Pengukuran Coverage WIFI Access pada Jaringan Nirkabel Telkom University Landmark Tower (TULT) Menggunakan Analisis Heatmap dan QoS

1st Ondo Tua Simamora
Universitas Telkom, Fakultas Elektro
Jurusan Teknik Komputer
Bandung, Indonesia
ondotua@telkomuniversity.ac.id

2nd Umar Ali Ahmad
Universitas Telkom, Fakultas Elektro
Jurusan Teknik Komputer
Bandung, Indonesia
umar@telkomuniversity.ac.id

3rd Ari Arjunaldi
Universitas Telkom, Fakultas Elektro
Jurusan Teknik Komputer
Bandung, Indonesia
arjunaldi@telkomuniversity.ac.id

***Abstrak* — Kualitas jaringan WiFi pada Gedung Telkom University Landmark Tower (TULT) memiliki peranan penting dalam mendukung aktivitas akademik yang membutuhkan konektivitas jaringan yang stabil dan merata. Namun, hasil pengamatan awal menunjukkan adanya permasalahan jaringan berupa nilai Received Signal Strength Indicator (RSSI) yang rendah, path loss yang tinggi, penggunaan kanal yang saling tumpang tindih, serta persebaran Access Point (AP) yang belum optimal, sehingga menimbulkan blank spot dan interferensi pada beberapa area. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan meningkatkan kualitas jaringan WiFi di Gedung TULT melalui pendekatan pengukuran lapangan dan simulasi jaringan. Metode penelitian yang digunakan meliputi walk test menggunakan perangkat lunak NetSpot untuk memperoleh data RSSI, path loss, dan heatmap kondisi jaringan aktual, serta evaluasi penggunaan kanal berdasarkan standar IEEE 802.11 pada pita frekuensi 2.4 GHz dan 5 GHz. Data hasil pengukuran digunakan sebagai dasar perancangan solusi optimasi jaringan yang meliputi penyesuaian kanal, optimalisasi posisi AP, dan penambahan AP pada area dengan cakupan sinyal rendah, yang selanjutnya diuji melalui simulasi. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan kualitas jaringan secara signifikan, ditandai dengan berkurangnya area dengan RSSI buruk, penurunan interferensi, persebaran sinyal yang lebih merata, serta peningkatan pengalaman pengguna, sehingga solusi yang diusulkan terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas layanan WiFi di Gedung TULT.**

***Kata kunci*— WiFi, RSSI, Path Loss, Walk Test, Simulasi Jaringan**

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi jaringan nirkabel, khususnya Wireless Local Area Network (WLAN), telah menjadikan jaringan WiFi sebagai infrastruktur utama dalam mendukung kegiatan akademik di lingkungan perguruan tinggi[1], [2]. Gedung Telkom University Landmark Tower (TULT) sebagai salah satu pusat aktivitas akademik di Telkom University memiliki tingkat mobilitas pengguna yang tinggi dan kebutuhan akses jaringan yang stabil serta merata di setiap lantai. Oleh karena itu, kualitas jaringan WiFi menjadi faktor penting dalam menunjang proses pembelajaran, administrasi akademik, serta komunikasi digital.

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa performa jaringan WiFi indoor sangat dipengaruhi oleh faktor propagasi sinyal, penempatan Access Point (AP), pemilihan kanal, serta kondisi lingkungan bangunan[3], [4], [5]. Parameter fisik seperti Received Signal Strength Indicator (RSSI) dan path loss sering digunakan untuk mengevaluasi kualitas cakupan jaringan, sementara pengelolaan kanal pada pita frekuensi 2.4 GHz dan 5 GHz berperan penting dalam meminimalkan interferensi, khususnya pada lingkungan dengan kepadatan AP yang tinggi[1], [5]. Metode pengukuran lapangan seperti walk test dan visualisasi heatmap telah banyak diterapkan untuk memperoleh gambaran kondisi jaringan secara aktual[6], [7].

