, stable, and reliable internet services continues to grow, particularly in densely populated residential areas. One of the ongoing issues is the limitations of Hybrid Fiber Coaxial (HFC) networks, which often result in low speeds, high latency, and unstable connections. This study aims to analyze the improvement in internet quality resulting from the migration from HFC to Fiber to the Home (FTTH) in Residential Area X, East Jakarta. A quantitative approach was employed, involving direct measurements on 100 homepasses before and after the migration. The parameters analyzed include download and upload speeds, latency, jitter, packet loss, Power Link Budget, Optical Power Budget, Round Trip Time (RTT), and Quality of Service (QoS) metrics. The results show a significant improvement in internet performance after the migration to FTTH. The average download speed increased from 16.75 Mbps to 128.79 Mbps, while the upload speed rose from 2.99 Mbps to 54.53 Mbps. Latency decreased from 66.23 ms to 5.73 ms, jitter dropped from 12.37 ms to 2.55 ms, and packet loss was reduced from 3.06% to 0.47%. Although FTTH has a lower power budget compared to HFC, the Power Link Budget analysis indicates that the network quality delivered by FTTH is more stable and reliable. These findings confirm that FTTH provides a significantly more stable and dependable internet connection than HFC.

Keywords: *Hybrid Fiber-Coaxial (HFC), Fiber to the Home (FTTH), Network Migration, Internet Service Quality, Network Performance Metrics.*

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

1 Pendahuluan

Di era digital yang berkembang pesat, internet telah menjadi kebutuhan fundamental dalam kehidupan sehari-hari. Baik dalam bidang pendidikan, pekerjaan, komunikasi, hiburan, hingga layanan publik, koneksi internet yang cepat, stabil, dan andal sangat diperlukan. Berdasarkan laporan Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII), penetrasi internet di Indonesia terus meningkat setiap tahun, didorong oleh meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap layanan digital berbasis data yang berkualitas tinggi.Namun, di tengah tingginya permintaan tersebut, banyak kawasan pemukiman di Indonesia masih mengandalkan jaringan *Hybrid Fiber Coaxial* (HFC) sebagai media utama distribusi internet. Teknologi ini merupakan kombinasi antara kabel serat optik dan kabel koaksial, yang awalnya dikembangkan untuk layanan televisi kabel dan kemudian diadaptasi untuk layanan internet. Meski lebih baik dibandingkan jaringan tembaga konvensional, HFC memiliki keterbatasan dalam hal *bandwidth* terbatas, latensi tinggi, dan kerentanan terhadap interferensi sinyal, yang berdampak pada ketidakstabilan koneksi.

Permasalahan tersebut menjadi lebih nyata di kawasan padat penduduk, di mana jumlah pengguna dan *volume* lalu lintas data sangat tinggi. Keterbatasan HFC dalam menangani beban trafik menyebabkan seringnya terjadi penurunan kecepatan internet, terutama pada jam-jam sibuk, serta munculnya delay dan jitter yang mengganggu layanan real-time seperti video konferensi dan permainan daring. Hal ini menunjukkan perlunya solusi teknologi yang lebih modern dan efisien.Sebagai respons terhadap kondisi ini, sejumlah penyedia layanan internet mulai melakukan migrasi infrastruktur jaringan dari HFC ke *Fiber to the Home* (FTTH). Teknologi FTTH menggunakan kabel serat optik sepenuhnya dari pusat distribusi hingga ke titik pengguna akhir (end-user), yang mampu menyediakan kapasitas *bandwidth* lebih besar, latensi rendah, serta ketahanan sinyal terhadap gangguan eksternal. FTTH dinilai lebih unggul dalam mendukung kebutuhan konektivitas masa kini dan masa depan.

