

Optimalisasi Persebaran Sinyal Wifi Di SMA Negeri 2 Gianyar Menggunakan Aplikasi *Netspot*

I Ketut Bagus Surya Kumara^{1)*}, Gede Arna Jude Saskara²⁾, I Made Gede Sunarya³⁾

¹⁾²⁾³⁾Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Ganesha, Indonesia

¹⁾bagus.surya.kumara@undiksha.ac.id, ²⁾jude.saskara@undiksha.ac.id, ³⁾sunarya@undiksha.ac.id



*I Ketut Bagus Surya
Kumara

Histori Artikel:

Submit: 2025-10-06

Diterima: 2025-10-19

Dipublikasikan: 2025-10-20

Kata Kunci:

Action Research; Heatmap;
NetSpot; Persebaran Sinyal;
RSSI; Wi-Fi

Jurnal Pendidikan Sains dan
Komputer is licensed under a
Creative Commons Attribution-
NonCommercial 4.0 International
(CC BY-NC 4.0).

ABSTRAK

Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) menuntut tersedianya infrastruktur jaringan yang andal, terutama di lingkungan pendidikan yang semakin bergantung pada konektivitas digital untuk mendukung kegiatan belajar mengajar, administrasi, serta pengembangan inovasi berbasis teknologi. SMA Negeri 2 Gianyar sebagai sekolah baru menghadapi tantangan dalam pemerataan akses internet akibat distribusi sinyal Wi-Fi yang belum optimal di beberapa area penting, sehingga menghambat efektivitas kegiatan akademik dan operasional sekolah. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi serta meningkatkan cakupan sinyal Wi-Fi melalui pendekatan simulasi *heatmap* dan analisis *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) secara terukur dan berbasis data lapangan. Metode penelitian menggunakan pendekatan *action research* dengan lima tahapan, yaitu *diagnosing*, *action planning*, *action taking*, *evaluating*, dan *learning*. Pengumpulan data dilakukan dengan aplikasi NetSpot menggunakan pendekatan *active site survey* dan *passive site survey* untuk memperoleh peta kekuatan sinyal secara akurat. Hasil penelitian menunjukkan adanya area *blank spot* dengan nilai RSSI di bawah -80 dBm pada lantai 1 gedung kelas dan ruang administratif. Setelah dilakukan optimasi penempatan *access point*, cakupan sinyal meningkat signifikan dengan *coverage area ratio* mencapai 98% dan nilai RSSI merata di atas -65 dBm di seluruh area sekolah. Simulasi ketiga menjadi yang paling optimal dengan penambahan lima unit *access point* dan estimasi biaya Rp4.977.000. Temuan ini menegaskan efektivitas pendekatan simulasi berbasis data lapangan dalam mengatasi keterbatasan infrastruktur jaringan pendidikan serta memberikan acuan bagi pengembangan strategi optimasi jaringan di masa mendatang.

LATAR BELAKANG

Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) telah membawa transformasi mendasar dalam dunia pendidikan. Proses pembelajaran tidak lagi dibatasi oleh ruang dan waktu, melainkan telah bergeser menuju sistem digital yang menuntut konektivitas internet yang stabil dan merata. Akses jaringan Wi-Fi kini menjadi infrastruktur kunci bagi keberhasilan proses belajar berbasis *e-learning*, kolaborasi daring, serta administrasi akademik yang terintegrasi (Westari & Sumarsono, 2025; Dasmo et al., 2021). Dalam konteks pendidikan modern, Wi-Fi bukan hanya sekadar fasilitas teknis, tetapi juga merupakan fondasi strategis dalam menciptakan ekosistem pembelajaran digital yang inklusif dan adaptif (Sunadi et al., 2023).

Namun demikian, realitas di lapangan menunjukkan bahwa digitalisasi pendidikan di Indonesia masih menghadapi kendala struktural berupa kesenjangan infrastruktur jaringan. Laporan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Kemendikbudristek (2024) menyebutkan bahwa lebih dari 40% sekolah di Indonesia mengalami keterbatasan akses internet yang memadai, terutama di wilayah sekolah baru dan daerah pinggiran. Fenomena ini menandakan bahwa meskipun paradigma pembelajaran telah berubah, kesiapan infrastruktur belum sepenuhnya mendukung transformasi digital yang diharapkan. Harun & Kurniawan (2023), dan Riyanto et al.



(2021) menegaskan bahwa transformasi digital pendidikan hanya dapat berhasil apabila kepemimpinan teknologi di sekolah diiringi perencanaan jaringan yang sistematis dan berorientasi jangka panjang. Sayangnya, dalam praktiknya, banyak institusi pendidikan masih menempatkan optimalisasi jaringan Wi-Fi sebagai kebutuhan sekunder, bukan strategis, sehingga terjadi ketimpangan digital antar-ruang pembelajaran (Wijasena & Haq, 2021).

Berbagai studi terdahulu telah berupaya menjawab persoalan kualitas jaringan nirkabel di lingkungan akademik. Andriansyah et al. (2024) mengulas efektivitas *wireless site survey* untuk meningkatkan stabilitas sinyal, namun pendekatan tersebut masih terbatas pada pengukuran lapangan tanpa proyeksi jangkauan ideal. Penelitian Jatmiko et al. (2021) di UNISSULA mengoptimasi WLAN berbasis jumlah pengguna dan *coverage area*, tetapi analisisnya berhenti pada tataran deskriptif *throughput* aktual tanpa simulasi prediktif. Sementara Alathari et al. (2022) dan Hernandez et al. (2019) mengembangkan model penempatan *access point* (AP) berbasis algoritma komputasional dan kepuasan pengguna, namun penerapannya masih bersifat umum dan belum menyentuh konteks pendidikan menengah yang memiliki karakteristik bangunan berbeda.

Dari telaah literatur tersebut, terlihat adanya kesenjangan metodologis (*research gap*): penelitian terdahulu masih didominasi oleh analisis pasca-implementasi (*post-deployment analysis*) menggunakan *active* atau *passive site survey* tanpa integrasi dengan simulasi prediktif yang memungkinkan perancangan jaringan dilakukan secara presisi sebelum pemasangan fisik. Belum ada studi yang mengombinasikan pendekatan empiris (*active survey*) dengan pendekatan berbasis simulasi (*predictive site survey*) secara simultan untuk lingkungan sekolah menengah di Indonesia. Hal ini menjadi ruang inovatif yang belum banyak dieksplorasi dalam konteks perancangan jaringan pendidikan. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada pengembangan *framework* integratif antara *active site survey* dan *predictive site survey* menggunakan aplikasi NetSpot untuk melakukan analisis, visualisasi, dan simulasi iteratif berbasis *heatmap*. Pendekatan ini menghasilkan dua keluaran utama: pertama, peta persebaran sinyal aktual berdasarkan nilai RSSI (*Received Signal Strength Indicator*); dan kedua, model prediktif untuk menentukan posisi ideal *access point* (AP) sebelum implementasi fisik dilakukan. Kombinasi keduanya menghadirkan inovasi metodologis yang tidak hanya bersifat evaluatif tetapi juga solutif, karena mampu menekan biaya kesalahan instalasi, menghemat waktu penyesuaian, serta menghadirkan sistem rekomendasi penempatan AP berbasis data empiris dan simulasi spasial.