Namun, berdasarkan pengamatan awal pada jaringan WiFi di Gedung TULT, masih ditemukan berbagai permasalahan, antara lain nilai RSSI yang rendah pada beberapa area, path loss yang tinggi akibat struktur bangunan bertingkat, penggunaan kanal yang saling tumpang tindih, serta persebaran AP yang belum optimal[3], [4]. Kondisi tersebut menyebabkan terjadinya blank spot dan interferensi yang berdampak pada penurunan kualitas layanan jaringan yang dirasakan oleh pengguna.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan meningkatkan kualitas jaringan WiFi di Gedung Telkom University Landmark Tower melalui pengukuran lapangan dan simulasi jaringan. Analisis dilakukan menggunakan metode walk test dengan bantuan perangkat lunak NetSpot untuk memperoleh data RSSI, path loss, dan kondisi cakupan jaringan aktual, serta evaluasi penggunaan kanal berdasarkan standar IEEE 802.11 pada frekuensi 2.4 GHz dan 5 GHz[1], [7]. Hasil analisis digunakan sebagai dasar perancangan solusi optimasi jaringan berupa penyesuaian kanal, optimalisasi posisi AP, dan penambahan AP pada area dengan cakupan sinyal rendah, sehingga diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan pemerataan layanan WiFi di Gedung TULT.

II. KAJIAN TEORI

A. Frekuensi pada Jaringan WiFi (2.4 GHz dan 5 GHz)

Jaringan WiFi beroperasi pada beberapa pita frekuensi, dengan yang paling umum digunakan adalah 2.4 GHz dan 5 GHz. Frekuensi 2.4 GHz memiliki jangkauan yang lebih luas namun rentan terhadap interferensi karena jumlah kanal non-overlapping yang terbatas. Sebaliknya, frekuensi 5 GHz menyediakan lebih banyak kanal non-overlapping sehingga mampu mengurangi interferensi[1], [2], [5], meskipun memiliki jangkauan yang lebih pendek dan daya tembus yang

lebih rendah terhadap penghalang fisik. Pemilihan frekuensi yang tepat berpengaruh langsung terhadap kualitas dan kapasitas jaringan WiFi.

B. Channel pada Jaringan WiFi

Channel merupakan pembagian pita frekuensi menjadi subkanal yang digunakan untuk transmisi data. Pada jaringan WiFi, penggunaan channel yang tidak tepat dapat menyebabkan interferensi antar Access Point, khususnya co-channel interference (CCI). Pada frekuensi 2.4 GHz hanya terdapat beberapa channel non-overlapping, sehingga perencanaan channel menjadi aspek penting dalam lingkungan dengan kepadatan Access Point yang tinggi. Sementara itu, frekuensi 5 GHz menyediakan lebih banyak pilihan channel yang dapat meningkatkan efisiensi jaringan.

C. Access Point (AP)

AP adalah perangkat jaringan yang berfungsi sebagai penghubung antara perangkat nirkabel dan jaringan kabel. AP memancarkan sinyal radio yang memungkinkan perangkat klien terhubung ke jaringan WiFi. Kinerja Access Point dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain penempatan fisik AP, transmit power (Tx Power), pemilihan channel, serta kondisi lingkungan sekitar. Penempatan AP yang tidak optimal dapat menyebabkan cakupan sinyal tidak merata dan munculnya area dengan kualitas sinyal rendah.

D. Received Signal Strength Indicator (RSSI)

RSSI merupakan parameter yang menunjukkan tingkat kekuatan sinyal yang diterima oleh perangkat klien dari Access Point. RSSI dinyatakan dalam satuan dBm dan digunakan sebagai indikator kualitas penerimaan sinyal. Semakin besar nilai RSSI (mendekati nol), maka semakin kuat sinyal yang diterima[3], [6]. Dalam praktiknya, kategori kualitas RSSI tidak ditetapkan secara absolut oleh IEEE, sehingga klasifikasi kualitas sinyal umumnya mengacu pada praktik perencanaan jaringan dan rekomendasi.

E. Path Loss

Path loss adalah pelemahan daya sinyal yang terjadi selama proses propagasi dari pemancar ke penerima. Besarnya path loss dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jarak, frekuensi, serta karakteristik lingkungan propagasi, khususnya pada sistem komunikasi indoor[3], [4]. Pada gedung bertingkat, material bangunan seperti beton, kaca, dan sekat ruangan dapat meningkatkan nilai path loss dan menurunkan kualitas sinyal yang diterima oleh pengguna.

F. Transmit Power (Tx Power)

Tx Power merupakan daya pancar yang dihasilkan oleh Access Point untuk mengirimkan sinyal ke perangkat klien. Tx Power dinyatakan dalam satuan dBm dan berperan penting dalam menentukan jangkauan cakupan sinyal. Dalam analisis jaringan nirkabel, Tx Power sering dikaitkan dengan konsep link budget, yang menggambarkan hubungan antara daya pancar, daya terima (RSSI), dan path loss. Pengaturan Tx Power yang tidak tepat dapat menyebabkan interferensi atau sebaliknya menimbulkan area dengan sinyal lemah.

