

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 *Diagnosing*

Pada tahapan ini, peneliti mengidentifikasi permasalahan jaringan Wi-Fi di SMA Negeri 2 Gianyar melalui observasi teknis terhadap infrastruktur jaringan dan analisis data pengukuran sinyal. Fokus utama dari tahap ini adalah menilai kondisi awal jaringan Wi-Fi berdasarkan distribusi kekuatan sinyal (RSSI) di sejumlah titik pengukuran. Permasalahan utama yang ditemukan adalah lemahnya cakupan sinyal Wi-Fi di beberapa area, terutama pada lantai 1 gedung kelas 1 dan ruang kepala sekolah. Untuk mendukung identifikasi masalah tersebut, dilakukan pengumpulan data awal RSSI yang divisualisasikan dalam bentuk tabel, sebagai dasar perencanaan optimalisasi jaringan.

Tabel 4.1
RSSI SMA Negeri 2 Gianyar

No	Nama Tempat	Band		Status
		2,4 Ghz	5 Ghz	
3.1	Depan Gedung 1 lantai 1	-84 dBm	-89 dBm	<i>Not Good</i>
3.2	Gedung 1 lantai 2	-55 dBm	-56 dBm	<i>Amazing</i>
3.3	Gedung 1 lantai 3	-55 dBm	-57 dBm	<i>Amazing</i>
3.4	Tengah lapangan upacara	-56 dBm	-62 dBm	<i>Amazing</i>
3.5	Depan ruang TU	-58 dBm	-60 dBm	<i>Amazing</i>
3.6	Depan Gedung 2 lantai 1	-77 dBm	-78 dBm	<i>Okay</i>
3.7	Gedung 2 lantai 2	-77 dBm	-79 dBm	<i>Okay</i>
3.8	Gedung 2 lantai 3	-62 dBm	-62 dBm	<i>Amazing</i>
3.9	Depan Ruang Guru	-59 dBm	-63 dBm	<i>Amazing</i>
3.10	Depan Ruang Uks	-65 dBm	-65 dBm	<i>Very Good</i>

No	Nama Tempat	Band		Status
		2,4 Ghz	5 Ghz	
3.11	Depan Ruang Perpustakaan	-69 dBm	-72 dBm	<i>Very Good</i>
3.12	Depan Ruang BK	-77 dBm	-78 dBm	<i>Okay</i>
3.13	Ruang Kepala Sekolah	-88 dBm	-94 dBm	<i>Not Good</i>
3.14	Parkiran Guru	-77 dBm	-77 dBm	<i>Okay</i>
3.15	Lab Komputer	-76 dBm	-77 dBm	<i>Okay</i>
3.16	Parkiran Siswa	-77 dBm	-79 dBm	<i>Okay</i>

(Sumber: Arsip Pribadi)

Selain itu, dalam wawancara juga disampaikan bahwa pihak sekolah memiliki keterbatasan anggaran dalam melakukan penambahan atau optimalisasi perangkat AP. Menurut pihak sekolah, anggaran yang tersedia untuk pengadaan perangkat jaringan hanya sebesar Rp5.000.000,- untuk tahun anggaran berjalan.

4.1.2 *Action Planning*

Pada tahapan *action planning* atau perencanaan tindakan, peneliti melakukan beberapa langkah persiapan untuk mengumpulkan data terkait kondisi jaringan Wi-Fi di sekolah. Tahapan ini meliputi penentuan cakupan, pengaturan alat, dan penelusuran lokasi. Berikut adalah hasil setiap langkah yang telah dilakukan.