Sejauh yang ditemukan, permasalahan serupa juga terjadi di SMA Negeri 2 Gianyar, sekolah yang berdiri pada tahun 2021 dan tengah membangun ekosistem digital. Hasil prariset menunjukkan bahwa sebaran *access point* (AP) masih terkonsentrasi di lantai dua dan tiga, sedangkan area vital seperti ruang guru, laboratorium komputer, dan ruang administrasi mengalami penurunan konektivitas hingga -80 dBm. Kondisi ini menghambat efektivitas pembelajaran berbasis TIK, akses sistem e-rapor, dan komunikasi administratif antarunit sekolah. Permasalahan utama terletak pada ketidakseimbangan distribusi sinyal Wi-Fi yang berdampak langsung pada kinerja sistem digital sekolah.

Berkaca pada fenomena tersebut, penelitian ini bertujuan untuk:

- 1) Memetakan persebaran sinyal Wi-Fi aktual di SMA Negeri 2 Gianyar menggunakan *active site survey*, dan
- 2) Mengoptimalkan posisi AP melalui simulasi *heatmap predictive survey* berbasis NetSpot.

Pendekatan ini diharapkan menghasilkan model evaluasi jaringan Wi-Fi berbasis RSSI dan *heatmap* yang dapat diterapkan di sekolah dengan karakteristik serupa, sekaligus berkontribusi pada pengembangan metode optimasi jaringan nirkabel yang efisien dan adaptif terhadap kebutuhan pembelajaran digital.

STUDI LITERATUR

Dalam pendidikan modern, konektivitas internet telah menjadi elemen utama proses belajar yang kolaboratif dan dinamis. Sekolah dan madrasah bergantung pada jaringan Wi-Fi yang stabil untuk mendukung akses belajar dan administrasi digital. Karena itu, perencanaan serta optimasi jaringan nirkabel menjadi isu strategis yang memengaruhi efektivitas pembelajaran. Sejumlah penelitian terdahulu memberikan landasan penting untuk memahami tantangan dan peluang dalam konteks ini.

Harun & Kurniawan (2023) mengulas pentingnya kepemimpinan teknologi di sekolah sebagai faktor kunci dalam keberhasilan transformasi digital. Mereka menegaskan bahwa tanpa dukungan infrastruktur jaringan yang kuat dan merata, visi pembelajaran abad ke-21 sulit tercapai. Penelitian ini menempatkan infrastruktur Wi-Fi sebagai jantung sistem pembelajaran modern, di mana konektivitas yang tidak stabil dapat menghambat efektivitas guru, siswa, dan administrasi sekolah. Sementara, Setiawan (2022) menerapkan pendekatan PPDIIO (*Prepare, Plan, Design, Implement, Operate, Optimize*) untuk menganalisis cakupan sinyal di lingkungan sekolah. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa perencanaan berbasis data lapangan mampu meningkatkan efisiensi penempatan *access point* (AP) dan memperkecil area tanpa sinyal. Selanjutnya, Maulana & Sulisty (2024) memanfaatkan perangkat lunak NetSpot dan inSSIDer untuk mendeteksi *dead zone* serta mengukur kekuatan sinyal berdasarkan parameter RSSI. Pemetaan berbasis *heatmap* yang digunakan memberikan gambaran spasial yang akurat mengenai distribusi sinyal di area sekolah. Namun, pendekatan ini masih bersifat deskriptif karena hanya memotret kondisi eksisting tanpa menawarkan simulasi prediktif sebagai dasar pengambilan keputusan sebelum implementasi fisik. Penelitian Ikhsan & Panca (2020) menggunakan *site survey* berbasis VisiWave untuk menilai pengaruh hambatan fisik terhadap jangkauan sinyal dan menemukan bahwa struktur bangunan sangat memengaruhi kekuatan sinyal Wi-Fi. Hasil ini memperkuat pentingnya pendekatan holistik yang mempertimbangkan dimensi teknis dan spasial secara bersamaan, terutama pada bangunan bertingkat seperti sekolah.

Untuk memperjelas posisi penelitian ini terhadap studi terdahulu, berikut tabel perbandingan sistematis:

Tabel 1.
Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Posisi Penelitian

Peneliti & Tahun	Lokasi / Konteks	Metode / Tools	Fokus Utama	Kelemahan / Celah (Gap)	Relevansi bagi Penelitian Ini
Harun & Kurniawan (2023)	Sekolah di Jawa Timur	Analisis kepemimpinan teknologi	Integrasi kepemimpinan & infrastruktur digital	Tidak fokus pada teknis jaringan Wi-Fi	Menjadi dasar pentingnya perencanaan jaringan sebagai strategi transformasi digital
Setiawan (2022)	Sekolah Menengah	PPDIIO Framework	Perencanaan dan desain jaringan berbasis data lapangan	Tidak menggunakan predictive modeling atau simulasi spasial	Menjadi pijakan metodologis dalam tahap perencanaan berbasis data
Maulana & Sulisty (2024)	SMK di Jakarta	NetSpot, inSSIDer	Pemetaan heatmap kondisi aktual	Tidak ada simulasi prediktif untuk optimasi	Menjadi pembanding langsung terkait penggunaan NetSpot namun hanya deskriptif
Ikhsan & Panca (2020)	Kampus Universitas	VisiWave Site Survey	Pengaruh hambatan fisik terhadap kekuatan sinyal	Tidak mempertimbangkan model integratif dan konteks sekolah	Menginspirasi aspek spasial bangunan bertingkat dalam perencanaan jaringan

Dari tabel 1 di atas terlihat bahwa penelitian terdahulu masih berhenti pada tahap evaluasi pasca-implementasi, belum menyentuh ranah perencanaan prediktif berbasis simulasi. Selain itu, belum ada riset yang mengombinasikan dua pendekatan *active site survey* (empiris) dan *predictive site survey* (simulatif) secara terintegrasi untuk konteks sekolah menengah di Indonesia. Celah ini penting karena sekolah, khususnya yang baru berdiri, seringkali tidak memiliki data historis jaringan maupun anggaran besar untuk percobaan pemasangan AP berulang kali.

Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan menghadirkan model integratif berbasis NetSpot yang memadukan data *active survey* dan simulasi *predictive heatmap*. Pendekatan ini memungkinkan peneliti melakukan simulasi iteratif posisi AP untuk menentukan titik paling efisien sebelum pemasangan fisik dilakukan. Dengan kata

lain, penelitian ini tidak hanya menganalisis kondisi eksisting, tetapi juga memprediksi konfigurasi optimal jaringan berdasarkan parameter RSSI dan pola sebaran sinyal. Perbedaan mendasar penelitian ini dibandingkan studi sebelumnya terletak pada sifatnya yang prediktif, integratif, dan kontekstual. Jika penelitian-penelitian terdahulu berhenti pada pemetaan kondisi jaringan yang sudah ada, penelitian ini melangkah lebih jauh dengan membangun model simulasi yang dapat diuji, disesuaikan, dan diterapkan sebelum implementasi fisik. Dengan demikian, temuan penelitian ini tidak hanya menghasilkan solusi berbasis teknologi, melainkan juga memberikan model implementatif yang realistis dan replikatif bagi sekolah atau madrasah lain dengan kondisi serupa, khususnya di wilayah yang memiliki keterbatasan sumber daya infrastruktur.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *action research* dengan pendekatan kuantitatif deskriptif (Stringer & Aragon, 2020). Pemilihan metode ini didasarkan pada struktur tahapannya yang sistematis dan aplikatif, sejalan dengan langkah-langkah penelitian yang akan dilaksanakan (Permana, 2025; Saskara et al., 2025). Pendekatan *action research* memungkinkan peneliti untuk melakukan siklus berulang antara perencanaan, tindakan, dan evaluasi, sehingga hasilnya bersifat reflektif dan dapat langsung diimplementasikan. Dalam penelitian ini tahapan penelitian mengikuti model *action research* yang terdiri dari lima fase seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Metode *Action Research*

Diagnosing, yakni identifikasi masalah melalui observasi teknis, pengukuran RSSI awal, dan wawancara dengan pihak sekolah. Indikator keberhasilan: Data awal kondisi jaringan terkumpul dari hasil observasi dan wawancara dengan pihak sekolah. **Action Planning**, perencanaan survei meliputi penentuan cakupan area, persiapan peralatan, dan penelusuran Lokasi. Indikator keberhasilan: (1) Tersusun rencana survei dengan menentukan cakupan area, parameter pengukuran (RSSI, cakupan sinyal, dll); (2) Pemilihan alat dan perangkat lunak untuk pengukuran dan simulasi; (3) Tersusun peta awal persebaran access point dan cetak biru sederhana sekolah. **Action Taking**, pelaksanaan active site survey dengan walktest menggunakan aplikasi NetSpot untuk pemetaan heatmap kondisi existing. Indikator keberhasilan: Pembuatan heatmap awal kondisi existing menunjukkan area dengan sinyal kuat dan area blank spot. **Evaluation**, simulasi penempatan access point optimal menggunakan pendekatan passive site survey dengan aplikasi NetSpot. Indikator keberhasilan: (1) Kekuatan sinyal minimal -65dBm ; (2) Coverage area ratio minimal area tercapuk $\geq 80\%$ dari total area sekolah dengan kekuatan sinyal sebesar $\geq -65\text{ dBm}$; (3) Overlap channel overlap 15–20%; (4) Efisiensi anggaran sekolah, penambahan access point diperbolehkan selama total estimasi biaya tidak melebihi Rp 5.000.000; (5) Penempatan access point, jarak tidak terlalu dekat/jauh, overlap coverage 15–20% atau midpoint -65 dBm antar AP. Selanjutnya, **Learning**, yakni analisis hasil dan penyusunan rekomendasi optimalisasi. Indikator keberhasilan: Visualisasi heatmap akhir tersedia sebagai acuan bagi pihak sekolah dalam mengelola jaringan Wi-Fi.

Pengumpulan data dilakukan menggunakan aplikasi NetSpot versi 3.1.1 yang diinstal pada laptop Fujitsu Lifebook E756. Perangkat tambahan yang digunakan meliputi smartphone Xiaomi Mi 8 Lite untuk dokumentasi dan drone DJI Mavic Mini 3 untuk pemetaan area sekolah. Teknik pengambilan sampel menggunakan random sampling

dengan titik pengukuran ditentukan sebagai berikut: 1) Area dalam gedung: titik pengukuran setiap 4 meter; 2) Area luar ruangan: titik pengukuran setiap 10 meter; dan 3) Setiap titik dilakukan 3 kali iterasi pengukuran untuk memastikan keakuratan data. Total titik pengukuran yang dilakukan sebanyak 85 titik yang tersebar di seluruh area sekolah.

Analisis data dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata RSSI pada kondisi existing dan hasil simulasi. Perbandingan dilakukan berdasarkan selisih RSSI pada setiap titik pengukuran. Kriteria optimalisasi yang digunakan mengacu pada standar MetaGeek dan CWNA (Muhawech, 2024) dengan indikator sebagai berikut: 1) Kekuatan sinyal minimal: -65 dBm; 2) Coverage area ratio minimal: 80% dari total area sekolah; 3) Overlap coverage: 15-20% antar access point; dan 4) Efisiensi anggaran: maksimal Rp 5.000.000.

HASIL

Hasil Tahap *Diagnosing*

Sebagaimana disinggung sebelumnya, penelitian ini berupaya memahami secara mendalam dinamika antara perencanaan jaringan dan implementasi aktual di lingkungan pendidikan. Tahap *diagnosing* dilakukan untuk memetakan kualitas sinyal Wi-Fi di berbagai area sekolah, sebagai dasar perencanaan optimasi jaringan nirkabel. Pengumpulan data dilakukan melalui pengukuran Received Signal Strength Indicator (RSSI) pada dua band frekuensi, yakni 2.4 GHz dan 5 GHz, sebagaimana tersaji pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2.
Hasil Pengukuran Rssi Kondisi Awal

Nama Tempat	Band		Status
	2.4 Ghz	5 Ghz	
Depan Gedung 1 lantai 1	- 84 dBm	- 89 dBm	Not Good
Gedung 1 lantai 2	-55 dBm	-56 dBm	Amazing
Gedung 1 lantai 3	-55 dBm	-57 dBm	Amazing
Tengah lapangan upacara	-56 dBm	-62 dBm	Amazing
Depan Gedung 2 lantai 1	-77 dBm	-78 dBm	Okay
Gedung 2 lantai 2	-77 dBm	-79 dBm	Okay
Gedung 2 lantai 3	-62 dBm	-62 dBm	Amazing
Depan Ruang Guru	-59 dBm	-63 dBm	Amazing
Depan Ruang Uks	-65 dBm	-65 dBm	Very Good
Depan Ruang Perpustakaan	-69 dBm	-72 dBm	Very Good
Depan Ruang BK	-77 dBm	-78 dBm	Okay
Ruang Kepala Sekolah	-88 dBm	-94 dBm	Not Good
Parkiran Guru	-77 dBm	-77 dBm	Okay
Lab Komputer	-76 dBm	-77 dBm	Okay
Parkiran Siswa	-77 dBm	-79 dBm	Okay

Berdasarkan tabel 2 tersebut, terlihat bahwa kekuatan sinyal rata-rata pada band 2.4 GHz sebesar -69,5 dBm, sedangkan pada 5 GHz sebesar -72,1 dBm, menunjukkan perbedaan kecil sekitar 2,6 dBm yang mengindikasikan jangkauan sinyal 5 GHz relatif lebih lemah. Dari 15 titik pengukuran, 46% berada pada kategori “Amazing”, 31% pada “Okay-Very Good”, dan 23% tergolong “Not Good”. Area dengan sinyal terendah terdapat di Ruang Kepala Sekolah (-88/-94 dBm) dan Depan Gedung 1 Lantai 1 (-84/-89 dBm), yang menunjukkan potensi redaman akibat penghalang fisik dan posisi akses poin yang kurang strategis.

Untuk memperjelas pola distribusi dan prioritas area perbaikan, disusun Tabel 3 berikut yang merangkum perbandingan kategori sinyal antar-lokasi berdasarkan klasifikasi kekuatan sinyal rata-rata.