Namun demikian, perlu dilakukan kajian ilmiah untuk mengevaluasi efektivitas migrasi ini secara teknis, terutama pada lingkungan nyata seperti kawasan perumahan padat. Tidak cukup hanya mengandalkan klaim teoretis atau spesifikasi teknis dari produsen perangkat jaringan, tetapi juga harus dibuktikan melalui pengukuran langsung terhadap performa jaringan sebelum dan sesudah migrasi.Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peningkatan kualitas jaringan internet akibat migrasi dari HFC ke FTTH pada lingkungan perumahan di Jakarta Timur. Pengukuran dilakukan terhadap 100 homepass dengan membandingkan parameter teknis utama seperti kecepatan unduh dan unggah, latensi, *jitter, packet loss,* serta perhitungan *Power Link Budget, Optical Power Budget, Round Trip Time* (RTT), dan *Quality of Service* (QoS) *Metrics*.

Dengan hasil penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi pengembangan teknologi jaringan di Indonesia, khususnya dalam menentukan arah migrasi jaringan berbasis kabel koaksial menuju jaringan berbasis serat optik. Penelitian ini juga dapat menjadi acuan bagi penyedia layanan internet dalam merencanakan peningkatan infrastruktur secara lebih terarah dan efisien..

2 Tinjauan Literature

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas perbandingan antara HFC dan FTTH dalam aspek kualitas jaringan. Metode manajemen *bandwidth* seperti *Hierarchical Token Bucket* (HTB) dan *Per Connection Queue* (PCQ) memberikan performa jaringan yang berbeda tergantung pada struktur jaringan yang digunakan, dengan FTTH menunjukkan reliabilitas yang lebih tinggi dalam transmisi data [1]. Teknologi FTTH memungkinkan pengalokasian *bandwidth* yang lebih fleksibel dan responsif terhadap kebutuhan pengguna, sehingga lebih adaptif terhadap lonjakan trafik jaringan.

Penelitian menunjukkan bahwa FTTH memiliki konsumsi daya listrik yang lebih efisien dibandingkan HFC, serta memiliki jumlah node yang lebih sedikit yang menyebabkan sistem lebih stabil [2]. Efisiensi daya ini menjadi penting mengingat kebutuhan untuk membangun infrastruktur jaringan yang hemat energi dan berkelanjutan. Selain itu, jaringan FTTH lebih minim perawatan karena komponen aktif lebih sedikit dan lebih andal terhadap gangguan eksternal.

Migrasi dari HFC ke FTTH juga meningkatkan *network availability* secara signifikan, terutama dalam konteks pemeliharaan jaringan dan *downtime* yang lebih rendah [3]. Dengan kata lain, FTTH memungkinkan penyedia layanan untuk menjaga kontinuitas layanan secara lebih konsisten, yang penting terutama bagi pengguna rumah dan bisnis yang mengandalkan koneksi internet stabil.

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

Optimisasi terhadap *power budget* dalam jaringan FTTH menunjukkan bahwa meskipun terdapat tantangan teknis seperti redaman optik, jaringan FTTH tetap mampu memberikan kualitas transmisi yang baik di lingkungan perkotaan [4]. Dengan perencanaan yang tepat, redaman sinyal dapat diminimalkan sehingga kualitas layanan tetap terjaga meskipun di area padat penduduk dengan jarak distribusi yang bervariasi.

Kinerja jaringan FTTH di kawasan padat penduduk tetap menunjukkan performa tinggi dalam hal stabilitas dan *throughput* jaringan [5]. Penggunaan teknologi fiber optik dalam skala besar di area ini terbukti mampu mengatasi tantangan kepadatan trafik dan interferensi yang biasanya menjadi hambatan utama pada teknologi HFC. Selain itu, studi terbaru mengenai pengurangan latensi melalui penerapan teknik modulasi canggih menunjukkan bahwa FTTH dapat mendukung aplikasi real-time seperti video konferensi dan gaming online dengan lebih baik dibandingkan HFC [6]. Latensi rendah dan *jitter* minimal yang dihasilkan oleh FTTH membuatnya menjadi pilihan utama untuk mendukung berbagai layanan digital modern.

Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi dengan memberikan data empiris dari lingkungan perumahan di Jakarta Timur untuk menguatkan berbagai studi yang telah dilakukan sebelumnya. Fokus utama penelitian ini adalah membandingkan secara langsung performa jaringan sebelum dan sesudah migrasi dari HFC ke FTTH, serta menilai dampaknya terhadap parameter teknis seperti latensi*, jitter*, *packet loss*, kecepatan *download* dan *upload*, serta perhitungan *Power Link Budget, Optical Power Budge*t, *Round Trip Time* (RTT), dan QoS *Metrics*, yang belum banyak dibahas dalam penelitian sebelumnya. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam implementasi dan evaluasi transisi jaringan HFC ke FTTH di lingkungan perumahan serupa.