G. Interferensi pada Jaringan WiFi

Interferensi merupakan gangguan sinyal yang terjadi akibat penggunaan kanal yang sama atau berdekatan oleh beberapa Access Point dalam area yang saling tumpang tindih. Salah satu jenis interferensi yang umum terjadi pada jaringan WiFi adalah Co-Channel Interference (CCI), yaitu kondisi ketika beberapa AP menggunakan channel yang sama sehingga kapasitas kanal harus dibagi. Interferensi dapat menurunkan throughput dan stabilitas koneksi jaringan.

III. METODE

A. Singkatan dan Akronim

Singkatan dan akronim yang digunakan dalam penelitian ini didefinisikan pada saat pertama kali muncul dalam teks, meskipun telah didefinisikan sebelumnya pada bagian abstrak. Penggunaan singkatan pada judul dihindari kecuali apabila tidak dapat digantikan dengan istilah lengkap. Beberapa singkatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, Received Signal Strength Indicator (RSSI), Access Point (AP), Transmit Power (Tx Power), dan Quality of Service (QoS). Setelah didefinisikan, singkatan tersebut digunakan secara konsisten pada seluruh bagian dokumen.

B. Persamaan

Persamaan yang digunakan dalam penelitian ini ditulis menggunakan notasi matematis yang jelas dan diberi nomor secara berurutan. Nomor persamaan ditulis di dalam tanda kurung dan diposisikan rata kanan. Persamaan digunakan untuk mendukung analisis kuantitatif yang berkaitan dengan parameter jaringan nirkabel.

Salah satu persamaan yang digunakan adalah persamaan link budget sederhana untuk mengestimasi transmit power, yang dirumuskan sebagai berikut:

$$Pt = RSSI(dBm) + PL\ (dB)$$

dengan P_t menyatakan transmit power, $RSSI$ menyatakan daya terima sinyal, dan PL menyatakan nilai path loss. Persamaan ini digunakan dengan asumsi gain antena diabaikan.

C. Walk Test

Walk test merupakan metode pengukuran jaringan WiFi dengan cara melakukan pengambilan data sambil berjalan pada area penelitian. Metode ini bertujuan untuk memperoleh gambaran kondisi jaringan secara aktual, termasuk kekuatan sinyal, cakupan jaringan, dan potensi interferensi[6], [7]. Data hasil walk test biasanya divisualisasikan dalam bentuk heatmap untuk mempermudah analisis kualitas jaringan pada setiap area.



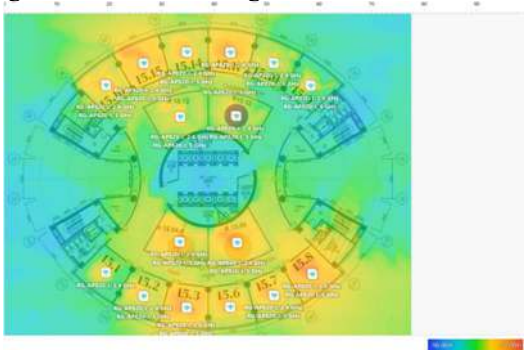
GAMBAR 1
Flowchart Walk Test

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil pengukuran, analisis, serta pembahasan terkait kualitas jaringan WiFi pada Gedung Telkom University Landmark Tower (TULT) berdasarkan parameter fisik jaringan, yaitu RSSI, path loss, dan penggunaan kanal, sebelum dan setelah dilakukan optimasi jaringan.

A. Kondisi Jaringan WiFi Aktual

Hasil pengukuran lapangan menggunakan metode walk test menunjukkan bahwa kualitas jaringan WiFi pada Gedung TULT belum merata di seluruh area. Distribusi nilai RSSI pada kondisi awal ditunjukkan pada Gambar 1, yang memperlihatkan adanya variasi kekuatan sinyal antar area dan lantai. Beberapa titik pengukuran menunjukkan nilai RSSI rendah, terutama pada area yang berjarak jauh dari Access Point atau terhalang oleh struktur bangunan seperti dinding beton dan sekat ruangan.



GAMBAR 2
Heatmap aktual lantai 15

Analisis kuantitatif terhadap nilai RSSI dan path loss pada kondisi eksisting dirangkum dalam Tabel I. Tabel tersebut menunjukkan bahwa area dengan RSSI rendah cenderung memiliki nilai path loss yang tinggi, yang mengindikasikan terjadinya pelemahan sinyal signifikan akibat jarak dan hambatan fisik.