Tabel 3.
Komparasi Kualitas Sinyal Antar Lokasi

Kategori Kekuatan Sinyal	Rentang RSSI (dBm)	Jumlah Lokasi	Persentase (%)	Lokasi
Amazing	≥ -60	7	46%	Gedung 1 Lt 2-3, Lapangan, Ruang Guru
Very Good	-61 s.d. -70	2	13%	UKS, Perpustakaan
Okay	-71 s.d. -80	5	33%	Gedung 2 Lt 1-2, BK, Parkiran, Lab Komputer
Not Good	< -81	2	13%	Depan Gedung 1 Lt 1, Ruang Kepala Sekolah

Hal ini menegaskan bahwa hampir separuh area sekolah sudah memiliki sinyal optimal, sementara area tertentu masih mengalami redaman tinggi. Secara kuantitatif, hasil ini menjadi dasar untuk tahap berikutnya, yaitu analisis perencanaan ulang posisi akses poin dan penambahan perangkat repeater agar kualitas jaringan lebih merata di seluruh zona sekolah.

Hasil Tahap *Action Planning*

Pada tahapan *action planning*, dilakukan beberapa langkah persiapan untuk mengumpulkan data terkait kondisi jaringan Wi-Fi di sekolah. Tahapan ini meliputi penentuan cakupan/titik pengukuran dan penelusuran lokasi. Hasil dari setiap langkah yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Penentuan Titik Pengukuran

Skala warna:

Merah = Sinyal sangat kuat (-10 s.d. -30 dBm)

Kuning-Hijau = Sinyal sedang (-40 s.d. -70 dBm)

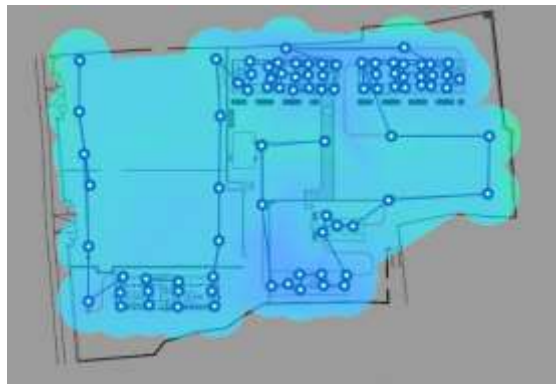
Biru = Sinyal lemah (-80 s.d. -96 dBm)

Selanjutnya pengukuran dilakukan pada lantai 1 gedung kelas dan lingkungan SMA Negeri 2 Gianyar kondisi existing. Pengukuran mencakup area strategis seperti lantai 1 Gedung Kelas Barat dan Timur, serta beberapa ruangan seperti Ruang BK, Ruang Guru, Ruang TU, Ruang UKS, Laboratorium Komputer, dan Ruang Kepala Sekolah. Total terdapat titik pengukuran sebanyak 85 titik pengukuran sinyal Wi-Fi yang dilakukan pada tahapan *action taking*.

Hasil Tahap *Action Taking*

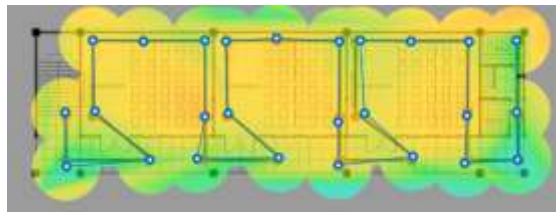
Tahap *action taking* dilaksanakan melalui pendekatan *active site survey* dengan metode *walktest* menggunakan aplikasi NetSpot untuk memetakan kekuatan sinyal Wi-Fi berbasis RSSI (Received Signal Strength Indicator) di seluruh area SMA Negeri 2 Gianyar. Metode ini memungkinkan pengumpulan data spasial secara langsung di lapangan sehingga diperoleh representasi empiris terhadap performa jaringan nirkabel yang sedang digunakan.

Hasil visualisasi *heatmap* pada Gambar 3 memperlihatkan bahwa distribusi sinyal di lantai 1 Gedung Kelas 1 dan 2 serta area sekolah masih belum optimal. Warna dominan biru hingga hijau muda menunjukkan nilai RSSI berkisar antara -62 dBm hingga -83 dBm, yang menandakan sebagian besar area berada pada kategori *baik hingga sangat lemah*. Kondisi ini berimplikasi pada koneksi yang tidak stabil, terutama di area terbuka dan koridor yang mengalami penurunan sinyal signifikan akibat redaman struktural dari material beton bertulang dan jarak AP yang tidak proporsional. Meskipun ruang guru dan sebagian ruang kelas masih tercakup sinyal, kestabilannya relatif fluktuatif ketika aktivitas pembelajaran daring berlangsung bersamaan. Dengan demikian, diperlukan penambahan titik *access point* (AP) dan reposisi perangkat untuk memperbaiki cakupan sinyal vertikal dan horizontal.



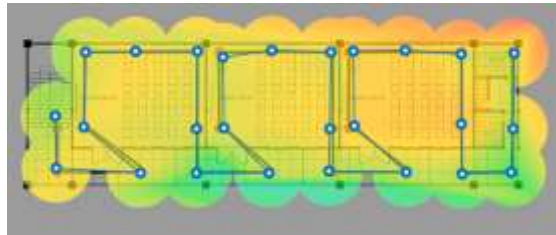
Gambar 3. Visualisasi Heatmap Lantai 1 dan Areal Sekolah

Pada Gambar 4, *heatmap* lantai 2 Gedung Kelas 1 memperlihatkan pola sinyal yang relatif stabil di sekitar area AP dengan rentang kekuatan sinyal -55 dBm hingga -65 dBm (kategori *cukup baik*). Sementara itu, area dekat dinding luar menunjukkan degradasi sinyal akibat redaman dinding dan interferensi dari jaringan Wi-Fi eksternal.



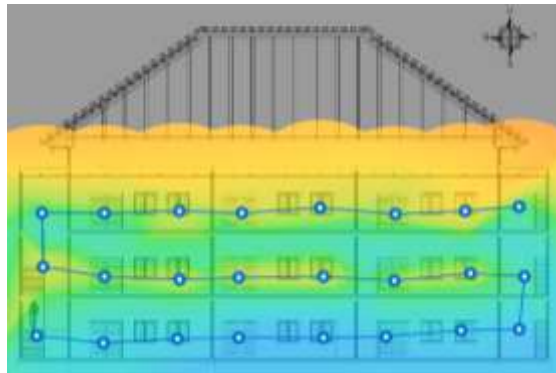
Gambar 4. Visualisasi Heatmap Gedung Kelas 1 lantai 2

Selanjutnya, Gambar 5 menunjukkan bahwa lantai 3 Gedung Kelas 1 memiliki performa sinyal paling baik dengan warna dominan hijau hingga jingga (-45 dBm s.d. -55 dBm), menandakan cakupan optimal di hampir seluruh ruang kelas dan koridor.



