

# Analisis Komparatif Degradasi *Throughput*, Latensi, dan Stabilitas Jaringan *Wireless LAN*: Studi Empiris Koneksi *Direct Router versus Mode Repeater* Menggunakan *Xiaomi Mi WiFi Range Extender Pro (R03)* dalam Perspektif *Quality of Service (QoS)*

Keneth Langit Baranduda<sup>1</sup>, Adi Saputra<sup>1</sup>, Sopiyan Apandi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspipetek No. 46, Kel. Buaran, Kec. Serpong, Kota Tangerang Selatan. Banten 15310, Indonesia

Email: <sup>1</sup>[kenethbaranduda@gmail.com](mailto:kenethbaranduda@gmail.com), <sup>2</sup>[adiisaputra3034@gmail.com](mailto:adiisaputra3034@gmail.com),

<sup>3</sup>[dosen02601@unpam.ac.id](mailto:dosen02601@unpam.ac.id)

(\* : coresponding author)

**Abstrak**– Penelitian ini menyajikan analisis komprehensif mengenai kinerja infrastruktur jaringan nirkabel (*Wireless Local Area Network/WLAN*) pada lingkungan residensial dan *Small Office Home Office (SOHO)*, dengan fokus spesifik pada dampak penggunaan perangkat penguat sinyal (*signal repeater*) terhadap integritas data dan kualitas layanan. Latar belakang penelitian didorong oleh prevalensi area *blank spot* pada bangunan yang menghambat konektivitas di era transformasi digital. Penelitian ini membandingkan dua topologi utama: koneksi langsung (*direct connection*) ke Access Point utama dan koneksi termediasi (*bridged connection*) menggunakan *Xiaomi Mi WiFi Range Extender Pro (Model R03)*. Menggunakan metodologi eksperimental kuantitatif dan standar pengukuran TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks*), parameter yang diuji meliputi *Throughput*, *Packet Loss*, *Delay (Latensi)*, *Jitter*, dan *Received Signal Strength Indicator (RSSI)*. Hasil penelitian menunjukkan adanya dikotomi performa: sementara *extender* berhasil meningkatkan RSSI secara signifikan di area *dead zone*, terjadi degradasi *throughput* masif sebesar 50-60% akibat mekanisme *half-duplex* pada radio tunggal 2.4 GHz serta peningkatan latensi hingga 300%. Temuan ini dianalisis dengan mengintegrasikan kerangka kerja komputasional dari penelitian Sopiyan Apandi terkait sistem pendukung keputusan dan klasifikasi algoritmik, memberikan wawasan baru tentang *trade-off* antara jangkauan sinyal dan kualitas transmisi dalam implementasi sistem informasi modern.

**Kata Kunci:** *WiFi Extender, Xiaomi R03, QoS, Half-Duplex, Throughput, Teknik Informatika, Jaringan Nirkabel*

**Abstract**– This study presents a comprehensive analysis of *Wireless Local Area Network (WLAN)* infrastructure performance in residential and *Small Office Home Office (SOHO)* environments, specifically focusing on the impact of signal repeaters on data integrity and quality of service. Motivated by the prevalence of blank spots hindering connectivity in the era of digital transformation, this research compares two primary topologies: direct connection to the main Access Point and bridged connection using the *Xiaomi Mi WiFi Range Extender Pro (Model R03)*. Utilizing quantitative experimental methodology and TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks*) measurement standards, the tested parameters include *Throughput*, *Packet Loss*, *Delay (Latency)*, *Jitter*, and *Received Signal Strength Indicator (RSSI)*. The results reveal a performance dichotomy: while the extender significantly improves RSSI in dead zones, there is a massive throughput degradation of 50-60% due to the half-duplex mechanism on the single 2.4 GHz radio, alongside a latency increase of up to 300%. These findings are analyzed by integrating computational frameworks from Sopiyan Apandi's research on decision support systems and algorithmic classification, offering new insights into the trade-off between signal coverage and transmission quality in modern information system implementations.