3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen lapangan berupa pengukuran langsung performa jaringan sebelum dan sesudah migrasi dari HFC ke FTTH. Tujuan utamanya adalah mengevaluasi secara objektif peningkatan kualitas layanan internet berdasarkan parameter teknis.

3.1 Ruang Lingkup dan Objek Penelitian

Penelitian dilakukan di salah satu perumahan kawasan Jakarta Timur dengan jumlah 100 *homepass* yang menjadi objek uji coba migrasi jaringan. Fokus pengamatan adalah membandingkan kinerja jaringan sebelum dan sesudah migrasi dari HFC ke FTTH.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan utama dalam penelitian ini adalah data hasil pengukuran jaringan sebelum dan sesudah migrasi. Adapun alat yang digunakan meliputi:

1. Aplikasi Pengukuran Jaringan: *Speedtest* by Ookla, Wireshark, dan PingPlotter untuk mengukur latensi*, jitter, packet loss*, dan *throughput.*
2. *Optical Power Meter*: Digunakan untuk mengukur daya optik dalam jaringan FTTH.OTDR (*Optical Time-Domain Reflectometer*): Digunakan untuk menguji kualitas kabel serat optik dan mendeteksi redaman pada jaringan FTTH.
3. Router dan ONU (*Optical Network Unit*): Digunakan untuk mengukur performa perangkat sebelum dan sesudah migrasi.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

1. Pengukuran Kecepatan dan Kualitas Jaringan: Dilakukan dengan aplikasi *Speedtest,* PingPlotter, dan Wireshark.
2. Pengukuran *Power Link Budget* dan *Optical Power Budget*: Dilakukan menggunakan *Optical Power Meter* dan OTDR.
3. Pengujian RTT dan QoS Metrics: RTT diukur dengan perintah ping dalam berbagai kondisi jaringan, sedangkan QoS Metrics seperti *Mean Opinion Score* (MOS) dan *throughput* dianalisis berdasarkan data yang diperoleh.

3.4 Definisi Operasional Variabel Penelitian

Variabel yang diukur dalam penelitian ini meliputi:

1. Kecepatan *download* (Mbps): Kecepatan penerimaan data oleh pengguna.
2. Kecepatan *upload* (Mbps): Kecepatan pengiriman data oleh pengguna.

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

3. Latensi (ms): Waktu yang dibutuhkan paket data untuk mencapai tujuan dan kembali.
4. *Jitter* (ms): Variasi dalam waktu kedatangan paket data.
5. *Packet loss* (%): Persentase paket data yang hilang selama transmisi.
6. *Power Link Budget* (dBm): Total daya optik dalam jaringan berdasarkan perhitungan redaman dan sumber daya optik.
7. *Optical Power Budget*: Perhitungan redaman optik berdasarkan panjang kabel, konektor, dan *splicing* dalam jaringan FTTH.
8. *Round Trip Time* (RTT) (ms): Waktu total perjalanan paket dari pengirim ke penerima dan kembali.
9. QoS Metrics: Meliputi *Mean Opinion Score* (MOS) dan *throughput*.

3.5 Metode Perhitungan Kinerja Jaringan

1. *Power Link Budget*

   Power Link Budget dihitung menggunakan Persamaan [7], yang menggambarkan perbedaan daya antara perangkat pemancar dan penerima dengan memperhitungkan total redaman sepanjang jalur transmisi. Berdasarkan Persamaan [7*], Power Link Budget* dipengaruhi oleh total *fiber loss, connector loss*, dan *splice loss* yang terjadi sepanjang jalur transmisi.

   $$P_{budget} = P_{tx} - (Loss_{fiber} - Loss_{connector} - Loss_{splicer}) \quad [7]$$