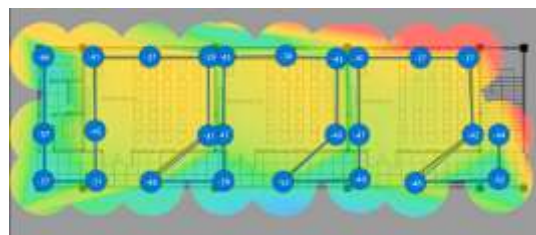
Gambar 5. Visualisasi Heatmap Gedung Kelas 1 Lantai 3

Visualisasi vertikal pada Gambar 6 menegaskan bahwa degradasi sinyal paling signifikan terjadi di lantai 1, dengan rata-rata kekuatan sinyal -70 dBm, sedangkan lantai 2 dan 3 berada pada kisaran -55 dBm. Pola ini menunjukkan bahwa sebagian besar AP dipasang di lantai atas tanpa mempertimbangkan *propagasi sinyal vertikal*, sehingga menimbulkan *dead spot* di area bawah.



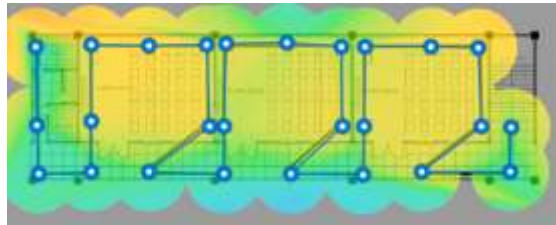
Gambar 6. Visualisasi Heatmap Vertical Gedung Kelas 1

Kondisi serupa tampak pada Gedung Kelas 2. Gambar 7 menunjukkan distribusi kekuatan sinyal Wi-Fi yang didominasi warna kuning hingga hijau dengan nilai RSSI berkisar antara -40 dBm hingga -45 dBm. Nilai ini termasuk dalam kategori *kuat*, menandakan bahwa sebagian besar area ruang kelas memiliki konektivitas yang baik dan stabil untuk mendukung aktivitas pembelajaran berbasis teknologi.



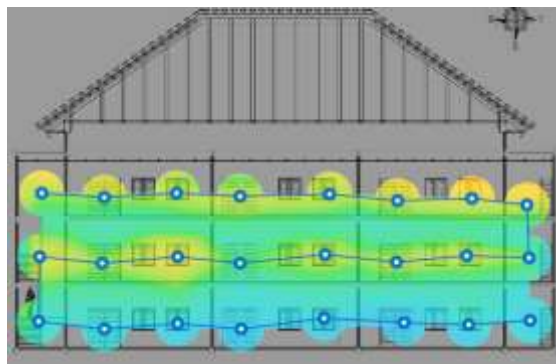
Gambar 7. Visualisasi Heatmap Lantai 2 Gedung Kelas 2

Namun demikian, seperti terlihat pada Gambar 8, terjadi penurunan kekuatan sinyal hingga mencapai -66 dBm di area toilet. Kondisi ini disebabkan oleh adanya redaman sinyal akibat dinding yang tebal serta efek refleksi gelombang radio. Hal ini menunjukkan pentingnya penataan ulang posisi akses poin agar cakupan sinyal dapat menjangkau seluruh area bangunan secara merata.



Gambar 8. Visualisasi Heatmap Lantai 3 Gedung Kelas 2

Sementara, Gambar 9 memperlihatkan visualisasi vertikal Gedung Kelas 2 yang menunjukkan konsistensi degradasi sinyal pada lantai dasar, terutama di ruang administratif seperti ruang guru, kepala sekolah, tata usaha, BK, dan UKS. Berdasarkan hasil ini, area tersebut menjadi prioritas utama untuk optimalisasi posisi AP.



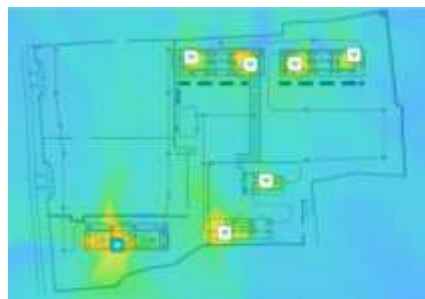
Gambar 9. Visualisasi Heatmap Vertical Gedung Kelas 2

Secara kuantitatif, analisis data *heatmap* menunjukkan bahwa cakupan sinyal kuat (≥ -60 dBm) baru mencapai 74,21% dari total luas area sekolah. Nilai ini masih berada di bawah standar *coverage ratio* minimal 80% yang direkomendasikan oleh Cisco (2020) untuk lingkungan pendidikan berbasis digital. Dengan demikian, diperlukan desain ulang posisi AP untuk memastikan pemerataan konektivitas yang mendukung efektivitas proses belajar digital.

Hasil Tahap *Evaluation*

Pada tahap *evaluation*, dilakukan tiga iterasi simulasi prediktif menggunakan pendekatan *predictive site survey* dengan NetSpot untuk menentukan konfigurasi AP paling optimal. Setiap iterasi dilakukan dengan memodifikasi posisi, orientasi antena, serta kanal frekuensi berdasarkan data baseline hasil *active survey* sebelumnya.

Hasil simulasi ketiga (Gambar 10) menunjukkan peningkatan signifikan dalam distribusi sinyal, terutama di area laboratorium komputer dan ruang guru yang sebelumnya lemah. Setelah reposisi dua titik AP dan penyesuaian kanal frekuensi (channel width 20 MHz), nilai RSSI rata-rata meningkat dari -68 dBm menjadi -52 dBm, menunjukkan peningkatan kualitas sinyal sebesar 16 dBm.



Gambar 10. Visualisasi Simulasi Heatmap Percobaan 3

Data *heatmap* yang diekspor dan dianalisis dengan ArcGIS Pro memperlihatkan peningkatan cakupan pada seluruh area sekolah. Gedung Kelas 1 mencapai 93,89%, Gedung Kelas 2 mencapai 97,98%, sedangkan Ruang BK, Tata Usaha, Ruang Kepala Sekolah, Guru, dan UKS telah mencapai 100% coverage. Laboratorium komputer juga mengalami peningkatan dari 70% menjadi 96,36%. Secara keseluruhan, cakupan sinyal meningkat menjadi 98%, melebihi standar minimal 80% (Cisco, 2020), sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4.
Persentase Coverage Area Hasil Simulasi Heatmap Percobaan Ketiga

Area	Luas Area Existing (m ²)	Luas Area Tercakup (m ²)	Persentase Cakupan (%)
Gedung kelas 1	515.61	484.13	93.89
Gedung kelas 2	525.02	514.42	97.98
Ruang BK dan Tata Usaha	149.86	149.86	100
Ruang Kepsek, Ruang guru, dan Ruang UKS	324.83	324.82	100
Gedung Lab	460.58	443.81	96.36
Persentase rata-rata			98%

Perencanaan anggaran pada percobaan ketiga disesuaikan dengan hasil simulasi optimal. Total biaya untuk implementasi lima unit Ruijie RG RAP 2200(f) dan kabel UTP Cat 6 HIKVISION sepanjang 367 meter adalah Rp4.977.000, sesuai dengan harga e-Katalog dan masih dalam batas dana sekolah. Tabel 5 berikut.