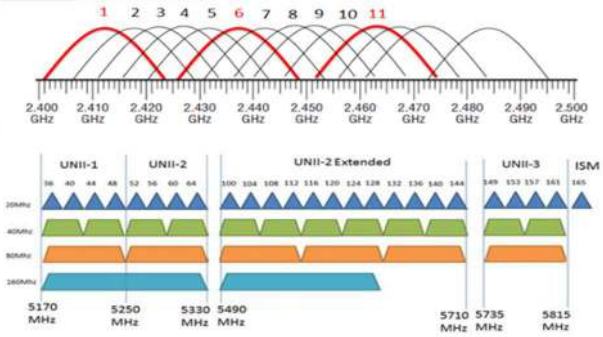
TABEL I
Data semua Access Point di lantai 15

Kelas/Ruang	2,4 / 5 GHz	Channel	RSSI (dbm)	path lost	Tx Power (dbm)	Kategori RSSI	kategori Path Lost
15.01	2,4	1	-50	54,35707091	4	baik	sangat bagus
	5			60,35707091	60	baik	sangat bagus
15.02	2,4	6	-45	53,97691965	9	baik	sangat bagus
	5	153	-46	59,97691965	14	baik	sangat bagus
15.03	2,4	11	-46	53,84567582	8	baik	sangat bagus
	5	157	-32	59,84567582	28	baik	sangat bagus
15.04	2,4	3	-36	54,55111514	19	baik	sangat bagus
	5	161	-43	60,55111514	18	baik	sangat bagus
15.05	2,4	1	-48	55,8182122	8	baik	sangat bagus
	5	149	-36	61,8182122	26	baik	cukup
15.06	2,4	1	-48	54,02657776	6	baik	sangat bagus
	5	153	-39	60,02657776	21	baik	sangat bagus
15.07	2,4	11	-53	53,98833417	1	sedang	sangat bagus
	5	157	-38	59,98833417	22	baik	sangat bagus
15.08	2,4	1	-43	53,98058771	11	baik	sangat bagus
	5	161	-29	59,98058771	31	baik	sangat bagus
15.09	2,4	8	-53	53,29504944	0	sedang	sangat bagus
	5	153	-49	59,29504944	10	baik	sangat bagus
15.10	2,4	1	-46	53,83679422	8	baik	sangat bagus
	5	149	-46	59,83679422	14	baik	sangat bagus
15.11	2,4	11	-51	54,12028931	3	baik	sangat bagus
	5	157	-34	60,12028931	26	baik	sangat bagus
15.12	2,4	11	-48	56,32983466	8	baik	sangat bagus
	5	161	-46	62,32983466	16	baik	cukup
15.13	2,4	1	-43	54,32512141	11	baik	sangat bagus
	5	153	-45	60,32512141	15	baik	sangat bagus
15.14	2,4	3	-43	53,98058832	11	baik	sangat bagus
	5	149	-40	59,98058832	20	baik	sangat bagus
15.15	2,4	11	-40	53,92060374	14	baik	sangat bagus
	5	157	-32	59,92060374	28	baik	sangat bagus
15.16	2,4	6	-43	54,10517811	11	baik	sangat bagus
	5	161	-39	60,10517811	21	baik	sangat bagus

B. Analisis Penggunaan Kanal dan Interferensi

Analisis penggunaan kanal pada jaringan WiFi eksisting menunjukkan adanya tumpang tindih kanal, khususnya pada pita frekuensi 2.4 GHz. Sebagaimana ditunjukkan pada Tabel I, beberapa Access Point yang berdekatan menggunakan kanal yang sama, sehingga menimbulkan co-channel interference (CCI). Kondisi ini menyebabkan kapasitas kanal harus dibagi dan berdampak pada penurunan kualitas koneksi.

Pada pita frekuensi 5 GHz, tingkat interferensi relatif lebih rendah dibandingkan 2.4 GHz, namun masih ditemukan penggunaan kanal yang belum optimal pada beberapa area. Ringkasan penggunaan kanal dan tingkat interferensi ditampilkan pada Gambar 2, yang menunjukkan bahwa perencanaan kanal menjadi salah satu faktor kunci dalam peningkatan kualitas jaringan WiFi indoor.