1. Penentuan cakupan

Penentuan cakupan dilakukan untuk memastikan ruang lingkup survei yang akan dilakukan. Peneliti menentukan area yang akan disurvei, yaitu pengukuran untuk akan dilakukan dengan 4 mapping berbeda di mana yang pertama peneliti melakukan pengukuran di areal sekolah, meliputi ruang kepala sekolah, ruang guru, ruang tu, ruang bk, lab komputer, uks, lapangan

upacara, dan gedung kelas 1 lantai 1 serta gedung kelas 2 lantai 1, mapping kedua peneliti melakukan pengukuran pada gedung kelas 1 lantai 2 sampai lantai 3, selanjutnya peneliti melakukan pengukuran pada gedung kelas 2 lantai 2 sampai lantai 3, dan yang terakhir peneliti melakukan pengukuran terkait heatmap vertikal pada gedung kelas 1 dan gedung kelas 1. Hasil penentuan cakupan ini kemudian digunakan sebagai acuan untuk melakukan pengukuran lebih lanjut.

2. Pengaturan alat

Peneliti menyiapkan peralatan yang akan digunakan untuk survei. Peralatan utama yang digunakan adalah laptop *Fujitsu Lifebook E756* dengan spesifikasi yang memadai untuk menjalankan perangkat lunak NetSpot. Selain itu, alat dokumentasi juga disiapkan untuk mendukung proses pengumpulan data. Peneliti menggunakan *Smartphone Xiaomi Mi 8 Lite* untuk mengambil foto dokumentasi terkait kondisi fisik lokasi survei. Untuk mendapatkan gambaran visual yang lebih luas dan detail, peneliti juga menggunakan drone *DJI Mavic Mini 3* untuk memetakan area sekolah dari udara. Drone ini membantu dalam pembuatan cetak biru sederhana dan pemetaan persebaran access point. Perangkat lunak yang digunakan adalah NetSpot, yang diatur untuk memastikan pengukuran dapat dilakukan dengan akurat. Pengaturan meliputi kalibrasi perangkat lunak, pemilihan mode survei, dan penentuan parameter pengukuran seperti frekuensi sinyal (2,4 GHz atau 5 GHz). Selain itu peneliti juga menggunakan aplikasi Arcgis Pro dalam melakukan pengukuran secara *geolocation*.

3. Penelusuran lokasi

Penelusuran lokasi dilakukan untuk mengidentifikasi area yang akan disurvei. Peneliti mengumpulkan data terkait wilayah sekolah, termasuk denah bangunan dan lokasi penempatan *access point* (AP). Berdasarkan data tersebut, peneliti membuat cetak biru sederhana sekolah yang mencakup titik-titik pengukuran.

Berikut merupakan wilayah sekolah saat ini dari tampak atas menggunakan bantuan drone dji mini 3:

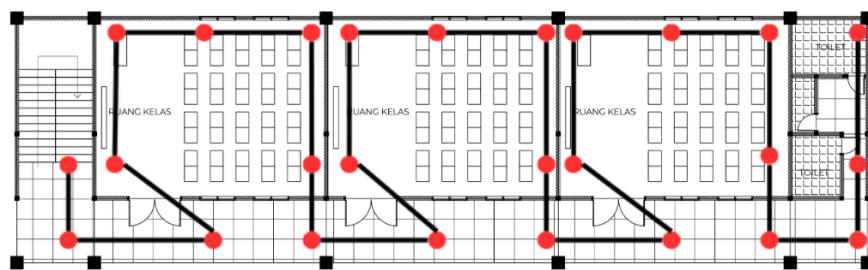


Gambar 4.1
Wilayah sekolah
(Sumber : Arsip Pribadi)

Gambar di atas menunjukkan tampilan wilayah sekolah dari perspektif udara, yang memberikan gambaran menyeluruh mengenai tata letak bangunan dan fasilitas yang ada. Berdasarkan gambar tersebut, berikut adalah keterangan dari masing-masing bagian yang ditandai:

