

DAMPAK INTERFERENSI BLUETOOTH PADA KINERJA LAN NIRKABEL IEEE 802.11B PADA FREKUENSI 2,4 GHz

IMPACT OF BLUETOOTH INTERFERENCE ON IEEE 802.11B WIRELESS LAN PERFORMANCE AT 2.4 GHz FREQUENCY

Riklan Kango^{1*}, Andi Ayas Amsal², Muhamad Ilyas Abas³

^{1,2}Politeknik Negeri Balikpapan, Jl. Soekarno Hatta, KM.8, Balikpapan

³Universitas Muhammadiyah Gorontalo, Jl. Prof Mansoer Pateda, Gorontalo

*E-mail: riklan.kango@poltekba.ac.id

Diterima 08-09-2023	Diperbaiki 02-10-2023	Disetujui 12-10-2023
---------------------	-----------------------	----------------------

ABSTRAK

Di era konektivitas nirkabel yang semakin maju, gangguan antara perangkat Bluetooth dan Wireless LAN (WLAN) pada rentang frekuensi 2,4 GHz telah muncul sebagai tantangan kritis. Penelitian kami menggali aspek spesifik tentang bagaimana gangguan dari perangkat Bluetooth yang umum digunakan berdampak pada kinerja WLAN pada frekuensi yang sama. Dalam konteks ini, kami melakukan penyelidikan mendalam tentang dampak gangguan Bluetooth pada waktu transmisi dan throughput WLAN. Temuan eksperimental kami mengungkapkan implikasi yang signifikan. Pada jarak 1 meter antara perangkat Bluetooth dan WLAN, transmisi file JPEG mengalami pengurangan waktu transmisi sebesar 7,53% dan throughput sebesar 5,52%. Demikian juga, transmisi file MP3 mengalami penurunan waktu transmisi sebesar 12,35% dan throughput sebesar 9,98%. Dalam kasus file AVI, pengurangannya bahkan lebih jelas, menghasilkan penurunan waktu transmisi sebesar 21,32% dan penurunan throughput sebesar 16,01%. Hasil ini menggarisbawahi perlunya peningkatan kesadaran dan strategi mitigasi mengenai gangguan Bluetooth dalam skenario koeksistensi WLAN. Implikasi dari penelitian kami bergema secara signifikan untuk perancang dan administrator jaringan nirkabel, menawarkan wawasan untuk memastikan kinerja jaringan yang konsisten dan kuat.

Kata kunci: IEEE 802.11b, Interferensi Bluetooth, LAN Nirkabel

ABSTRACT

In the era of advanced wireless connectivity, interference between Bluetooth devices and Wireless LANs (WLANs) in the 2.4 GHz frequency range has emerged as a critical challenge. Our research delves into the specific aspects of how interference from commonly used Bluetooth devices impacts the performance of WLANs at the same frequency. In this context, we conduct an in-depth investigation of the impact of Bluetooth interference on the transmission time and throughput of WLANs. Our experimental findings reveal significant implications. At a distance of 1 meter between the Bluetooth device and the WLAN, JPEG file transmission experiences a reduction in transmission time by 7.53% and throughput by 5.52%. Likewise, MP3 file transmission experienced a reduction in transmission time by 12.35% and throughput by 9.98%. In the case of AVI files, the reduction is even more pronounced, resulting in a 21.32% decrease in transmission time and a 16.01% decrease in throughput. These results underscore the need for increased awareness and mitigation strategies regarding Bluetooth interference in WLAN coexistence scenarios. The implications of our study resonate significantly for wireless network designers and administrators, offering insights to ensure consistent and robust network performance. .