Tabel 5.
Rab Simulasi Heatmap Percobaan Ketiga

No.	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Ruijie RG RAP 2200(f)	5	Buah	RP. 675.000	RP. 3.375.000
2	Kabel UTP CAT 6 HIKVISION	367	Meter	RP. 4.367	RP. 1.602.689
Total					RP. 4.977.000

Reposisi AP dilakukan dengan memindahkan unit dari ruang kelas X2 ke laboratorium komputer dan dari X4 ke ruang guru. Hasil simulasi memperlihatkan peningkatan sinyal yang signifikan di area administratif: ruang BK (–30 dBm), TU (–36 dBm), UKS (–36 dBm), ruang guru (–32 dBm), dan kepala sekolah (–37 dBm). Di laboratorium komputer, kekuatan sinyal meningkat dari –70 dBm menjadi –58 dBm, menandakan peningkatan kualitas konektivitas yang berdampak langsung terhadap stabilitas akses digital bagi guru dan siswa.

Dengan demikian, hasil tahap evaluasi menunjukkan bahwa optimalisasi posisi dan konfigurasi AP berhasil meningkatkan stabilitas jaringan, pemerataan sinyal antar-gedung, dan efisiensi biaya, sekaligus mendukung kesiapan sekolah menuju pembelajaran berbasis digital yang efektif dan inklusif.

Hasil Tahap *Learning*

Berdasarkan rangkaian tahapan yang dilakukan mulai dari diagnosing hingga evaluation, proses optimalisasi difokuskan pada daerah yang memerlukan perbaikan yakni merujuk pada hasil active site survey pada tahapan action taking didapatkan pada lantai 1 gedung kelas 1, lantai 1 gedung kelas 2 dan area sekolah yang lain terdapat beberapa area yang mengalami sinyal yang buruk, dan untuk area lantai 2 dan 3 pada gedung kelas 1 dan gedung kelas 2 dari pengukuran active survey sinyal sudah cukup baik pada area tersebut. Selanjutnya dilakukan penyusunan tabel perbandingan hasil simulasi heatmap pada setiap percobaan terhadap indikator optimalisasi jaringan seperti yang terlihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6.
Perbandingan Hasil Simulasi Heatmap Dengan Indikator Optimalisasi

No.	Indikator	Kriteria Optimalisasi	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
1	Kekuatan Sinyal	Minimal -65 dBm	Belum tercapai	Belum tercapai	Tercapai
2	Coverage Area Ratio	$\geq 80\%$ dari total area sekolah dengan sinyal ≥ -65 dBm	Belum tercapai	Belum tercapai	Tercapai
3	Overlap Channel	Channel antar access point berbeda (overlap 15-20%)	Tercapai	Tercapai	Tercapai
4	Efisiensi Anggaran	Biaya \leq Rp 5.000.000	Tercapai	Tercapai	Tercapai
5	Penempatan Access Point	Jarak tidak terlalu dekat/jauh, overlap coverage 15-20% atau midpoint -65 dBm antar AP	Belum tercapai	Belum tercapai	Tercapai

Pada tahap, indikator kekuatan sinyal minimal -65 dBm berhasil dicapai di seluruh area pengukuran. Dari sisi efisiensi anggaran, total estimasi biaya sebesar Rp 4.977.000 masih berada di bawah batas anggaran sekolah yakni sebesar Rp 5.000.000, dengan penambahan 5 unit access point Ruijie RG-RAP2200(F) dan kabel UTP Cat 6 sepanjang 103 meter. Indikator coverage area ratio tercapai dengan cakupan sebesar 98% dari total area sekolah pada kekuatan sinyal ≥ -65 dBm. Indikator overlap coverage juga telah sesuai standar CWNA dan Zyxel, yaitu 15-20% overlap atau kekuatan sinyal di titik tengah antar AP sebesar -65 dBm yang konsisten mulai dari AP1 hingga AP7. Selain itu, indikator *overlap channel* terpenuhi dengan konfigurasi channel pada band 2,4 GHz dan 5 GHz yang telah diatur untuk mencegah terjadinya co-channel interference dan adjacent channel interference.

Mencermati keseluruhan tahapan *diagnosing*, *action planning*, *action taking*, *evaluation*, dan *learning*, penelitian ini menampilkan proses pembelajaran yang tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga reflektif terhadap realitas pendidikan di lapangan. Setiap langkah menunjukkan bagaimana sebuah inovasi teknologi harus bernegosiasi dengan kondisi nyata keterbatasan infrastruktur, kebiasaan pengguna, dan kemampuan adaptasi institusi. Dengan kata lain, upaya optimalisasi jaringan Wi-Fi di SMA Negeri 2 Gianyar bukan sekadar persoalan memperkuat sinyal, melainkan juga memperkuat tata kelola, kesadaran digital, dan pola kolaborasi di lingkungan sekolah.

Hasil simulasi akhir memperlihatkan bahwa setiap penyesuaian teknis menghasilkan perbaikan yang signifikan baik dari sisi kekuatan sinyal maupun efisiensi biaya. Namun, di balik angka-angka dan peta panas yang tersaji, penelitian ini juga mengungkap pentingnya pendekatan partisipatif antara pihak sekolah dan peneliti dalam menyusun strategi optimalisasi. Pendekatan tersebut menghadirkan pengalaman belajar bersama antara pihak teknis, tenaga pendidik, dan pengguna akhir tentang bagaimana infrastruktur digital dapat benar-benar menjadi jembatan pengetahuan, bukan sekadar alat bantu jaringan.

Dengan demikian, temuan dari penelitian ini tidak hanya menghasilkan solusi berbasis teknologi, melainkan juga memberikan model implementatif yang realistis, adaptif, dan potensial untuk direplikasi di madrasah-madrasah lain dengan kondisi serupa, khususnya di wilayah dengan keterbatasan sumber daya. Penelitian ini menjadi bukti bahwa inovasi di bidang teknologi pendidikan harus tumbuh dari pemahaman kontekstual, bukan hanya dari spesifikasi perangkat, tetapi juga dari nilai-nilai kolaborasi, efisiensi, dan keberlanjutan yang menjadi fondasi pendidikan itu sendiri.

PEMBAHASAN

Menelaah temuan dari tahap *diagnosing* menunjukkan bahwa area-area tertentu, terutama lantai dasar Gedung Kelas 1, ruang kepala sekolah, dan beberapa ruang administrasi, mengalami nilai RSSI di bawah -80 dBm, yang menandakan adanya *blank spot* dan distribusi sinyal yang tidak merata. Sementara itu, di lantai dua dan tiga, sinyal rata-rata berada di atas -65 dBm, memperlihatkan bahwa area atas relatif lebih mudah dijangkau oleh propagasi sinyal. Pola ini memperlihatkan ketimpangan vertikal yang khas pada bangunan bertingkat, di mana struktur arsitektur dan

material bangunan memainkan peran signifikan dalam menentukan arah dan intensitas persebaran sinyal. Fenomena ini sejalan dengan teori redaman sinyal (*signal attenuation*) yang menjelaskan bahwa hambatan fisik seperti dinding beton, kaca, dan plafon berlapis logam mampu menyerap atau memantulkan gelombang elektromagnetik secara signifikan (Amir et al., 2025). Namun, dalam konteks sekolah, efek redaman ini memiliki implikasi sosial-pedagogis: area dengan konektivitas lemah berpotensi menghambat akses guru dan siswa terhadap sumber belajar digital, yang pada akhirnya menciptakan kesenjangan digital intra-sekolah.