**Keywords:** *WiFi Extender, Xiaomi R03, QoS, Half-Duplex, Throughput, Informatics Engineering, Wireless Network*

## 1. PENDAHULUAN

Transformasi digital telah merubah lanskap interaksi manusia dengan teknologi secara fundamental. Infrastruktur jaringan komputer, khususnya jaringan nirkabel (WiFi), telah berevolusi dari sekadar fasilitas pelengkap menjadi kebutuhan primer yang menopang operasional pendidikan, bisnis, dan manajemen rumah tangga. Dalam konteks ekonomi mikro dan pendidikan kejuruan, ketersediaan akses internet yang stabil menjadi prasyarat mutlak. Hal ini sejalan dengan penelitian

Sopiyan Apandi, Muhammad Raihan, dkk. (2024) dalam artikel bertajuk "*Pengenalan Kewirausahaan Dalam Era Digital Pada SMK Negeri 6 Tangerang Selatan*", yang menegaskan bahwa literasi digital dan akses terhadap infrastruktur teknologi adalah pondasi utama bagi adaptasi masyarakat modern terhadap ekosistem ekonomi digital. Tanpa infrastruktur jaringan yang memadai, inisiatif digitalisasi di tingkat akar rumput akan menghadapi hambatan struktural yang signifikan.

Namun, realitas fisik lingkungan seringkali tidak sejalan dengan kebutuhan digital tersebut. Fenomena atenuasi gelombang radio akibat material bangunan seperti beton, kaca, dan logam sering menciptakan area *dead zone* atau titik mati di mana sinyal dari *router* utama tidak dapat menjangkau perangkat pengguna (*client*). Dalam skenario ini, solusi penarikan kabel LAN (*wired backbone*) seringkali dianggap tidak praktis atau terlalu mahal untuk pengguna rumahan. Akibatnya, pasar dibanjiri oleh solusi nirkabel berupa *WiFi Range Extender* atau *Repeater*, dengan Xiaomi Mi WiFi Range Extender Pro (Model R03) menjadi salah satu varian paling populer karena faktor aksesibilitas harga dan kemudahan konfigurasi.

Permasalahan muncul ketika ekspektasi pengguna tidak selaras dengan batasan teknis perangkat. Terdapat miskonsepsi umum bahwa indikator sinyal penuh (*full bar*) pada perangkat *client* setara dengan kecepatan transfer data yang maksimal. Secara teoritis, arsitektur jaringan *wireless* yang menggunakan *repeater* dengan radio tunggal (*single band*) akan memicu mekanisme *half-duplex*. Dalam mode ini, perangkat tidak dapat mengirim dan menerima data secara simultan, melainkan harus membagi slot waktu (*time division*) untuk dua proses tersebut. Literatur teknis mengindikasikan bahwa hal ini berpotensi memangkas *throughput* efektif menjadi setengah dari kapasitas *link* yang tersedia.

Lebih jauh lagi, stabilitas jaringan memiliki dampak langsung terhadap kinerja aplikasi berbasis web yang kini mendominasi ekosistem perangkat lunak. Apandi dan Muhammad (2023) dalam jurnal *OKTAL: Jurnal Ilmu Komputer dan Sains* melalui penelitian "*Implementasi Progressive Web Apps Pada Aplikasi Pendaftaran Peserta Didik Baru di SMK Farmasi Minasa Mulia Ciputat*", menekankan bahwa performa aplikasi (*Progressive Web Apps/PWA*) sangat bergantung pada latensi jaringan sisi pengguna. Sebuah aplikasi yang dirancang dengan kode efisien sekalipun akan mengalami kegagalan fungsi (*timeout, lag*) jika jaringan pengantar memiliki latensi dan *jitter* yang tinggi. Oleh karena itu, investigasi mendalam mengenai degradasi performa yang disebabkan oleh perangkat perantara seperti WiFi Extender menjadi sangat krusial bagi praktisi teknik informatika.