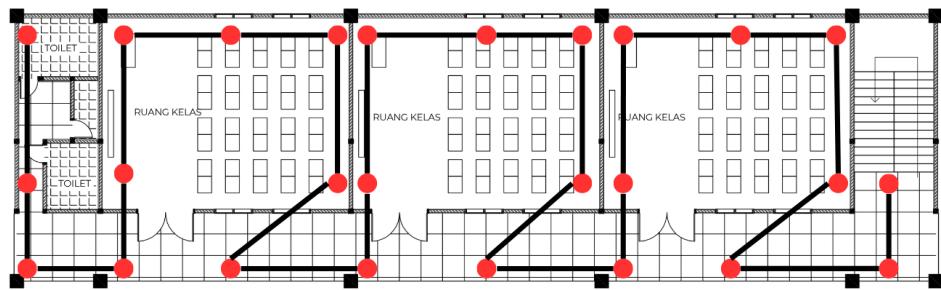
- A. Gedung kelas 1
- B. Gedung kelas 2
- C. Lab komputer
- D. Ruang UKS
- E. Ruang Guru
- F. Ruang Kepala Sekolah
- G. Ruang Tata Usaha
- H. Ruang BK

Berikut peneliti lampirkan terkait peta cetak biru sekolah dan titik sampel pengukuran.



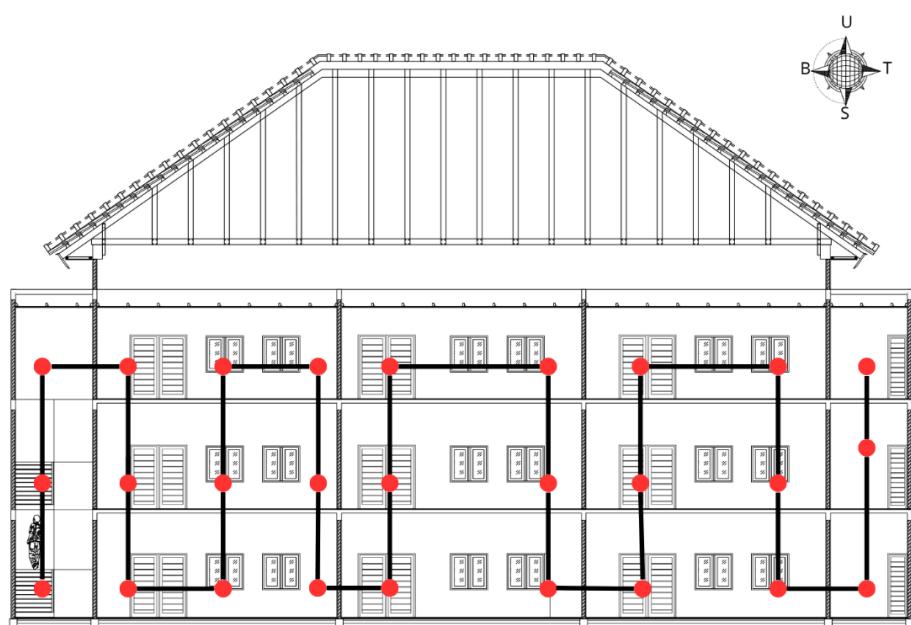
Gambar 4.2
Titik Pengukuran Gedung Kelas 1 lantai 2 dan 3
(Sumber: Arsip Pribadi)

Gambar di atas menunjukkan titik-titik pengukuran yang dilakukan pada Gedung Kelas 1 (Gedung Kelas Barat) lantai 2 dan lantai 3. Karena bentuk serta tata letak kedua lantai tersebut memiliki kesamaan, peneliti melampirkan satu gambar yang mewakili titik pengukuran untuk kedua lantai tersebut. Pemilihan titik pengukuran dilakukan menggunakan metode *random sampling*, dengan total sebanyak 26 titik pengukuran.