   Keterangan:
   P_{tx}= Transmitter Power (dBm)
   $Loss_{fiber}$ = Fiber Loss (dB/km) × Total Jarak (km)
   $Loss_{connector}$= Total Connector Loss (dB)
   $Loss_{splicer}$ = Total Splice Loss (dB)

2. *Optical Power Budget*

   Optical Power Budget dihitung menggunakan Persamaan [8], yang memperhitungkan total redaman jalur optik termasuk pengaruh splitter yang digunakan pada jaringan FTTH. Berdasarkan Persamaan [8], *Optical Power Budget* memperlihatkan bagaimana *splitter loss* dan komponen jaringan lainnya mempengaruhi daya sinyal yang diterima.

   $$P_{optical} = P_{tx} - (Loss_{fiber} + Loss_{splitter} + Loss_{connector} + Loss_{splicer}) \quad [8]$$

   Keterangan:
   P_{tx}= Transmitter Power (dBm)
   $Loss_{fiber}$ = Fiber Loss (dB/km) × Total Jarak (km)
   $Loss_{connector}$= Total Connector Loss (dB)
   $Loss_{splicer}$ = Total Splice Loss (dB)
   $Loss_{splitter}$= Splitter Loss (dB)

3. *Round Trip Time* (RTT)

   Round Trip Time (RTT) dihitung menggunakan Persamaan [9], yang menunjukkan waktu total yang diperlukan untuk paket data melakukan perjalanan bolak-balik dari perangkat pengguna ke server tujuan. Berdasarkan Persamaan [9], semakin kecil RTT, maka semakin responsif jaringan yang digunakan.

   $$\text{RTT} = 2 \times Latency \quad [9]$$

   Keterangan:
   Latency dalam satuan milidetik (ms)

4. *QoS Metrics - MOS (Mean Opinion Score)*

   QoS Metrics - MOS (Mean Opinion Score) dihitung menggunakan Persamaan [10], yang memperhitungkan *variabel latency, jitter,* dan *packet loss* untuk menilai persepsi kualitas

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

layanan dari sudut pandang pengguna. Berdasarkan Persamaan [10], semakin kecil nilai *latency, jitter*, dan *packet loss,* semakin tinggi nilai MOS yang dihasilkan.

$$\text{MOS} = 4.5 - (Latency \times 0.01) - (Jitter \times 0.02) - (PacketLoss \times 0.1) \quad [10]$$

Keterangan:
MOS bernilai antara 1 (buruk) hingga 4.5 (sangat baik)
Latency dan *jitter* dalam ms, *packet loss* dalam %

3.6 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan metode statistik deskriptif, yaitu metode yang digunakan untuk menggambarkan atau meringkas data hasil pengukuran secara sistematis agar karakteristik data dapat dipahami dengan jelas tanpa melakukan generalisasi ke populasi yang lebih luas. Proses statistik deskriptif meliputi pengumpulan data, pengorganisasian, penyajian dalam bentuk tabel atau grafik, serta perhitungan nilai rata-rata dan standar deviasi untuk setiap parameter yang diukur sebelum dan sesudah migrasi dari HFC ke FTTH.

Data yang telah dianalisis secara deskriptif kemudian dibandingkan untuk melihat perubahan kinerja jaringan, seperti peningkatan kecepatan, penurunan latensi, *jitter,* dan *packet loss*. Hasil analisis ini diinterpretasikan untuk menilai dampak migrasi terhadap kualitas layanan internet secara objektif, sehingga dapat memberikan gambaran empiris berdasarkan data nyata hasil pengukuran di lapangan

4 Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan dalam kualitas jaringan setelah migrasi ke FTTH. Pengukuran kinerja jaringan dilakukan terhadap 100 *homepass* untuk membandingkan kualitas layanan internet sebelum dan sesudah migrasi dari jaringan HFC ke FTTH. Data dikumpulkan melalui pengujian langsung menggunakan berbagai alat seperti *Speedtest* by *Ookla, PingPlotter,* dan *Wireshark* untuk mengukur parameter teknis utama, yaitu kecepatan *download* dan *upload*, latensi, *jitter,* serta *packet loss*.