### 1.1 Arsitektur dan Protokol IEEE 802.11n

Wireless Local Area Network (WLAN) beroperasi berdasarkan standar yang ditetapkan oleh IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*). Standar IEEE 802.11n, yang juga dikenal sebagai Wi-Fi 4, merupakan standar yang masih dominan digunakan pada perangkat *low-end* dan IoT (*Internet of Things*), termasuk Xiaomi Extender Pro R03.

Karakteristik Fisik (PHY Layer): Standar 802.11n memperkenalkan teknologi MIMO (*Multiple Input Multiple Output*), yang memanfaatkan *multipath propagation* untuk meningkatkan *throughput*. Xiaomi R03 menggunakan konfigurasi antena 2x2 MIMO, yang secara teoritis mampu mencapai kecepatan PHY (*Physical Rate*) hingga 300 Mbps pada lebar kanal (*channel width*) 40 MHz.

Namun, perlu dipahami perbedaan mendasar antara PHY Rate dan *Throughput* Aplikasi. PHY Rate adalah kecepatan mentah bit-bit di udara, termasuk *header, checksum*, dan *management frames*. *Throughput* aplikasi adalah kecepatan data bersih (*payload*) yang diterima pengguna. Efisiensi protokol 802.11n biasanya berkisar antara 40-60% karena tingginya *overhead* mekanisme CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance*).

### 1.2 Mekanisme Kerja Repeater: Store-and-Forward dan Half-Duplex

Perangkat *Range Extender* atau *Repeater* bekerja pada perbatasan Layer 1 (Fisik) dan Layer 2 (Data Link) dari model OSI. Prinsip kerjanya adalah menerima *frame* data dari *Access Point* (AP) sumber, menyimpannya sementara dalam *buffer* memori, dan memancarkannya kembali ke tujuan.

Kendala Half-Duplex: Salah satu batasan fisik paling kritis pada *wireless repeater single-band* (satu radio) adalah sifat komunikasi *half-duplex*. Radio WiFi tidak dapat mengirim dan

menerima pada frekuensi yang sama secara bersamaan karena sinyal transmisi yang kuat akan "menulikan" penerimanya sendiri. Oleh karena itu, proses transmisi data melalui repeater terjadi dalam dua langkah sekuensial:

1. Fase 1: Router mengirim data ke Repeater (Repeater dalam mode RX).
2. Fase 2: Repeater mengirim data ke Client (Repeater dalam mode TX).

Hal ini secara efektif menggandakan penggunaan *airtime* untuk setiap paket data yang sama. Jika diasumsikan kondisi kanal ideal, *throughput* maksimal sistem repeater adalah:

$$T_{\text{repeater}} \approx \frac{1}{2} T_{\text{direct}} - \epsilon$$

Dimana  $\epsilon$  adalah inefisiensi tambahan akibat waktu pemrosesan CPU dan *switching latency*.

### 1.3 Parameter *Quality of Service* (QoS) Standar TIPHON

Untuk mengevaluasi kinerja jaringan secara objektif, penelitian ini mengadopsi standar yang ditetapkan oleh TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks*). Parameter kuncinya meliputi:

1. Throughput: Jumlah data yang sukses ditransfer per satuan waktu (bps).
2. Packet Loss: Persentase paket yang gagal mencapai tujuan. Kegagalan ini memicu transmisi ulang (TCP Retransmission), yang menurunkan *throughput* drastis.
3. Delay (Latensi): Waktu tempuh paket dari sumber ke tujuan.
4. Jitter: Variasi dari *delay* kedatangan paket. Jitter yang tinggi sangat merusak pengalaman aplikasi *real-time* seperti VoIP dan *Video Conferencing*.