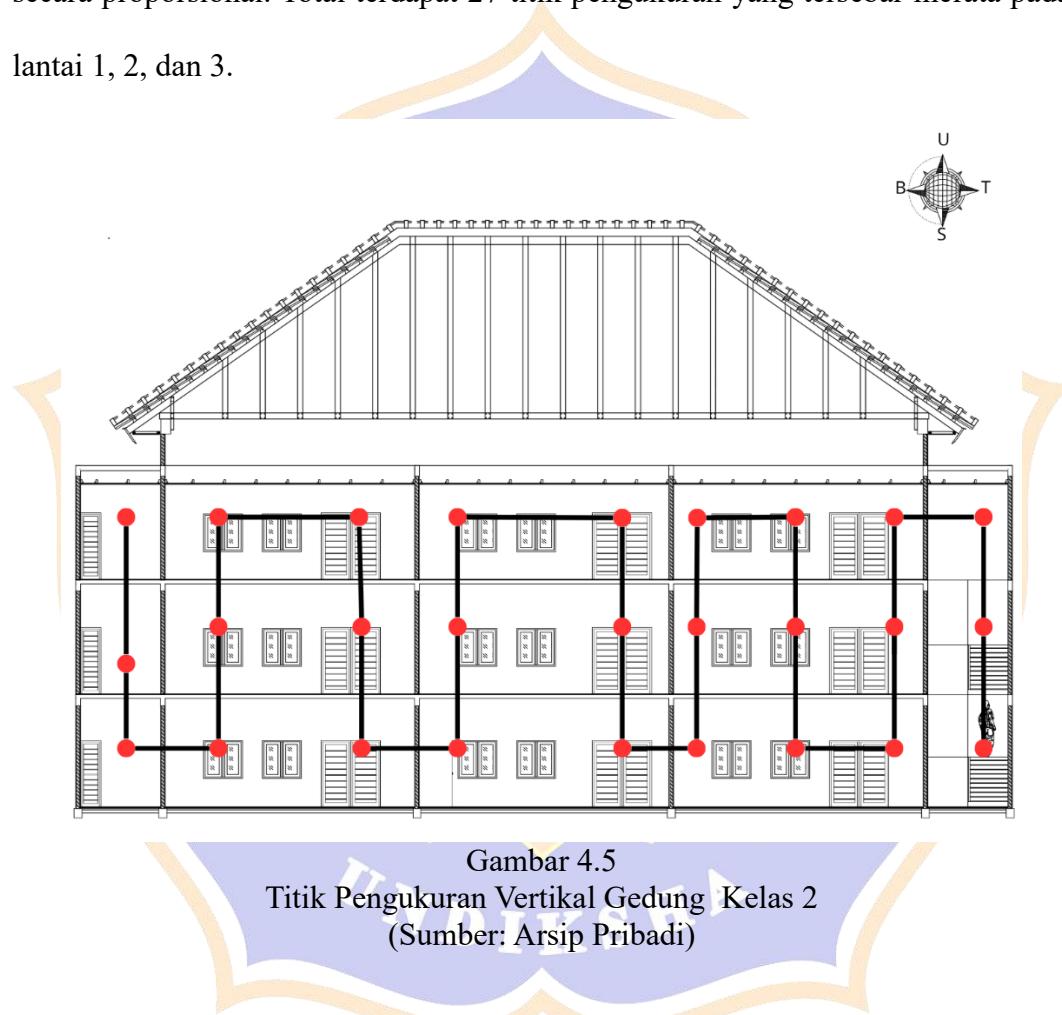
Gambar 4.3
Titik Pengukuran Gedung Kelas 2 lantai 2 dan 3
(Sumber: Arsip Pribadi)

Gambar di atas menunjukkan titik-titik pengukuran yang dilakukan pada Gedung Kelas 2 (Gedung Kelas Timur). Pengukuran dilakukan secara menyeluruh pada lantai 2, dan 3 untuk mendapatkan gambaran distribusi sinyal Wi-Fi di seluruh area gedung. Karena setiap lantai pada gedung ini memiliki karakteristik struktur dan tata letak ruangan yang serupa, peneliti menyajikan satu gambar yang mewakili titik pengukuran pada ketiga lantai. Pemilihan titik dilakukan menggunakan metode *random sampling*, dengan jumlah total sebanyak 26 titik pengukuran.