GAMBAR 3
Kanal 2.4 GHz dan 5 GHz

C. Perancangan Solusi Optimasi Jaringan

Berdasarkan hasil analisis kondisi eksisting, dirancang solusi optimasi jaringan yang meliputi penyesuaian

penggunaan kanal, optimalisasi posisi Access Point, serta penambahan Access Point pada area dengan cakupan sinyal rendah. Skema perancangan optimasi jaringan ditunjukkan pada Tabel II.

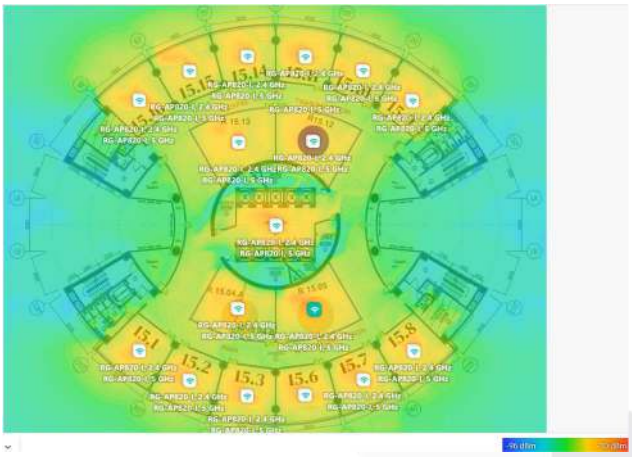
TABEL 2
Skema perancangan optimasi

Lantai	Paramater Implementasi		
	Pengaturan Tx power (dBm)*	Channel*	Jumlah AP
15	2,4 GHz		17
	15,15,15,18,18,15,15,15,15,15,15,18,18,15,15,15	1,6,11,1,6,1,6,11,1,6,11,1,6,1,6,11	
	5 GHz		
	18,18,18,20,20,18,18,18,18,18,18,20,20,18,18,18	157,161,157,157,161,161,157,161,157,161,157,157,161,161,157,161	

*Berurutan berdasarkan nomor ruangan (1-16)

Penyesuaian kanal dilakukan dengan memanfaatkan kanal non-overlapping untuk mengurangi interferensi, sedangkan optimalisasi posisi Access Point bertujuan untuk memperbaiki pemerataan cakupan sinyal. Penambahan Access Point difokuskan pada area yang sebelumnya teridentifikasi sebagai blank spot berdasarkan hasil pengukuran dan visualisasi heatmap yaitu di lorong lift.

D. Evaluasi Hasil Setelah Optimasi



GAMBAR 4
Heatmap lantai 15 setelah optimasi

TABEL 3
RSSI dan Path loss sebelum dengan sesudah optimasi

Kelas/Ruang	Sebelum Perbaikan					Setelah Perbaikan			
	2,4 / 5 GHz	RSSI (dbm)	Path loss (db)	Kategori Path Loss	Kategori RSSI	RSSI (dbm)	Path loss (db)	Kategori Path Loss	Kategori RSSI
15.01	2,4	-50	54	Sangat Baik	Baik	-39	54	Sangat Baik	Baik
	5		60	Sangat Baik	Baik	-43	61	cukup	Baik
15.02	2,4	-45	54	Sangat Baik	Baik	-39	54	Sangat Baik	Baik
	5	-46	60	Sangat Baik	Baik	-42	60	Sangat Baik	Baik
15.03	2,4	-46	54	Sangat Baik	Baik	-38	53	Sangat Baik	Baik
	5	-32	60	Sangat Baik	Baik	-41	59	Sangat Baik	Baik
15.04	2,4	-36	55	Sangat Baik	Baik	-39	57	Sangat Baik	Baik
	5	-43	61	Sangat Baik	Baik	-42	62	cukup	Baik
15.05	2,4	-48	56	Sangat Baik	Baik	-38	56	Sangat Baik	Baik
	5	-36	62	cukup	Baik	-42	62	cukup	Baik
15.06	2,4	-48	54	Sangat Baik	Baik	-38	53	Sangat Baik	Baik
	5	-39	60	Sangat Baik	Baik	-42	60	Sangat Baik	Baik
15.07	2,4	-53	54	Sangat Baik	Sedang	-38	53	Sangat Baik	Baik
	5	-38	60	Sangat Baik	Baik	-41	59	Sangat Baik	Baik
15.08	2,4	-43	54	Sangat Baik	Baik	-39	54	Sangat Baik	Baik
	5	-29	60	Sangat Baik	Baik	-42	60	Sangat Baik	Baik
15.09	2,4	-53	53	Sangat Baik	Sedang	-38	53	Sangat Baik	Baik
	5	-49	59	Sangat Baik	Baik	-41	59	Sangat Baik	Baik
15.10	2,4	-46	54	Sangat Baik	Baik	-38	53	Sangat Baik	Baik
	5	-46	60	Sangat Baik	Baik	-41	59	Sangat Baik	Baik
15.11	2,4	-51	54	Sangat Baik	Baik	-38	53	Sangat Baik	Baik
	5	-34	60	Sangat Baik	Baik	-42	60	Sangat Baik	Baik
15.12	2,4	-48	56	Sangat Baik	Baik	-37	55	Sangat Baik	Baik
	5	-46	62	cukup	Baik	-41	61	cukup	Baik
15.13	2,4	-43	54	Sangat Baik	Baik	-37	55	Sangat Baik	Baik
	5	-45	60	Sangat Baik	Baik	-41	61	cukup	Baik
15.14	2,4	-43	54	Sangat Baik	Baik	-38	53	Sangat Baik	Baik
	5	-40	60	Sangat Baik	Baik	-41	59	Sangat Baik	Baik
15.15	2,4	-40	54	Sangat Baik	Baik	-38	53	Sangat Baik	Baik
	5	-32	60	Sangat Baik	Baik	-42	60	Sangat Baik	Baik
15.16	2,4	-43	54	Sangat Baik	Baik	-38	53	Sangat Baik	Baik
	5	-39	60	Sangat Baik	Baik	-42	60	Sangat Baik	Baik
Lorong Lift						-36	56	Sangat Baik	Baik
						-40	62	cukup	Baik