Setiap parameter dihitung rata-ratanya dari hasil pengukuran di lapangan, dengan disertakan pula nilai minimum dan maksimum sebagai gambaran rentang performa jaringan. Kecepatan *download* dan *upload* menunjukkan seberapa cepat data dapat diterima dan dikirim oleh pengguna, sedangkan latensi menggambarkan waktu tempuh data bolak-balik dari perangkat pengguna ke server tujuan. Jitter mengukur variasi waktu antar kedatangan paket data, yang sangat memengaruhi kestabilan layanan *real-time* seperti *video call* atau *gaming*, sementara *packet loss* menunjukkan persentase data yang hilang selama transmisi. Hasil pengukuran ini dirangkum secara sistematis dalam Tabel 1, yang menunjukkan perbandingan parameter kecepatan *download* dan *upload*, latensi, *jitter*, serta *packet loss* sebelum dan sesudah migrasi.

Tabel 1 Hasil pengukuran kinerja jaringan sebelum dan sesudah migrasi

Parameter	Sebelum Migrasi (HFC)	Sesudah Migrasi (FTTH)
1. Kecepatan *Download* (Mbps)	16.75 (5.14 - 29.67)	128.79 (52.18 - 199.96)
2. Kecepatan Upload (Mbps)	2.99 (1.03 - 4.94)	54.53 (21.61 - 98.92)
3. Latensi (ms)	66.23 (30.35 - 99.30)	5.73 (1.16 - 9.91)
4. *Jitter* (ms)	12.37 (5.22 - 19.86)	2.55 (0.52 - 4.99)
5. *Packet Loss*(%)	3.06 (1.04 - 4.97)	0.47 (0.01 - 0.98)

Berdasarkan hasil pengukuran, terlihat bahwa kecepatan download dan upload mengalami peningkatan signifikan setelah migrasi ke FTTH. Kecepatan *download* meningkat hampir 8 kali lipat, sedangkan kecepatan *upload* meningkat lebih dari 18 kali lipat. Hal ini menunjukkan bahwa FTTH mampu memberikan bandwidth yang lebih besar dibandingkan HFC, sesuai dengan temuan penelitian

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

sebelumnya yang menyatakan bahwa jaringan FTTH lebih unggul dalam kapasitas transmisi data dibandingkan HFC.

Selain itu, latensi pada jaringan FTTH menurun drastis dibandingkan dengan HFC. Hal ini berimplikasi pada peningkatan responsivitas jaringan, yang sangat berpengaruh dalam aplikasi real-time seperti *video conferencing* dan *gaming online*. *Jitter* dan *packet loss* juga mengalami penurunan yang signifikan, yang menunjukkan kestabilan koneksi yang lebih baik pada jaringan FTTH dibandingkan HFC.

Untuk menguatkan analisis, dilakukan juga perhitungan *Optical Power Budget* sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2. Pada Tabel 2, ditampilkan hasil perhitungan nilai *transmitter power*, total *optical loss,* dan *power budget* yang mencerminkan efisiensi transmisi sinyal pada jaringan FTTH. Pada tabel 2 ini disajikan untuk mengukur efisiensi transmisi sinyal pada jaringan FTTH, dilakukan perhitungan *Optical Power Budget* dengan mempertimbangkan beberapa komponen redaman dalam jalur transmisi. Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui apakah daya optik yang ditransmisikan dari perangkat pemancar (*transmitter*) masih berada dalam batas yang dapat diterima oleh perangkat penerima (*receiver*) setelah melewati berbagai elemen jaringan seperti kabel fiber optik, konektor, sambungan (*splice*), dan *splitter.*

Nilai *Optical Power Budget* pada table 2 ini dihitung dengan mengurangi total *optical loss* dari nilai *transmitter power. Optical loss* sendiri merupakan jumlah dari redaman kabel fiber (*fiber loss* × panjang kabel), redaman konektor, redaman sambungan, dan redaman splitter seperti pada rumus berikut: $P_{optical} = P_{tx} - (Loss_{fiber} + Loss_{splitter} + Loss_{connector} + Loss_{splicer})$. Nilai hasil akhir *Power Budget* yang masih dalam batas toleransi menunjukkan bahwa sinyal optik dapat diterima dengan baik oleh perangkat pengguna tanpa mengalami penurunan kualitas yang signifikan.