Keywords: IEEE 802.11b, Bluetooth Interference, Wireless LAN

PENDAHULUAN

Di era konektivitas nirkabel yang berkembang pesat, WiFi (IEEE 802.11b) dan teknologi *Bluetooth* telah menjadi sarana utama untuk berbagi informasi, mengakses internet,

dan berkomunikasi secara nirkabel [1]. Kedua teknologi ini beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz yang umum digunakan dan relatif terjangkau, menjadikannya pilihan utama di banyak perangkat elektronik. Namun, karena spektrum

terbatas yang tersedia, gangguan antara perangkat *Bluetooth* dan WLAN menjadi perhatian serius dalam mengoptimalkan kualitas layanan. Interferensi *Bluetooth* dapat memiliki dampak yang signifikan terhadap kinerja LAN nirkabel IEEE 802.11b yang beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz [2]. Meningkatnya popularitas IEEE 802.11 dan perangkat *Bluetooth* telah menyebabkan semakin banyaknya perangkat yang ditempatkan secara berdekatan, sehingga menimbulkan potensi masalah interferensi pada spektrum frekuensi radio 2,4 GHz [3].

Interferensi antara *Bluetooth* dan WLAN pada frekuensi 2,4 GHz dapat memiliki dampak yang signifikan terhadap kinerjanya. Penelitian telah menunjukkan bahwa masalah koeksistensi antara kedua teknologi ini sering terjadi karena pita frekuensi yang digunakan bersama, yang menyebabkan berkurangnya *throughput* dan menurunnya kinerja kedua sistem [4] [5] [6]. Interferensi dapat mengakibatkan tabrakan paket dan penundaan transmisi, yang mempengaruhi kinerja jaringan secara keseluruhan [7]. Namun, telah diamati bahwa penundaan transmisi yang disebabkan oleh *Bluetooth* sebenarnya dapat meningkatkan kinerja jaringan dalam skenario tertentu, mengurangi kemungkinan tabrakan sinyal dan meningkatkan *throughput* [3]. Untuk memastikan kinerja dan koeksistensi yang optimal, berbagai teknik telah diusulkan, seperti hopping frekuensi kacau yang dioptimalkan, yang bertujuan untuk meminimalkan gangguan dan mencapai tingkat keberhasilan yang tinggi untuk menghubungkan node *Bluetooth*. Penelitian sebelumnya telah membahas dampak interferensi antara *Bluetooth* dan WLAN pada frekuensi 2,4 GHz. Penelitian-penelitian ini secara umum mengindikasikan bahwa interferensi dari perangkat *Bluetooth* dapat mengurangi kinerja WLAN, terutama pada kualitas waktu transmisi, *throughput*, dan latensi. Namun, ada variasi hasil yang bergantung pada faktor-faktor seperti jarak antara perangkat dan jenis file yang dikirimkan. Meskipun ada beberapa studi tentang topik ini, masih diperlukan analisis lebih lanjut untuk memahami dampak interferensi secara komprehensif dan merumuskan solusi yang lebih efektif.

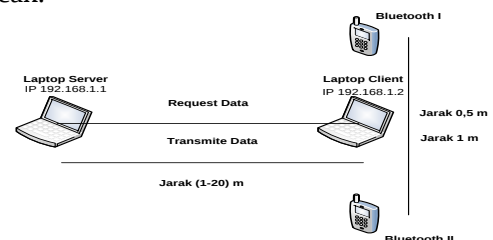
Problem interferensi antara *Bluetooth* dan WLAN memiliki implikasi penting dalam perkembangan teknologi saat ini. Kita telah menyaksikan pertumbuhan luar biasa dalam jumlah dan jenis perangkat nirkabel yang

beroperasi dalam spektrum yang sama. Penelitian ini memiliki implikasi langsung terhadap kualitas layanan yang diberikan kepada pengguna akhir, termasuk stabilitas sinyal, kecepatan transfer data, dan latensi. Dengan memahami dampak interferensi secara mendalam, kita dapat merancang sistem yang lebih tangguh dan efisien dalam menghadapi tantangan spektrum yang terbatas.

Penelitian ini memiliki tujuan utama untuk menganalisis dampak interferensi dari perangkat *Bluetooth* terhadap jaringan Wireless LAN IEEE 802.11b pada frekuensi 2,4 GHz. Melalui pendekatan eksperimental yang terkontrol, penelitian ini bertujuan untuk mengukur penurunan kualitas waktu transmisi dan *throughput* pada WLAN dalam berbagai skenario interferensi *Bluetooth*.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan desain eksperimen untuk mengukur dampak interferensi *Bluetooth* pada kinerja jaringan WLAN IEEE 802.11b pada frekuensi 2,4 GHz. Desain eksperimen ini melibatkan pengiriman berbagai jenis file (JPEG, MP3, dan AVI) dari perangkat *Bluetooth* ke perangkat WLAN dengan variasi jarak 1 meter. Setiap skenario diulang beberapa kali untuk mengurangi faktor acak.