Relevansi parameter ini sangat erat dengan keberhasilan implementasi sistem informasi. Sebagaimana dibahas dalam penelitian Sopiyan Apandi dan Nurhidayatulloh (2023) berjudul "*Analisis Efektivitas Pembelajaran Daring Pada Lembaga Bimbingan Belajar Nurul Fikri Menggunakan Metode Naive Bayes*", efektivitas sistem pembelajaran daring sangat bergantung pada stabilitas platform. Kualitas jaringan (QoS) yang buruk, ditandai dengan *jitter* tinggi, dapat menyebabkan degradasi pengalaman pengguna yang pada akhirnya mempengaruhi efektivitas pembelajaran itu sendiri.

### 1.4 Algoritma Klasifikasi dan Pengambilan Keputusan dalam Jaringan

Dalam analisis performa jaringan modern, pendekatan tidak lagi hanya berbasis pengukuran tunggal, melainkan analisis multivariat untuk mengklasifikasikan kualitas layanan. Penelitian Sopiyan Apandi (2021, 2025) mengenai penggunaan algoritma Random Forest dan Decision Tree untuk klasifikasi data memberikan kerangka berpikir yang relevan.

Meskipun Apandi menerapkan algoritma ini pada data siswa dan sentimen produk, logika yang sama berlaku pada manajemen jaringan (Network Management System). Router modern menggunakan algoritma serupa *decision tree* untuk menentukan kapan harus melakukan *roaming* (memindahkan koneksi client dari router utama ke extender). Variabel inputnya meliputi RSSI, SNR (*Signal-to-Noise Ratio*), dan *Packet Error Rate*. Pemahaman tentang algoritma klasifikasi ini penting untuk menganalisis mengapa terkadang perangkat *client* "bersikeras" terhubung ke router yang jauh (sinyal lemah) daripada ke *extender* yang dekat, atau sebaliknya.

Selain itu, pemilihan perangkat keras jaringan juga dapat didekati sebagai masalah Sistem Pendukung Keputusan (SPK). Merujuk pada karya Apandi (2025) tentang "*Perancangan Sistem Pendukung Keputusan... Menggunakan Metode MOORA*", kita dapat memandang pemilihan antara kabel LAN, Mesh WiFi, atau Extender sebagai alternatif keputusan yang dinilai berdasarkan kriteria Biaya, Kecepatan, Stabilitas, dan Kemudahan Instalasi. Perspektif ini akan digunakan dalam bab Pembahasan untuk memberikan rekomendasi yang bobotnya terukur.

### 1.5 Spesifikasi Teknis Perangkat Uji: Xiaomi Mi WiFi Range Extender Pro

Perangkat yang menjadi objek penelitian (DUT - *Device Under Test*) memiliki spesifikasi teknis sebagai berikut:

- a. Model: R03
- b. Prosesor (CPU): MediaTek MT7628K, 580 MHz.
- c. Memori (RAM): 8 MB.

- d. Flash Storage: 2 MB.
- e. Standar Wireless: IEEE 802.11b/g/n (2.4 GHz Only).
- f. Antena: 2x External High-Gain Antennas.
- g. Maksimum Klien: 16 (rekendasi), 64 (teoritis).

Kapasitas RAM 8 MB merupakan batasan kritis. Dalam teori jaringan, ukuran *buffer* memori menentukan seberapa banyak paket yang dapat antri sebelum terjadi *drop*. Kapasitas yang kecil ini diprediksi akan menjadi *bottleneck* saat trafik tinggi.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan Eksperimental Kuantitatif. Data diambil melalui pengukuran langsung di lapangan (field measurement) dengan variabel terkontrol untuk meminimalisir bias eksternal.

### 2.2 Topologi dan Skenario Pengujian

Lokasi pengujian adalah bangunan residensial tipe 72 dengan struktur dinding bata merah dan beton, yang merepresentasikan lingkungan penggunaan tipikal perangkat Xiaomi Extender Pro.

Skenario A: Baseline (Koneksi Langsung)

- *Deskripsi*: Perangkat klien terhubung langsung ke SSID Router Utama.
- *Kondisi 1*: Jarak dekat (3 meter, Line of Sight/LOS).
- *Kondisi 2*: Jarak jauh (15 meter, Non-LOS, 2 dinding penghalang).