Perhitungan lengkap *Optical Power Budget* ditunjukkan pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2 Hasil perhitungan optical power budget

Parameter	Nilai
1. *Transmitter Power* (dBm)	4.89
2. Total *Optical Loss* (dB)	7.68
3. *Power Budget* (dB)	-2.79

Hasil perhitungan *Optical Power Budge*t, terlihat bahwa total optical loss pada jaringan FTTH masih dalam batas toleransi, yang menandakan bahwa sistem transmisi optik yang digunakan dapat beroperasi dengan baik tanpa mengalami degradasi sinyal yang signifikan.

Selanjutnya, perbandingan *Round Trip Time* (RTT) dan kualitas layanan (QoS Metrics) sebelum dan sesudah migrasi ditampilkan dalam Tabel 3**.** Tabel 3 menunjukkan perubahan signifikan pada nilai RTT, *Mean Opinion Score* (MOS), dan *throughput* setelah migrasi dari jaringan HFC ke FTTH. Perbandingan hasil pada Tabel 3 diperoleh melalui pengukuran langsung terhadap tiga parameter utama, yaitu *Round Trip Time* (RTT)**,** *Mean Opinion Score* (MOS**)**, dan *Throughput***,** baik sebelum maupun sesudah migrasi dari jaringan HFC ke FTTH. RTT diukur menggunakan perintah *ping* dari perangkat pengguna ke *server* tujuan dan mencatat waktu yang dibutuhkan paket data untuk melakukan perjalanan pulang-pergi (*round trip*).

Nilai RTT yang diperoleh mencerminkan tingkat responsivitas jaringan; semakin kecil nilainya, semakin cepat respons jaringan tersebut. Pengukuran MOS dilakukan untuk menilai persepsi kualitas layanan secara subjektif berdasarkan parameter teknis seperti latensi, *jitter*, dan *packet loss*. *Throughput* dihitung berdasarkan volume data yang berhasil ditransmisikan per satuan waktu menggunakan alat uji seperti *Speedtest* by Ookla. Setelah semua pengukuran dilakukan, data dari jaringan HFC dan FTTH dibandingkan untuk mendapatkan rata-rata dari masing-masing parameter.

Berdasarkan Tabel 3**,** hasil akhirnya menunjukkan bahwa RTT menurun drastis, nilai MOS meningkat signifikan, dan throughput naik tajam setelah jaringan bermigrasi ke FTTH. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas layanan jaringan mengalami peningkatan yang sangat positif setelah migrasi, baik dari sisi teknis maupun dari perspektif pengguna.

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

Tabel 3 Hasil pengukuran kinerja jaringan sebelum dan sesudah migrasi

Parameter	Sebelum Migrasi (HFC)	Sesudah Migrasi (FTTH)
1. *Round Trip Time* (ms)	95.77	5.51
2. *Mean Opinion Score* (MOS)	3.28	4.34
3. *Throughput* (Mbps)	15.46	94.60

Dari hasil pengukuran, terlihat bahwa RTT pada jaringan FTTH jauh lebih rendah dibandingkan dengan HFC. RTT yang lebih rendah menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan paket data untuk pergi dan kembali antara *client* dan *server* lebih cepat, sehingga meningkatkan pengalaman pengguna dalam berbagai layanan berbasis jaringan.

Selain itu, QoS Metrics menunjukkan peningkatan signifikan setelah migrasi ke FTTH. *Mean Opinion Score* (MOS) meningkat dari 3.28 menjadi 4.34, yang menunjukkan peningkatan kepuasan pengguna terhadap kualitas jaringan. *Throughput* juga mengalami lonjakan dari 15.46 Mbps pada HFC menjadi 94.60 Mbps pada FTTH, yang mencerminkan peningkatan efisiensi dalam transmisi data.

Penelitian ini mengonfirmasi bahwa migrasi ke FTTH membawa peningkatan signifikan dalam kualitas jaringan, terutama dalam aspek kecepatan, latensi, kestabilan sinyal, serta kualitas pengalaman pengguna. Dengan demikian, hasil ini dapat menjadi referensi bagi penyedia layanan internet dalam meningkatkan kualitas layanan mereka melalui implementasi FTTH secara lebih luas.

