

ABSTRAK

Perkembangan jaringan nirkabel meningkatkan kebutuhan akan koneksi berkecepatan tinggi dan andal, khususnya pada lingkungan *multi-user*. IEEE 802.11ac (Wi-Fi 5) masih banyak digunakan, namun kinerjanya dibatasi oleh mekanisme akses kanal berbasis kontensi CSMA/CA yang menyebabkan penurunan *throughput* dan peningkatan *latency* seiring bertambahnya jumlah pengguna. Sementara itu, IEEE 802.11ax (Wi-Fi 6) menawarkan peningkatan kinerja melalui teknologi OFDMA dan MU-MIMO, tetapi memerlukan investasi perangkat keras yang relatif tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini menganalisis penerapan MIMO 2×2 dan OFDMA pada *modem* Wi-Fi 5 serta membandingkannya dengan Wi-Fi 6 sebagai *benchmark*.

Simulasi dilakukan menggunakan MATLAB dengan *model* kanal AWGN pada tiga skenario kepadatan pengguna, yaitu 5, 10, dan 15 pengguna. Lima konfigurasi sistem dianalisis, meliputi Wi-Fi 5 standar, Wi-Fi 5 dengan MIMO 2×2, Wi-Fi 5 dengan OFDMA, Wi-Fi 5 *Hybrid* (kombinasi MIMO 2×2 dan OFDMA), serta Wi-Fi 6. Parameter kinerja yang dievaluasi mencakup *throughput*, *latency*, *jitter*, *packet loss*, efisiensi *bandwidth*, dan *Bit Error Rate* (BER).

Hasil simulasi menunjukkan bahwa Wi-Fi 5 Hybrid mampu mencapai sekitar 80% *throughput* agregat Wi-Fi 6 dengan efisiensi *bandwidth* yang sebanding. Pada parameter *latency* dan *jitter*, Wi-Fi 5 Hybrid masing-masing sekitar 10% dan 32% lebih tinggi dibandingkan Wi-Fi 6, sementara perbedaan *packet loss* relatif kecil yaitu sekitar 0,293 poin persentase. Selain itu, pada kondisi kanal AWGN, Wi-Fi 5 Hybrid menunjukkan nilai *Bit Error Rate* (BER) sekitar 4,2 kali lebih rendah dibandingkan Wi-Fi 6. Temuan ini menunjukkan bahwa optimasi konfigurasi sistem dan teknik transmisi yang efisien pada infrastruktur Wi-Fi 5 dapat menjadi solusi transisi yang efektif sebelum implementasi penuh teknologi Wi-Fi generasi berikutnya.

Kata kunci: Wi-Fi 5, MIMO 2×2, OFDMA, QoS, Simulasi MATLAB.

ABSTRACT

The rapid evolution of *wireless* networks has increased the demand for high-speed and reliable connectivity, particularly in multi-*user* environments. IEEE 802.11ac (Wi-Fi 5) is still widely deployed; however, its performance is limited by contention-based CSMA/CA channel access, leading to *throughput* degradation and increased *latency* as the number of *users* grows. In contrast, IEEE 802.11ax (Wi-Fi 6) enhances performance through OFDMA and MU-MIMO, but requires relatively high hardware investment. Therefore, this study analyzes the impact of implementing 2×2 MIMO and OFDMA on Wi-Fi 5 *modems* and compares the results with Wi-Fi 6 as a benchmark.

Simulations were conducted in MATLAB using an AWGN channel *model* under three *user* density scenarios: 5, 10, and 15 *users*. Five system configurations were evaluated, namely standard Wi-Fi 5, Wi-Fi 5 with 2×2 MIMO, Wi-Fi 5 with OFDMA, Wi-Fi 5 *Hybrid* (2×2 MIMO and OFDMA), and Wi-Fi 6. Performance metrics included *throughput*, *latency*, *jitter*, *packet loss*, *bandwidth* efficiency, and *Bit Error Rate* (BER).

Simulation results show that the Wi-Fi 5 Hybrid configuration achieves approximately 80% of the aggregate throughput of Wi-Fi 6 with comparable bandwidth efficiency. For latency and jitter, Wi-Fi 5 Hybrid values are approximately 10% and 32% higher than those of Wi-Fi 6, while the difference in packet loss is relatively small at about 0.293 percentage points. In addition, under AWGN channel conditions, Wi-Fi 5 Hybrid exhibits a Bit Error Rate (BER) approximately 4.2 times lower than Wi-Fi 6. These findings indicate that system configuration optimization and efficient transmission techniques on existing Wi-Fi 5 infrastructure can serve as an effective transitional solution prior to full deployment of next-generation Wi-Fi technologies.

Keywords: Wi-Fi 5, 2×2 MIMO, OFDMA, QoS, MATLAB simulation.