Skenario B: Eksperimental (Koneksi Via Extender)

- *Deskripsi*: Perangkat klien terhubung ke SSID Extender ( \_plus).
- *Penempatan Extender*: Titik tengah (7 meter dari router), di mana sinyal router masih berkategori "Baik" (-60 dBm).
- *Posisi Klien*: Jarak jauh (15 meter dari router, 8 meter dari extender).

### 2.3 Alat dan Bahan (Instrumen Penelitian)

1. Sumber Internet: Koneksi Fiber Optic 50 Mbps (Simetris 1:1 DL/UL untuk pengujian lokal, Asimetris untuk internet).
2. Access Point Utama: ONT Huawei HG8245H5 (Standar ISP).
3. Repeater: Xiaomi Mi WiFi Range Extender Pro (Firmware terbaru per Jan 2026).
4. Client Device: Laptop Lenovo ThinkPad (Intel Wireless-AC 9560) dan Smartphone Android (Qualcomm Snapdragon SoC).
5. Software Analisis:
  - *iPerf3*: Untuk pengukuran *throughput* local (LAN-to-WLAN) guna mengeliminasi fluktuasi kecepatan internet ISP.
  - *Wireshark*: Untuk analisis paket dan deteksi *retransmission*.
  - *WiFi Analyzer / WiFi Info View*: Untuk memantau RSSI dan interferensi kanal.
  - *Command Prompt*: Utilitas Ping dan Tracert.

### 2.4 Prosedur Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan replikasi sebanyak 20 kali untuk setiap parameter pada jam sibuk (*busy hour*) dan jam tenang (*idle hour*). Nilai *outlier* dibuang menggunakan metode statistik deviasi standar. Perhitungan **Jitter** dilakukan menggunakan formula standar deviasi dari delay:

$$Jitter = \sqrt{\frac{\sum (D_i - \bar{D})^2}{n - 1}}$$

Dimana  $D_i$  adalah delay paket ke- $i$  dan  $\bar{D}$  adalah rata-rata delay.

### 3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Analisis Kekuatan Sinyal (RSSI) dan Jangkauan

Sebelum masuk ke performa data, evaluasi pertama difokuskan pada kemampuan perangkat dalam mempropagasi sinyal RF.

Tabel 1. Distribusi Kekuatan Sinyal (RSSI)

Lokasi Pengukuran	Jarak dari Router	RSSI Direct Connection (dBm)	RSSI Via Extender (dBm)	Kategori Sinyal (Direct)	Kategori Sinyal (Extender)
Ruang Tengah	3 Meter	-42	-35	Sangat Baik (Excellent)	Sangat Baik (Excellent)
Kamar Tidur 1	8 Meter (1 Dinding)	-65	-48	Baik (Good)	Sangat Baik (Excellent)
Teras Belakang	15 Meter (2 Dinding)	-84	-58	Buruk (Unusable)	Baik (Good)

Analisis: Data Tabel 1 memvalidasi fungsi utama Xiaomi Extender Pro. Pada Teras Belakang, koneksi langsung ke router menghasilkan RSSI -84 dBm. Berdasarkan teori propagasi, level sinyal di bawah -80 dBm sudah memasuki *noise floor*, menyebabkan paket data sulit didekode dan koneksi sering terputus (*intermittent*). Dengan adanya extender yang ditempatkan di antara Router dan Teras, klien di Teras menerima sinyal -58 dBm. Secara psikologis bagi pengguna, ini adalah peningkatan drastis dari "1 bar" menjadi "Full bar".

Namun, pertanyaan kritisnya adalah: Apakah sinyal kuat ini membawa kapasitas data yang besar?

#### 3.2 Analisis Throughput (Kecepatan Transfer Data)

Pengujian *throughput* dilakukan menggunakan iPerf3 (mode TCP) untuk mengisolasi performa WiFi dari fluktuasi internet publik. Server iPerf terhubung via kabel LAN ke router utama.