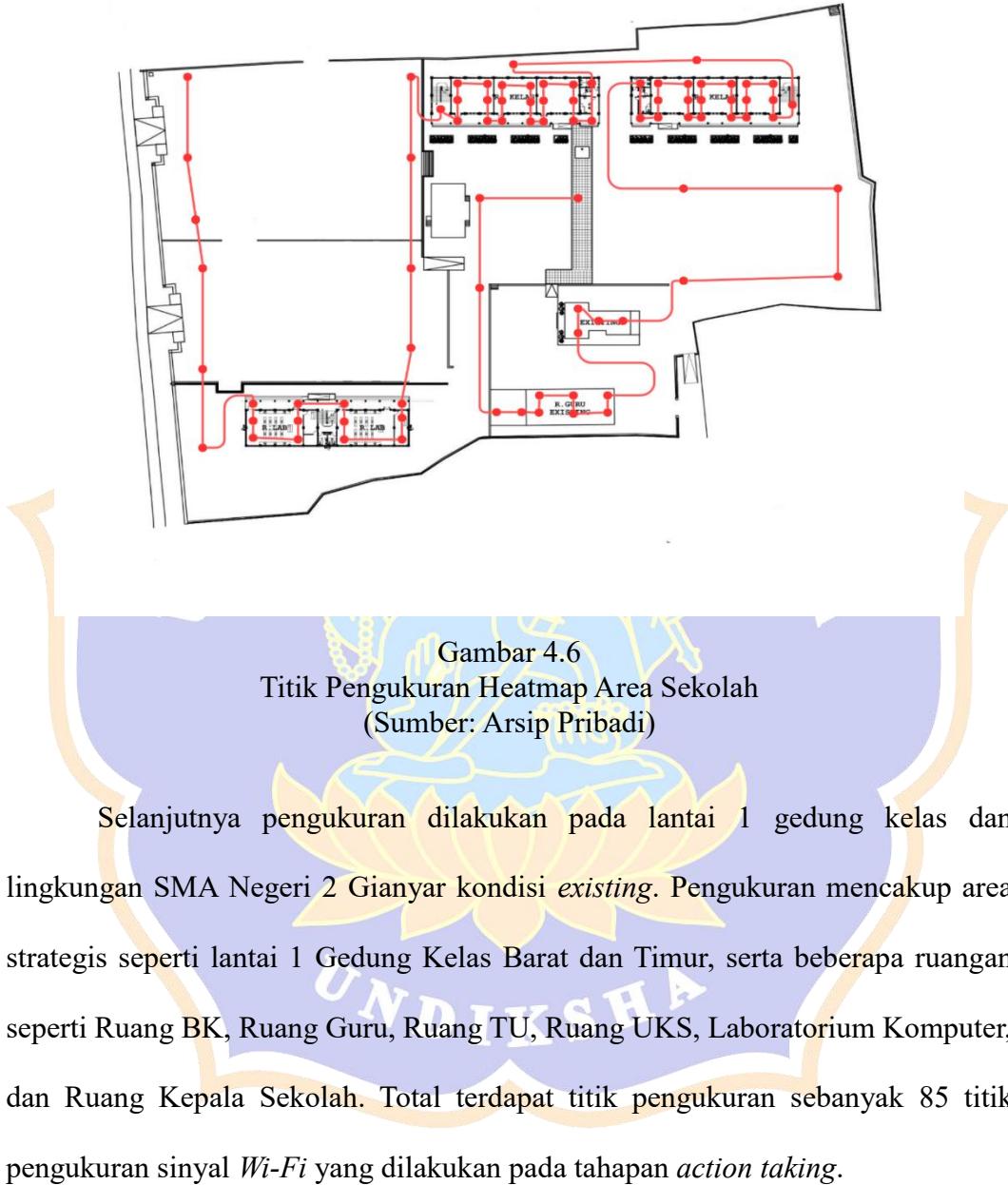
Gambar 4.4
Titik Pengukuran Vertikal Gedung Kelas 1
(Sumber: Arsip Pribadi)