Hasil evaluasi jaringan setelah penerapan solusi optimasi ditunjukkan pada Gambar 4 yang memperlihatkan peningkatan distribusi RSSI secara keseluruhan. Secara kuantitatif, perbandingan nilai RSSI dan path loss sebelum dan sesudah optimasi dirangkum dalam Tabel III. Tabel tersebut menunjukkan penurunan jumlah area dengan RSSI buruk serta peningkatan nilai rata-rata RSSI pada sebagian besar titik pengukuran.

Selain itu, distribusi kanal setelah optimasi menjadi lebih efisien, sehingga tingkat interferensi antar Access Point mengalami penurunan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran, analisis, dan evaluasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kualitas jaringan WiFi pada Gedung Telkom University Landmark Tower (TULT) sebelum dilakukan optimasi masih belum merata dan belum sepenuhnya mampu memenuhi kebutuhan pengguna. Kondisi jaringan eksisting menunjukkan adanya nilai RSSI yang rendah pada beberapa area, path loss yang relatif tinggi akibat pengaruh jarak dan struktur bangunan, serta penggunaan kanal yang saling tumpang tindih yang menimbulkan interferensi dan keberadaan dead spot. Permasalahan tersebut berdampak pada menurunnya kualitas koneksi dan kenyamanan pengguna dalam mengakses layanan jaringan nirkabel.

Melalui penerapan metode walk test dan analisis berbasis simulasi jaringan, penelitian ini berhasil mengidentifikasi area-area kritis serta faktor utama yang memengaruhi kualitas jaringan WiFi. Solusi optimasi yang dirancang, meliputi penyesuaian penggunaan kanal, optimalisasi posisi Access Point, dan penambahan Access Point pada area dengan cakupan sinyal rendah, terbukti mampu meningkatkan kualitas jaringan secara signifikan. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan nilai RSSI pada sebagian besar titik pengukuran, penurunan tingkat interferensi, serta persebaran sinyal yang lebih merata di seluruh area penelitian. Dengan demikian, pendekatan optimasi jaringan

berbasis pengukuran lapangan dan simulasi yang diterapkan dalam penelitian ini dapat dijadikan acuan yang efektif untuk meningkatkan kualitas layanan jaringan WiFi pada lingkungan gedung bertingkat dengan karakteristik serupa.

REFERENSI

[1] "IEEE Std 802.11-2020: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications," 2020.
[2] M. S. Gast, *802.11 Wireless Networks: The Definitive Guide*. O'Reilly Media, 2005.
[3] T. S. Rappaport, *Wireless Communications: Principles and Practice*, 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2002.
[4] "Recommendation ITU-R P.1238: Propagation data and prediction methods for the planning of indoor radio communication systems."
[5] Cisco Systems, *Wireless LAN Design Guide*. Cisco Systems.
[6] Ekahau, *Wi-Fi Design Best Practices*. Ekahau Inc.
[7] "NetSpot User Guide and Technical Documentation."