Secara ilmiah, temuan ini memperluas diskursus tentang optimasi jaringan nirkabel dengan menempatkan faktor struktural bangunan sebagai variabel kontekstual yang berinteraksi dengan variabel teknis. Dengan demikian, akar masalah jaringan tidak semata akibat kesalahan teknis dalam penempatan *access point* (AP), melainkan juga hasil dari konfigurasi spasial dan material yang membentuk lingkungan belajar. Kontribusi ilmiah penelitian ini terletak pada upayanya menjembatani teori redaman sinyal dengan observasi empiris di lingkungan pendidikan, menghadirkan pemahaman baru bahwa persoalan konektivitas merupakan persoalan epistemologis—bagaimana arsitektur ruang turut menentukan aliran pengetahuan di era digital.

Pendekatan *action research* yang digunakan terbukti efektif dalam menghasilkan perbaikan berkelanjutan karena bersifat reflektif dan siklikal: *diagnosing*, *action planning*, *action taking*, dan *evaluating*. Pada tahap *action taking*, pengukuran di 85 titik strategis menghasilkan peta panas (*heatmap*) yang memvisualisasikan persebaran sinyal aktual. Warna biru hingga hijau muda mendominasi area lantai dasar, menandakan kekuatan sinyal antara -62 dBm hingga -83 dBm yang rentan terhadap pemutusan koneksi. Temuan ini mengonfirmasi hasil penelitian Sentosa & Chandra (2023) yang menunjukkan bahwa ruang tertutup dan sudut jauh dari AP mengalami degradasi sinyal akibat redaman dan interferensi. Namun, penelitian ini melangkah lebih jauh dengan mengembangkan model integratif antara *heatmap* observasional dan simulasi prediktif, yang tidak hanya menggambarkan kondisi aktual tetapi juga memproyeksikan kemungkinan perbaikan. Model ini menjadi wujud konkret pendekatan *simulation-driven design* yang menekankan keputusan berbasis data empiris dan prediksi visual.

Tahap *evaluating* menunjukkan bahwa simulasi *predictive site survey* mampu meningkatkan cakupan sinyal hingga 98% area sekolah, dengan kekuatan minimal -65 dBm dan efisiensi anggaran di bawah Rp 5.000.000. Hasil ini sejalan dengan temuan Riyanto et al. (2023) yang menegaskan efektivitas penataan ulang AP berbasis data eksisting. Akan tetapi, analisis mendalam memperlihatkan bahwa efektivitas simulasi tetap bergantung pada faktor manusia dan dinamika lingkungan. Misalnya, keberadaan pengguna di ruang padat dapat memengaruhi propagasi sinyal karena tubuh manusia bersifat konduktor sebagian terhadap gelombang elektromagnetik, terutama pada frekuensi 2,4 GHz. Artinya, hasil simulasi bukanlah representasi statis, melainkan estimasi kontekstual yang perlu disesuaikan dengan kondisi dinamis ruang dan aktivitas pengguna. Hal ini menegaskan bahwa simulasi, meskipun presisi secara teknis, tetap menuntut validasi empiris untuk menjaga akurasi dalam konteks dunia nyata (Riyanto et al., 2023).

Dari sisi kelembagaan, hasil penelitian memperlihatkan bahwa solusi teknis yang optimal tidak otomatis terimplementasi tanpa dukungan struktural dan kebijakan internal sekolah. Ketersediaan daya listrik, jalur kabel, hingga koordinasi antarunit menjadi faktor pembatas yang sering terabaikan dalam studi teknis murni. Sejalan dengan penelitian Kurniabudi et al. (2025) yang menerangkan optimalisasi jaringan pendidikan harus dilihat sebagai proyek kolaboratif yang melibatkan aspek teknis, manajerial, dan kultural. Dengan demikian, *action research* dalam penelitian ini tidak hanya memperbaiki distribusi sinyal Wi-Fi, tetapi juga memperkuat kesadaran digital, partisipasi kolektif, dan kapasitas reflektif lembaga dalam membangun infrastruktur teknologi yang berkelanjutan dan berkeadilan.

Analisis biaya-manfaat (*cost-benefit*) menunjukkan bahwa optimalisasi jaringan dapat dicapai dengan strategi efisien: penggunaan 5 AP dan kabel UTP Cat 6 menghasilkan biaya Rp 4.977.000, di bawah batas Rp 5.000.000. Hal ini membuktikan bahwa pendekatan *data-driven simulation* mampu menghasilkan solusi murah namun efektif. Penelitian Sentosa & Candra (2023) mendukung temuan ini, bahwa peningkatan cakupan jaringan tidak selalu membutuhkan investasi besar jika berbasis analisis lokasi yang akurat. Secara metodologis, penelitian ini

menampilkan kontribusi ilmiah baru berupa penerapan *action research* dalam konteks rekayasa jaringan pendidikan, yang tidak hanya menguji efektivitas teknis tetapi juga menilai dinamika sosial-organisasional yang memengaruhi hasil.

Dengan demikian, penelitian ini menyadari keterbatasan inheren dari metode *action research* yang bersifat kontekstual dan tidak mudah digeneralisasi. Faktor-faktor seperti variasi arsitektur bangunan, kepadatan pengguna, dan perubahan tata ruang dapat menyebabkan hasil berbeda pada konteks lain. Namun, justru di sinilah kekuatan pendekatan ini ia memungkinkan penyesuaian dinamis dan pembelajaran reflektif berkelanjutan di setiap siklusnya. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi tidak hanya pada peningkatan teknis jaringan Wi-Fi sekolah, tetapi juga pada pengembangan kerangka kerja *action research* yang aplikatif dan adaptif dalam bidang teknologi pendidikan.

KESIMPULAN

Berikah pada analisis di atas, distribusi jaringan Wi-Fi di SMA Negeri 2 Gianyar pada kondisi awal menunjukkan ketimpangan signifikan, terutama di lantai dasar dengan nilai RSSI di bawah -80 dBm yang menandakan adanya *blank spot*. Melalui *site survey* aktif, pasif, dan simulasi prediktif menggunakan NetSpot, dilakukan reposisi lima *access point* dengan kanal *non-overlapping* (1, 6, 11) dan *transmit power* 15–18 dBm. Hasil optimal meningkatkan cakupan sinyal hingga 98% dengan kekuatan rata-rata di atas -65 dBm, membuktikan efektivitas pendekatan *heatmap* dan analisis RSSI dalam perancangan jaringan efisien dan hemat biaya (Rp 4.977.000). Secara praktis, model ini dapat direplikasi oleh institusi pendidikan lain dengan melakukan analisis lokasi berbasis data nyata dan penyesuaian parameter teknis sesuai kebutuhan ruang dan kepadatan pengguna.