Tabel 2. Perbandingan Throughput TCP (iPerf3)

Skenario Koneksi	Downlink Speed (Mbps)	Uplink Speed (Mbps)	Efisiensi terhadap Link Speed	Persentase Degradasi
Direct (Ref. 3m)	94.5 Mbps	92.1 Mbps	~65%	0% (Baseline)
Direct (15m - Lemah)	4.2 Mbps	1.1 Mbps	~5%	95.5%
Via Extender (15m)	28.6 Mbps	14.2 Mbps	~20%	69.7%

Pembahasan Mendalam:

- Validasi Fenomena Half-Duplex: Pada kondisi ideal (jarak dekat), router mampu memberikan ~94 Mbps (limitasi port LAN 100Mbps pada router Huawei seri tertentu atau limitasi protokol 2.4GHz di lingkungan padat). Saat menggunakan extender, kecepatan maksimal yang didapat di area yang sama (untuk pengujian kontrol) tidak pernah melebihi 45-50 Mbps. Pada lokasi target (15m), *throughput* via extender tercatat 28.6 Mbps. Angka ini jauh lebih baik dibandingkan koneksi *direct* yang hampir mati (4.2 Mbps), namun secara teknis ini menunjukkan inefisiensi. Extender menerima data dari router mungkin pada kecepatan ~70 Mbps, namun karena harus memancarkan ulang di frekuensi yang sama, *throughput* ujung ke ujung terpankas lebih dari 50%.
- Analisis Algoritma Hardware: Rendahnya kecepatan *uplink* (14.2 Mbps) via extender dibandingkan *downlink* menunjukkan bahwa daya pancar (*TX Power*) dari perangkat klien (laptop/HP) ke extender menjadi faktor pembatas, atau algoritma alokasi waktu (*airtime fairness*) pada chipset MT7628K lebih memprioritaskan trafik *downlink*.



### 3.3 Analisis Latensi, Jitter, dan Stabilitas Aplikasi

Aspek ini sering diabaikan dalam pemasaran produk namun vital bagi pengalaman pengguna (User Experience/UX).

**Tabel 3.** Analisis QoS Aplikasi *Real-time*

Parameter	Direct Connection (Optimal)	Via Xiaomi Extender	Peningkatan Latensi	Status QoS (TIPHON)
Average Ping (ms)	8 ms	29 ms	+262%	Cukup (Extender)
Jitter (ms)	2 ms	18 ms	+800%	Sedang (Extender)
Packet Loss (%)	0%	1.5%	-	Bagus -> Sedang

Implikasi pada Sistem Informasi dan Aplikasi: Merujuk kembali pada studi Sopiyan Apandi mengenai *Progressive Web Apps* (PWA) dan E-Learning , dampak dari data Tabel 3 adalah sebagai berikut:

1. PWA & Web Loading: Latensi 29 ms masih dapat diterima untuk memuat halaman web statis. Pengguna PWA pendaftaran sekolah mungkin tidak akan merasakan perbedaan signifikan.
2. Video Conferencing (Zoom/GMeet): *Jitter* sebesar 18 ms adalah lampu kuning. Menurut standar Cisco dan TIPHON, *jitter* di atas 30ms akan menyebabkan distorsi suara. Nilai 18 ms via extender berarti sesekali akan terjadi "suara robot" atau video *freeze* sesaat, terutama jika ada trafik latar belakang lain.
3. Packet Loss 1.5%: Ini disebabkan oleh penuhnya *buffer* pada RAM 8MB Xiaomi Extender. Dalam aplikasi TCP (seperti download file), ini hanya menyebabkan penurunan kecepatan. Namun dalam aplikasi UDP (streaming/gaming), ini berarti data hilang permanen (frame skip).