Selanjutnya merupakan gambar yang menunjukkan titik pengukuran untuk visualisasi heatmap vertical yang dilakukan pada Gedung Kelas 1 (Gedung Kelas Barat) yang terdiri dari tiga lantai yang terlihat pada gambar diatas. Gambar ini disusun untuk merepresentasikan posisi titik-titik pengukuran pada setiap lantai secara proporsional. Total terdapat 27 titik pengukuran yang tersebar merata pada lantai 1, 2, dan 3.



Selanjutnya merupakan gambar yang menunjukkan titik pengukuran untuk visualisasi heatmap vertical yang dilakukan pada Gedung Kelas 2 (Gedung Kelas Timur) yang terdiri dari tiga lantai yang terlihat pada gambar diatas. Gambar ini disusun untuk merepresentasikan posisi titik-titik pengukuran pada setiap lantai

secara proporsional. Total terdapat 27 titik pengukuran yang tersebar merata pada lantai 1, 2, dan 3.





Gambar 4.7
Access Point di SMA Negeri 2 Gianyar
(Sumber: Arsip Pribadi)

Gambar di atas menunjukkan perangkat Access Point (AP) Ruijie RG-RAP2200 yang digunakan sebagai bagian dari infrastruktur jaringan Wi-Fi di SMA Negeri 2 Gianyar. Perangkat ini dipasang menempel pada plafon dan terhubung ke jaringan utama melalui kabel UTP. AP ini merupakan access point dual-band yang mendukung frekuensi 2.4 GHz dan 5 GHz, penempatan AP ini sudah permanen dan tidak dapat dipindahkan.



Gambar 4.8
Peta Persebaran Acess Point SMA Negeri 2 Gianyar
(Sumber: Arsip Pribadi)

Peta persebaran access point di SMA Negeri 2 Gianyar menunjukkan bahwa perangkat saat ini hanya terpasang di Gedung Kelas 1 dan Gedung Kelas 2 pada lantai 2 dan 3. Di Gedung Kelas 1, terdapat 2 unit access point di koridor lantai 2 dan 3 unit di ruang kelas, sedangkan di lantai 3 terpasang 3 unit di masing-masing kelas. Pada Gedung Kelas 2, lantai 2 dan 3 masing-masing memiliki 3 unit access point di ruang kelas. Semua perangkat yang digunakan merupakan model Ruijie RG-RAP2200. Tidak ada access point pada lantai 1 maupun gedung lain, sehingga cakupan sinyal masih terbatas pada dua lantai tersebut. Kondisi ini menjadi dasar dalam penyusunan strategi optimalisasi persebaran sinyal Wi-Fi di sekolah.

4.1.3 *Action Taking*

Dalam tahapan action taking ini peneliti melakukan pengukuran dengan pendekatan active site survey dibantu dengan menggunakan aplikasi NetSpot guna meningkatkan akurasi dalam pengukuran data. Berikut peneliti sertakan gambar pengukuran heatmap di SMA Negeri 2 Gianyar.



Gambar 4.9
Visualisasi heatmap lantai 1 dan areal sekolah
(Sumber: Arsip Pribadi)