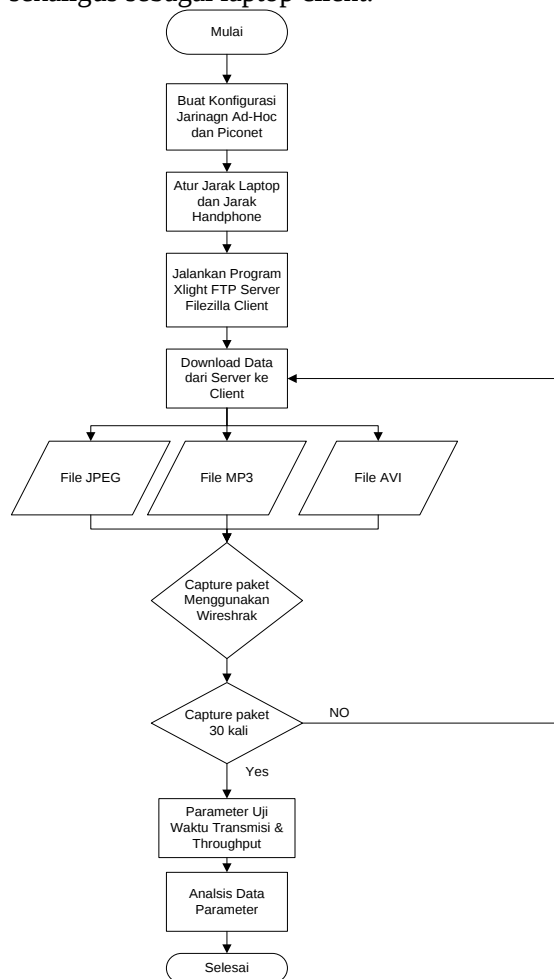


Gambar 1. Topologi Desain Eksperimen

Pemodelan sistem dalam pengukuran dan pengambilan data dapat dilihat pada Gambar 1, dimana disediakan dua buah laptop yang masing-masing berfungsi sebagai client (Rx) dan server (Tx). Pemodelan interferensi wireless terhadap *Bluetooth* dilakukan dengan meletakkan dua buah handphone yang telah dilengkapi fitur *Bluetooth* dengan kondisi *Bluetooth* aktif di sekitar laptop client.

Pengukuran ini masing-masing laptop diinstal *software* pendukung dalam pengambilan data. Pada laptop client diinstal *software* Wireshark yaitu *software* yang digunakan untuk meng-capture data yang nantinya didapatkan nilai dari parameter *throughput* dan waktu transmisi dan *software* Filezilla Client yaitu sebagai *software* FTP yang

berfungsi untuk mendownload file pada laptop server yang ditentukan. Pada laptop server diinstall *software* Xlight FTP Server yaitu sebagai *software* yang digunakan untuk mentransfer file data by request. Penelitian ini juga menggunakan topologi jaringan wireless yaitu topologi Ad-hoc dimana komunikasinya dalam level peer-to peer, dimana setiap laptop mempunyai kedudukan yang sama satu sama lain artinya bisa berfungsi sebagai laptop server sekaligus sebagai laptop client.



Gambar 2. Topologi Desain Eksperimen

Dampak interferensi dinilai melalui pengukuran kualitas waktu transmisi dan *throughput* dalam skenario *Bluetooth* ON dan OFF. Kualitas waktu transmisi diukur sebagai rata-rata waktu yang diperlukan untuk mentransmisikan file, sementara *throughput* diukur dalam Mbps. Perbandingan hasil antara kondisi *Bluetooth* ON dan OFF memberikan gambaran dampak interferensi pada performa WLAN. Untuk menganalisis dampak interferensi *Bluetooth* pada kinerja WLAN, kami melakukan pengukuran Waktu Transmisi dimana merupakan waktu yang diperlukan untuk mengirim file dari perangkat *Bluetooth* ke

perangkat WLAN dalam berbagai skenario interferensi. Kemudian pengukuran *Throughput* dimana tingkat *throughput* data saat pengiriman file dalam berbagai kondisi interferensi.