Hasil implementasi menunjukkan peningkatan signifikan dengan cakupan sinyal mencapai 98% dan kekuatan rata-rata di atas -65 dBm. Namun, penelitian ini masih terbatas karena simulasi dilakukan pada kondisi statis tanpa mempertimbangkan faktor dinamis seperti mobilitas pengguna dan variasi trafik. Penelitian selanjutnya disarankan menambahkan *real-time monitoring* berbasis IoT serta menerapkan *adaptive channel allocation* dan *auto power adjustment* untuk menjaga stabilitas jaringan. Selain itu, panduan teknis ideal seperti jarak antar-AP minimal 15 meter dan penggunaan kanal *non-overlapping* (1, 6, 11) perlu diterapkan, disertai pelatihan staf IT dan kebijakan pemeliharaan rutin agar sistem jaringan Wi-Fi lebih efisien dan berkelanjutan.

REFERENSI

- Alathari, B., Radi, M. R., Kadhim, M. F., Ali, N. S., & Alyasseri, Z. A. A. (2022, August). An optimization for access point placement in indoor communication. In International Conference on Computational Science and Technology (pp. 615-629). Singapore: Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-8406-8_48
- Amir, D., Jamaluddin, J., Razi, F., Syahroni, M., & Zuhaimi, Z. (2025). Analisa Faktor Redaman Lantai Sinyal Gelombang Radio Wireless Pada Gedung Bertingkat. In *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe* 8(1), 163-167. <https://e-jurnal.pnl.ac.id/semnaspnl/article/view/6765>
- Ardiansyah, Y., Hediyanto, U. Y. K. S., & Kurniawan, M. T. (2024). Analisis Dan Optimasi Teknologi Jaringan Wireless Pada Ruangan Proses Manufaktur Di Gedung Mangudu Universitas Telkom Dengan Menggunakan Wireless Site Survey. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 9(2), 529-539. <https://doi.org/10.29100/jupi.v9i2.4483>
- Cisco Systems. (2020). Campus LAN and Wireless LAN Solution Design Guide. <https://www.cisco.com/go/designzone> diakses 10 Oktober 2025.
- Dasmo, D., Notosudjono, D., Sunardi, O., & Binoardi, H. (2021). Analisis indikator kepemimpinan teknologi kepala sekolah sebagai pemimpin implementasi teknologi Abad 21. *Idaarah: Jurnal Manajemen Pendidikan*, 5(2), 240. <https://doi.org/10.24252/idaarah.v5i2.24095>
- Harun, H. H., KSH, U. Y., & Kurniawan, M. T. (2023). Analisa Dan Optimasi Pada Teknologi Jaringan Wireless Pada Ruangan Laboratorium Dan Kantor Gedung Mangudu Universitas Telkom Menggunakan Wireless Site Survey.



- Kesatria: Jurnal Penerapan Sistem Informasi (Komputer dan Manajemen)*, 4(4), 937-950.
<https://sinta.kemdiktisaintek.go.id/journals/profile/10367>
- Hernandez, L., Balmaceda, N., Hernandez, H., Vargas, C., De La Hoz, E., Orellano, N., ... & Uc-Rios, C. E. (2019, June). Optimization of a Wifi wireless network that maximizes the level of satisfaction of users and allows the use of new technological trends in higher education institutions. *In International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 144-160). Cham: Springer International Publishing. http://doi.org/10.1007/978-3-030-21935-2_12
- Ikhsan, M., & Panca, B. S. (2020). Penerapan Metode Site Survey untuk Mengukur Radius Access Point dengan Tools Visiwave. *Jurnal STRATEGI-Jurnal Maranatha*, 2(1), 133-144.
<http://strategi.itmaranatha.org/index.php/strategi/article/view/160>
- Jatmiko, D. K., Jati, B. P., & Hapsari, J. P. (2021). Optimasi Kualitas Jaringan WLAN Berdasarkan Coverage Area dan Jumlah Pengguna di Fakultas Teknologi Industri UNISSULA. *Elektrika*, 13(1), 7-12.
<https://doi.org/10.26623/elektrika.v13i1.2989>
- Kurniabudi, Rahim, A., Wenny, S.J., Ferenika, A., Sandra, D., Harris, A., Astri, L.Y., ... & Aldrian. (2025). Optimalisasi Jaringan Wifi dan Pemanfaatan Sumber Belajar berbasis Internet untuk Pembelajaran di SMA. *JPM: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(3), 334-344. <https://doi.org/10.47065/jpm.v5i3.2230>
- Maulana, A., & Sulisty, W. (2024). Analisis Kualitas Signal Wireless Menggunakan Received Signal Strength Indicator (Rssi) Di SMP Negeri 10 Salatiga. *IT-Explore: Jurnal Penerapan Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 3(1), 63-78. <https://doi.org/10.24246/itexplore.v3i1.2024.pp50-65>
- Muhawech, A. R. S. (2024). *Site Survey and Analysis of the Student Barracks in the Campus Area*. Luleå University of Technology. <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1888262&dsid=-8155>
- Permana, M. O. G. (2025). Analisis Keamanan Platform E-Commerce Di Indonesia Terhadap Risiko Serangan Password Harvesting Fishing (Phishing) Dengan Metode Action Research Menggunakan Aplikasi Social Engineering Toolkit (Set). (*Doctoral dissertation*, Universitas Pendidikan Ganesha).
- Pusat Data Kemendikbudristek. (2024). Jumlah SMA yang memiliki fasilitas internet untuk tujuan pengajaran. <https://data.kemendikdasmen.go.id> dipetik 10 Oktober 2025.
- Riyanto, S., Rahmat, R., & Zulfachmi, Z. (2021). Penempatan Access Point Pada Jaringan Wi-Fi di Sekolah Tinggi Teknologi Indonesia Tanjungpinang. *Jurnal Bangkit Indonesia*, 10(2), 27-31.
<https://doi.org/10.52771/bangkitindonesia.v10i2.122>
- Saskara, G.A.J., Permana, M.O.G., & Sunarya, I.M.G. (2025). Security analysis of Indonesia e-commerce platform against the risk of phishing attacks,” *International Journal of Advances in Applied Sciences*, 14(2), 533, <https://doi.org/10.11591/ijaas.v14.i2.pp533-541>.
- Sentosa, A. F., & Chandra, D. W. (2023). Analisis Coverage dan Quality of Service Jaringan Wi-Fi di FKIP UKSW. *Jutisi: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 12(3), 1713-1723.
<https://doi.org/10.35889/jutisi.v12i3.1624>
- Setiawan, L. R. (2022). Analisis Sinyal Wireless Dengan Mapping Ssid Dan Hotspot Area Access Point Dengan Metode Ppdioo Di SMK N 2 Praya Tengah. *Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 2(3), 99-109.
- Stringer, E. T., & Aragón, A. O. (2020). *Action research*. India: Sage publications.
- Sunandi, I., Juliati, J., Hermawan, W., & Ramadhan, G. (2023). Dampak Integrasi Teknologi pada Pengalaman Belajar Mahasiswa Perguruan Tinggi. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(1), 3046-3054.

-
- Westari, N., & Sumarsono, R. B. (2025). Tantangan dan Peluang Transformasi Manajemen Pendidikan di Era Digital (Tinjauan Literatur Sistematis). *Proceedings Series of Educational Studies*.
- Wijasena, A. C., & Haq, M. S. (2021). Optimalisasi sarana prasarana berbasis IT sebagai penunjang pembelajaran dalam jaringan. *Inspirasi Manajemen Pendidikan*, 240-255. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/inspirasi-manajemen-pendidikan/article/view/38779>