5 Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peningkatan kualitas jaringan internet akibat migrasi dari *Hybrid Fiber Coaxial* (HFC) ke *Fiber to the Home* (FTTH) di lingkungan perumahan padat di Jakarta Timur. Berdasarkan hasil pengukuran terhadap 100 *homepass*, ditemukan bahwa migrasi jaringan ke FTTH secara signifikan meningkatkan kualitas layanan internet.

Secara spesifik, peningkatan tersebut terlihat pada parameter teknis seperti kecepatan *download* yang meningkat dari 16.75 Mbps menjadi 128.79 Mbps dan *upload* dari 2.99 Mbps menjadi 54.53 Mbps. Selain itu, latensi menurun drastis dari 66.23 ms menjadi 5.73 ms, jitter dari 12.37 ms menjadi 2.55 ms, dan *packet loss* dari 3.06% menjadi 0.47%. Parameter tambahan seperti *Optical Power Budget* dan RTT juga menunjukkan hasil yang mendukung stabilitas dan keandalan jaringan FTTH. Nilai *Mean Opinion Score* (MOS) meningkat dari 3.28 menjadi 4.34, yang mengindikasikan kualitas pengalaman pengguna yang jauh lebih baik setelah migrasi.

Dengan demikian, tujuan penelitian telah tercapai, yaitu membuktikan bahwa FTTH secara teknis memberikan kinerja jaringan yang lebih baik dibandingkan HFC. Penelitian ini dapat menjadi referensi bagi penyedia layanan internet dalam mengambil keputusan strategis terkait migrasi teknologi jaringan untuk meningkatkan kualitas layanan di wilayah pemukiman padat.

Namun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Studi hanya dilakukan pada satu lokasi perumahan di Jakarta Timur, sehingga hasilnya belum tentu dapat digeneralisasi untuk wilayah lain dengan kondisi geografis atau kepadatan pengguna yang berbeda. Selain itu, penelitian ini hanya mencakup parameter teknis dan belum mengevaluasi aspek biaya, efisiensi implementasi, maupun persepsi pengguna terhadap migrasi jaringan. Oleh karena itu, penelitian lanjutan direkomendasikan untuk mencakup wilayah dan variabel yang lebih luas agar hasilnya lebih komprehensif.

Referensi

[1] A. A. Tambunan and Lukman, "Analisis Perbandingan *Quality of Service* (QoS) pada Performa *Bandwidth* Jaringan dengan Metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) dan *Per Connection Queue* (PCQ)," Jurnal Teknologi Informasi, Vol. XV, No. 3, 2020.

[2] S. Suherman et al., "*Analysis of Electric Power Consumption in FTTH Network by Reducing Amount of Node HFC,*" Int. J. Innov. Sci. Res. Technol., Vol. 8, No. 5, pp. 3847-3853, May

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

2023. [Online]. Available: https://ijisrt.com/assets/upload/files/IJISRT23MAY2417.pdf (Analisis konsumsi daya FTTH vs HFC)

[3] A. Khalil et al., "*Impact of HFC to FTTH Migration on Network Availability*," J. Netw. Syst., Vol. 15, No. 2, pp. 45-60, 2023.

[4] E. Wahyudi et al., "*Power Budget Optimization in FTTH Networks for Urban Deployments*," J. Lightwave Technol., Vol. 41, No. 5, pp. 1456-1465, 2023.

[5] L. Rahmawati et al., "*Performance Evaluation of FTTH in High-Density Environments*," IEEE J. Opt. Commun. Netw., Vol. 15, No. 3, pp. 234-245, 2023.

[6] R. Nugroho et al., "*Latency Reduction in FTTH Networks Using Advanced Modulation Techniques*," IEEE Photon. Technol. Lett., Vol. 35, No. 8, pp. 401-404, 2023.