Pengujian dilakukan di lingkungan yang dikontrol dengan minimisasi gangguan eksternal untuk memastikan stabilitas dan konsistensi hasil. Ini mencakup pengaturan perangkat keras (WLAN dan *Bluetooth*) dan perangkat lunak yang sesuai dengan standar IEEE 802.11b dan *Bluetooth*. Selain itu, jarak antara perangkat *Bluetooth* dan WLAN dijaga konsisten untuk memastikan konsistensi pengukuran.

Metodologi eksperimental yang komprehensif dan terkontrol ini dirancang untuk analisis mendalam tentang dampak interferensi *Bluetooth* terhadap kinerja WLAN IEEE 802.11b pada frekuensi 2,4 GHz. Dengan pendekatan ini, kami menghasilkan data yang konsisten dan valid untuk menjawab pertanyaan penelitian secara akurat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara keseluruhan, penelitian ini mengidentifikasi dan menganalisis dampak interferensi dari perangkat *Bluetooth* terhadap kinerja jaringan WLAN IEEE 802.11b pada frekuensi 2,4 GHz. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa interferensi ini menyebabkan penurunan kualitas waktu transmisi dan *throughput* pada berbagai jenis file serta jarak antara perangkat *Bluetooth* dan WLAN.

Tabel 1 dan 2 menunjukkan hasil pengukuran pengiriman file JPEG size 890 KB, dengan *data rate* 11 Mbps pada variasi jarak 1-20 m.

Tabel 1. Nilai Rata-Rata Waktu Transmisi File JPEG terhadap jarak

Jarak (meter)	Bluetooth OFF	Bluetooth ON (jarak antara BT 1 meter)
1	0,7483	0,7668
5	0,7866	0,8165
10	0,8062	0,8534
15	0,8557	0,9318
20	0,8677	1,0082

Tabel 1. Nilai Rata-Rata *Throughput* File JPEG terhadap jarak

Jarak (meter)	Bluetooth OFF	Bluetooth ON (jarak antara BT 1 meter)
1	10,2171	9,9370
5	9,7667	9,5105
10	9,5116	9,2493
15	9,1814	8,5521
20	8,9387	7,7377

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa saat *Bluetooth* diaktifkan dan berjarak 1 meter dari WLAN, terjadi penurunan kualitas waktu transmisi sebesar 7,53% dan penurunan *throughput* sebesar 5,52%. Artinya, interferensi dari perangkat *Bluetooth* mengakibatkan pengiriman file JPEG melalui WLAN memerlukan waktu lebih lama dan memiliki kecepatan transfer data yang lebih rendah.

Tabel 3 dan 4 menunjukkan hasil pengukuran pengiriman file MP3 size 4.245 KB, dengan *data rate* 11 Mbps dengan variasi jarak 1-20 m.

Tabel 3. Nilai Rata-Rata Waktu Transmisi file MP3 terhadap jarak

Jarak (meter)	<i>Bluetooth</i> OFF	<i>Bluetooth</i> ON (jarak antara BT 1 meter)
1	3,5273	3,73703
5	3,6596	3,89583
10	3,7611	4,05716
15	3,8824	4,53321
20	4,0184	4,95393

Tabel 4. Nilai Rata-Rata Waktu *Throughput* file MP3 terhadap jarak

Jarak (meter)	<i>Bluetooth</i> OFF	<i>Bluetooth</i> ON (jarak antara BT 1 meter)
1	10,3241	9,8631
5	10,0165	9,3964
10	9,7220	9,0163
15	9,4241	8,0615
20	9,1008	7,3964

Dalam skenario yang sama dengan jarak *Bluetooth* 1 meter, hasil menunjukkan penurunan kualitas waktu transmisi sebesar 12,35% dan penurunan *throughput* sebesar 9,98% saat pengiriman file MP3. Hasil ini mengindikasikan bahwa jenis file yang lebih besar seperti MP3 lebih sensitif terhadap interferensi *Bluetooth*.