### 3.4 Tinjauan Komparatif dengan Pendekatan Klasifikasi

Mengadopsi pola pikir klasifikasi data dari penelitian Apandi (2025) tentang *Random Forest* dan *Naive Bayes*, kita dapat mengklasifikasikan kelayakan penggunaan perangkat ini berdasarkan atribut kondisional:

**Tabel 4.** Matriks Keputusan Penggunaan (*Decision Matrix*)

Kebutuhan Pengguna	Atribut Jaringan Utama	Klasifikasi Rekomendasi	Alasan Teknis
Streaming 4K / Gaming	Low Latency, High Throughput	Tidak Direkomendasikan	<i>Jitter</i> tinggi, <i>Half-duplex</i> limit.
Browsing / Medsos	High Coverage, Med Throughput	Direkomendasikan	Peningkatan RSSI signifikan.
IoT (CCTV/Smart Bulb)	High Coverage, Low Bandwidth	Sangat Direkomendasikan	IoT butuh sinyal stabil, bukan speed tinggi.
PWA/Sistem Akademik	Low Packet Loss	Cukup (dengan catatan)	Stabil asalkan tidak <i>overloaded</i> .

Pendekatan tabel keputusan ini mirip dengan *output* dari Sistem Pendukung Keputusan metode MOORA yang dibahas dalam literatur , di mana alternatif dipilih berdasarkan bobot kriteria dominan.

## 4. IMPLEMENTASI

### 4.1 Fenomena Hidden Node dan Interferensi Co-Channel

Salah satu temuan mendalam dari analisis spektrum adalah meningkatnya *noise floor* di sekitar extender. Karena Xiaomi Extender Pro beroperasi di kanal yang sama dengan router utama (wajib untuk mode repeater standar), ia menciptakan interferensi diri sendiri (*self-interference*). Selain itu, extender seringkali menjadi "Hidden Node" bagi klien lain yang terhubung langsung ke router utama, menyebabkan tabrakan paket (collision) yang tidak terdeteksi mekanisme CSMA/CA standar secara efektif. Ini menjelaskan mengapa *Jitter* melonjak hingga 800% (Tabel 3).

### 4.2 Keterbatasan Perangkat Keras dan Dampak Ekonomi

Harga Xiaomi Extender Pro yang sangat terjangkau berbanding lurus dengan spesifikasinya. Dengan RAM 8 MB, perangkat ini tidak mampu menangani tabel *routing* atau tabel NAT yang besar. Ini relevan dengan konteks kewirausahaan digital yang dibahas Apandi ; bagi UMKM, perangkat ini adalah solusi *cost-effective* untuk konektivitas dasar (seperti mesin kasir atau CCTV), namun tidak memadai untuk menjadi tulang punggung operasional berat (seperti upload konten kreatif ukuran besar).

### 4.3 Perbandingan dengan Teknologi Mesh

Berbeda dengan sistem *Mesh* modern yang sering menggunakan *dedicated backhaul* (jalur khusus antar router, biasanya di 5 GHz), Extender Pro R03 berbagi jalur yang sama. Penelitian ini mengonfirmasi bahwa *Range Extender* adalah solusi "Band-Aid" (sementara/tambalan), bukan solusi infrastruktur yang skalabel.

## 5. KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan serangkaian pengujian empiris dan analisis teoretis yang telah dilakukan, penelitian ini menyimpulkan:

1. Peningkatan Jangkauan vs Penurunan Kecepatan: Xiaomi Mi WiFi Range Extender Pro terbukti efektif menghilangkan *dead zone* dengan meningkatkan RSSI hingga +26 dBm pada area sulit. Namun, hal ini dibayar dengan penalti *throughput* sebesar 50-60% akibat batasan fisik *half-duplex* dan *single-radio*.
2. Degradasi Latensi: Penggunaan extender memperkenalkan latensi tambahan yang signifikan (+262%) dan ketidakstabilan *jitter* (+800%), menjadikannya kurang ideal untuk aplikasi *real-time* kritis.
3. Kesesuaian Implementasi: Perangkat ini sangat cocok untuk implementasi IoT dan penggunaan ringan (browsing/sosial media) di lingkungan rumah tangga atau UMKM, namun tidak disarankan untuk aktivitas *bandwidth-heavy* atau *latency-sensitive*.
4. Validasi Teoretis: Temuan ini memperkuat teori jaringan mengenai inefisiensi *store-and-forward* pada layer data link, serta selaras dengan prinsip-prinsip optimasi sistem yang menjadi fokus dalam berbagai penelitian informatika, termasuk karya-karya Sopiyan Apandi.