[7] E. Safrianti and W. T. Mukti, "*FTTH Network Expansion Modeling and Link Budget for Housing Locations*," Int. J. Electr. Energy Power Syst. Eng., Vol. 2, No. 1, pp. 22–26, Feb. 2019, doi:10.31258/ijeepse.2.1.22-26.

[8] S. Ridho, A. N. A. Yusuf, S. A. Andra, D. N. S. Sirin, and C. Apriono, "*Fiber to the Home (FTTH) Network Design at Housing in Urban Areas*," J. Nas. Teknol. Elektro dan Teknol. Inform., Vol. 9, No. 1, , doi:10.22146/jnteti.v9i1.138.

[9] H. Wibowo, A. Nugraha, and R. Kurniawan, "*RTT and Packet Loss Evaluation on FTTH Networks using Ping and Traceroute,*" *Jurnal Teknik Telekomunikasi*, Vol. 9, No. 1, pp. 12–20, 2022.

[10] R. Nugroho, I. Suryadi, and D. Hidayat, "*Evaluating QoS and MOS in FTTH Services with Latency and Jitter Variables*," *IEEE Photonics Technology Letters*, Vol. 35, No. 8, pp. 401–404, 2023.

[11] F. F. Mubarok and T. A. Wibowo, "Integrasi Sistem *Headend* HFC pada Jaringan *Fiber to the Home* untuk Layanan TV *Broadcast Analog*," *Jurnal Elektro dan Telekomunikasi Terapan*, Vol. 5, No. 1, 2018.

[12] P. Wulandari, S. Soim, and M. Rose, "Monitoring dan Analisis *QoS (Quality of Service)* Jaringan Internet pada Gedung KPA Politeknik Negeri Sriwijaya dengan Metode Drive Test," *Prosiding SNATIF ke-4 Tahun 2017. [Online]. Available: https://media.neliti.com/media/publications/174268-ID-monitoring-dan-analisis-qos-quality-of-s.pdf

[13] P. R. Utami, "Analisis Perbandingan Quality of Service Jaringan Internet berbasis *Wireless* pada Layanan *Internet Service Provider (ISP)* Indihome dan *First* Media," *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, Vol. 25, No. 2, 2020.

[14] ARRIS Enterprises, "*HFC Transformation to FTTP: The Role of RFOG, PON, and DOCSIS 3.1,*" Whitepaper,2023. [Online]. Available: https://www.commscope.com/globalassets/digizuite/1641-arris-hfctofttp-whitepaper-final.pdf.

[15] N. Sari et al., "*Comparative Study of HFC and FTTH Reliability in Tropical Climates*," IEEE Trans. Reliab., Vol. 72, No. 2, pp. 789-798, 2023.

[16] C. Silvia, K. S. Syahrani, and A. Adriansyah, "Analisis Pengujian *Quality of Service Provider* 4G LTE pada *Smartphone Android* di Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya," TELISKA J. Tekn. Elektro Polsri, Vol. 17, No. 1, Mar. 2024, doi:10.5281/zenodo.10878572.

[17] D. Kusuma et al., "*Fiber Optic Cable Attenuation Analysis for FTTH Migration*," IEEE Trans. Instrum. Meas., Vol. 72, pp. 1-10, 2023. (Analisis Redaman Kabel Serat Optik dalam Migrasi)

[18] F. Gunawan et al., "*QoS Improvement in Hybrid HFC-FTTH Networks using Dynamic Bandwidth Allocation*," IEEE Trans. Netw. Serv. Manag., Vol. 20, No. 1, pp. 567-578, 2023.

[19] T. Suryadi et al., "*Optimization of FTTH Deployment in Urban Residential Areas*," IEEE Access, Vol. 11, pp. 12345-12356, 2023.

[20] V. Ratkoceri, "*Techno-Economic Analysis of HFC and FTTH Upgrades*," J. Telecommun., Vol. 12, No. 4, pp. 89-102, 2023.

[21] F. Anissabilla and R. Kusumarani, "Analisis dan Evaluasi Kinerja Jaringan Internet berdasarkan *Quality of Service (QoS)*," in *Proc. Seminar Nasional SainTek*, Tangerang Selatan, Feb. 2025, pp. 12–20. doi:10.36040/saintek.v2i1.5128.