Tabel 5 dan 6 menunjukkan hasil pengukuran pengiriman file MP3 size Size 69.300 KB, dengan *data rate* 11 Mbps dengan variasi jarak 1-20 m.

Tabel 5. Nilai Rata-Rata Waktu Transmisi file AVI terhadap jarak

Jarak (meter)	<i>Bluetooth</i> OFF	<i>Bluetooth</i> ON (jarak antara BT 1 meter)
1	55,6917	60,5273
5	56,3926	63,3633
10	56,6252	66,6658
15	57,8015	74,0217
20	59,3697	82,7577

Tabel 6. Nilai Rata-Rata *Throughput* file AVI terhadap jarak

Jarak (meter)	<i>Bluetooth</i> OFF	<i>Bluetooth</i> ON (jarak antara BT 1 meter)
1	10,61066	9,7981
5	10,4878	9,37373
10	10,42043	9,02046
15	10,26593	8,0733
20	9,97336	7,17083

Pengiriman file AVI, yang umumnya memiliki ukuran yang lebih besar, menunjukkan dampak yang lebih signifikan. Pada jarak *Bluetooth* 1 meter, terjadi penurunan kualitas waktu transmisi sebesar 21,32% dan penurunan *throughput* sebesar 16,01%.

Analisis lebih lanjut pada jarak *Bluetooth* 1 meter mengungkapkan bahwa semakin besar ukuran file, semakin signifikan dampak interferensi pada kinerja WLAN. Penurunan kualitas waktu transmisi dan *throughput* cenderung meningkat seiring meningkatnya ukuran file.

Melalui analisis yang mendalam pada berbagai jenis file dan jarak antara perangkat *Bluetooth* dan WLAN, penelitian ini memberikan gambaran yang jelas tentang dampak interferensi *Bluetooth* pada kinerja WLAN IEEE 802.11b pada frekuensi 2,4 GHz. Dengan demikian, kontribusi penelitian ini adalah memberikan wawasan kuantitatif tentang dampak interferensi yang dapat membantu dalam merancang jaringan nirkabel yang lebih tangguh dan efisien.

Temuan ini menjawab pertanyaan besar yang diajukan dalam pendahuluan, yaitu bagaimana interferensi dari perangkat *Bluetooth* dapat mempengaruhi kinerja jaringan WLAN pada frekuensi 2,4 GHz. Hasil eksperimen memberikan pemahaman tentang dampak interferensi berbagai skenario, menjembatani celah pengetahuan dalam literatur [1]. Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan sejumlah penelitian serupa tentang dampak interferensi antara *Bluetooth* dan WLAN [3], [8]. Namun, perlu dicatat bahwa penelitian ini memberikan kontribusi dengan menggali dampak interferensi pada berbagai jenis file dan jarak antara perangkat. Semakin besar size file yang ditransmisikan maka semakin besar juga dampak interferensi. Kemudian jarak yang berdekatan antar perangkat mempengaruhi interferensi yang signifikan pada proses transmisi juga.

Meskipun penelitian ini memberikan wawasan yang berharga, beberapa keterbatasan tetap ada. Penelitian ini hanya

mempertimbangkan pengaruh interferensi terhadap kualitas waktu transmisi dan *throughput*, dan mungkin ada faktor lain seperti latensi yang perlu diinvestigasi lebih lanjut. Selain itu, lingkungan pengujian yang terkontrol mungkin tidak sepenuhnya merepresentasikan situasi dunia nyata. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam literatur dengan mengisi celah pengetahuan tentang dampak interferensi *Bluetooth* pada jaringan WLAN. Dengan menggabungkan hasil eksperimen yang kuantitatif dengan interpretasi mendalam, artikel ini memberikan pemahaman yang lebih lengkap tentang bagaimana interferensi dapat mempengaruhi kinerja jaringan nirkabel.