### 5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya dan implementasi praktis, disarankan:

1. Implementasi Hybrid: Bagi pengguna yang membutuhkan kestabilan tinggi namun terkendala biaya, disarankan menggunakan metode *Access Point* (menghubungkan Extender ke Router via kabel, jika firmware mendukung) alih-alih mode Repeater nirkabel.
2. Penelitian Lanjutan: Melakukan analisis komparasi dengan perangkat *Dual-band Extender* untuk mengukur efektivitas penggunaan frekuensi 5 GHz sebagai *backhaul*.
3. Pengembangan Algoritma: Menerapkan metode *Machine Learning* (seperti Random Forest yang dirujuk dalam ) untuk membuat aplikasi *site survey* cerdas yang dapat memprediksi posisi penempatan extender paling optimal berdasarkan denah lantai, bukan hanya berdasarkan bar sinyal.

## REFERENCES

- S. Apandi, A. FaqihAwalludin, A. Praditya, dan H. Ilhamsyah, "Meningkatkan Kreativitas Desain Digital Dan Pengenalan Figma Sebagai Alat Prototyping UI/UX," *APPA: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, vol. 2, no. 3, 2024.
- S. Apandi, M. Raihan, I. M. W. Ningtyas, S. Irdianov, dan Aradita, "Pengenalan Kewirausahaan Dalam Era Digital Pada SMK Negeri 6 Tangerang Selatan," *APPA: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, vol. 2, no. 4, pp. 284-288, 2024.
- S. Apandi dan A. Muhammad, "Implementasi Progressive Web Apps Pada Aplikasi Pendaftaran Peserta Didik Baru di SMK Farmasi Minasa Mulia Ciputat," *OKTAL: Jurnal Ilmu Komputer dan Sains*, vol. 2, no. 12, pp. 3289-3296, 2023.
- S. Apandi dan Nurhidayatulloh, "Analisis Efektivitas Pembelajaran Daring Pada Lembaga Bimbingan Belajar Nurul Fikri Menggunakan Metode Naive Bayes," *Jurnal ESIT (E-Bisnis, Sistem Informasi, Teknologi Informasi)*, vol. 18, no. 2, pp. 21-30, 2023.
- S. Apandi, "Perancangan Sistem Pendukung Keputusan Berbasis Web Untuk Rekomendasi Mobil Bekas Pada Showroom Jaya Raharja Motor Menggunakan Metode MOORA," *Informatika: Jurnal Teknik Informatika dan Multimedia*, vol. 5, no. 2, pp. 125-137, 2025.
- M. Bahrein dan S. Apandi, "Perbandingan Kinerja Naive Bayes, Support Vector Machine, Regresi Logistik, dan Decision Tree untuk Klasifikasi Sentimen Ulasan Produk Berbasis TF-IDF," *Techno.com*, vol. 24, no. 4, pp. 1067-1078, 2025.
- Xiaomi Global, "Mi Wi-Fi Range Extender Pro Specs," *Mi.com*. [Online]. Available: <https://www.mi.com/global/product/mi-wifi-range-extender-pro/specs/>.
- IEEE, "IEEE Standard for Information technology--Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks--Specific requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications," *IEEE Std 802.11-2016*, 2016.
- ETSI, "Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS)," *ETSI TR 101 329 V2.1.1*, 1999.
- NirSoft, "WifiInfoView - WiFi Scanner for Windows 10/7/8/Vista," *NirSoft.net*. [Online]. Available: [https://www.nirsoft.net/utils/wifi\\_information\\_view.html](https://www.nirsoft.net/utils/wifi_information_view.html)