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, dampak interferensi dari perangkat *Bluetooth* terhadap kinerja jaringan WLAN IEEE 802.11b pada frekuensi 2,4 GHz telah berhasil dianalisis. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa interferensi ini berdampak negatif pada kualitas waktu transmisi dan *throughput* pada berbagai jenis file serta jarak antara perangkat *Bluetooth* dan WLAN. Temuan ini memiliki implikasi yang penting dalam merancang, mengelola, dan mengoptimalkan jaringan nirkabel. Dalam pengaturan di mana perangkat *Bluetooth* dan WLAN beroperasi bersamaan, perlu diperhatikan bahwa interferensi dapat mengganggu layanan dan mengurangi efisiensi jaringan. Rekomendasi praktis yang dapat diambil dari penelitian ini termasuk pemilihan frekuensi yang berbeda, pemantauan kualitas kinerja secara berkala, dan pengaturan lokasi pemasangan perangkat.

SARAN

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diakui. Misalnya, penelitian ini fokus pada kualitas waktu transmisi dan *throughput* sebagai indikator dampak interferensi, namun ada faktor lain seperti latensi yang mungkin memiliki dampak juga. Selain itu, lingkungan pengujian yang terkontrol mungkin tidak sepenuhnya merepresentasikan variasi kondisi dunia nyata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian yang dilaporkan dalam publikasi ini didukung oleh Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M), Politeknik Negeri Balikpapan dengan nomor

hibah 12/PL32.13/SPK-LT/2023. Proyek ini melalui skema penelitian dasar dengan dana DIPA Poltekba tahun anggaran 2023.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Insani, "Pengaruh Performansi Akibat Interferensi Pada Sistem Bluetooth Dan WLAN 802.11B," *Buletin Pos dan Telekomunikasi*, vol. 9, no. 4, pp. 383–396, 2011.
- [2] R. Kango, U. K. Usman, and Y. Purwanto, "Analisis Interferensi Bluetooth Terhadap Wireless Lan IEEE 802.11B pada Frekuensi 2,4 GHz," *Tugas Akhir*, pp. 1–9, 2012.
- [3] H. Ayagi, "Performance Analysis of Bluetooth Network in the Presence of WI-FI System," *Online*, vol. 5, no. 9, 2014, Accessed: Sep. 02, 2023. [Online]. Available: www.iiste.org
- [4] A. A. Eltholth, "Improved Spectrum Coexistence in 2.4 GHz ISM Band Using Optimized Chaotic Frequency Hopping for Wi-Fi and Bluetooth Signals," *Sensors*, vol. 23, no. 11, Jun. 2023, doi: 10.3390/S23115183.
- [5] F. Pfeiffer, M. Rashwan, E. Biebl, and B. Napholz, "Coexistence issues for a 2.4 GHz wireless audio streaming in presence of bluetooth paging and WLAN," *Advances in Radio Science*, vol. 13, pp. 181–188, Nov. 2015, doi: 10.5194/ARS-13-181-2015.
- [6] R. B. Noel, "AFIT Scholar AFIT Scholar Theses and Dissertations Student Graduate Works WLAN CSMA/CA Performance in a Bluetooth Interference WLAN CSMA/CA Performance in a Bluetooth Interference Environment Environment," 2003, Accessed: Sep. 02, 2023. [Online]. Available: <https://scholar.afit.edu/etd/4207>
- [7] K. V. Valkov and I. N. Dochev, "Overview of Electromagnetic Interference Impact over Wireless Systems for Control and Data Acquisition Working on 2.4 GHz ISM Band," *ANNUAL JOURNAL OF ELECTRONICS*, 2014, Accessed: Sep. 02, 2023. [Online]. Available: <http://www.nsf.gov/funding/pgm>
- [8] A. Mathew, N. Chandrababu, K. Elleithy, and S. Rizvi, "IEEE 802.11 & Bluetooth interference: simulation and coexistence," in *2009 Seventh Annual Communication Networks and Services Research Conference*, IEEE, 2009, pp. 217–223.