Sebagaimana terlihat pada gambar 4.9 hasil visualisasi heatmap di atas, titik-titik biru di atas merupakan posisi peneliti dalam mengukur lantai 1 gedung kelas 1, gedung kelas 2 dan area sekolah menggunakan metode *walktest*, di mana heatmap lantai 1 gedung kelas 1 dan 2 serta areal sekolah ini menunjukkan distribusi sinyal yang belum sepenuhnya optimal. Mayoritas area ditandai dengan warna kuning hingga merah, yang merepresentasikan kekuatan sinyal di kisaran -70 dBm hingga -83 dBm, yaitu kategori lemah hingga sangat lemah, sehingga berpotensi menyebabkan koneksi tidak stabil atau sering terjadinya *disconnect*. Area dalam ruangan seperti ruang kelas dan ruang guru masih tercakup sinyal, namun kualitasnya perlu ditingkatkan. Sementara itu, area terbuka dan beberapa koridor tampak memiliki sinyal yang sangat rendah. Hal ini mengindikasikan perlunya penambahan atau optimalisasi persebaran sinyal Wi-Fi agar cakupan sinyal bisa lebih merata dan mendukung aktivitas digital secara lancar di seluruh area sekolah.



Gambar 4.10
Visualisasi Heatmap Gedung Kelas 1 lantai 2
(Sumber: Arsip Pribadi)

Pada gambar 4.10 yakni heatmap lantai 2 gedung barat memperlihatkan distribusi sinyal Wi-Fi yang cukup baik di sekitar titik-titik *access point*, ditandai dengan gradasi warna hijau ke kuning yang menerangkan kekuatan sinyal relatif stabil. Area tengah ruang kelas masih mendapatkan sinyal yang memadai.



Gambar 4.11
Visualisasi Heatmap Gedung Kelas 1 Lantai 3
(Sumber: Arsip Pribadi)

Gambar 4.11 menggambarkan visualisasi heatmap kekuatan sinyal Wi-Fi pada lantai 3 Gedung Kelas 1 SMA Negeri 2 Gianyar. Warna hijau menunjukkan area dengan sinyal kuat, sedangkan warna kuning hingga jingga pada area dalam gedung menunjukkan area dengan sinyal sangat kuat. Sebagian besar area ruang kelas berada dalam zona hijau hingga kuning, yang menunjukkan kekuatan sinyal berada pada tingkat cukup baik hingga kuat.



Gambar 4.12
Visualisasi Heatmap Vertical Gedung Kelas 1
(Sumber: Arsip Pribadi)

Mencermati Gambar 4.12 memperlihatkan visualisasi heatmap vertical kekuatan sinyal Wi-Fi pada Gedung Kelas 1 SMA Negeri 2 Gianyar. Warna hijau menunjukkan area dengan sinyal kuat, warna kuning lemah, sedangkan warna merah merupakan area yang mengalami penurunan sinyal sangat lemah dimana pada lantai satu gedung kelas 1 mengalami penurunan sinyal dengan rata rata menujukan -70 dBm. Sebagian besar area dalam zona hijau hingga kuning kecuali pada lantai 1.



Gambar 4.13
Visualisasi Heatmap Lantai 2 Gedung Kelas 2
(Sumber: Arsip Pribadi)

Menelaah Gambar 4.13 bisa dilihat visualisasi heatmap kekuatan sinyal Wi-Fi pada lantai 2 Gedung Kelas 2 SMA Negeri 2 Gianyar. Terlihat pada gambar dimana didominasi oleh warna hijau yang memiliki range kekuatan sinyal sebesar -35 dBm dan terdapat penurunan sinyal yang diakibatkan oleh redaman dinding dimana bagian toilet terlihat menurun ke -66 dBm. Sehingga dapat disimpulkan sebagian besar area ruang kelas dan koridor menunjukkan kekuatan sinyal berada pada tingkat kuat hingga sangat kuat.



Gambar 4.14
Visualisasi Heatmap Lantai 3 Gedung Kelas 2
(Sumber: Arsip Pribadi)

Membaca Gambar 4.14 bisa dilihat visualisasi heatmap kekuatan sinyal Wi-Fi pada lantai 3 Gedung Kelas 1 SMA Negeri 2 Gianyar. Terlihat pada gambar dimana didominasi oleh warna hijau yang memiliki range kekuatan sinyal sebesar -30 dBm hingga -37 dBm dan terdapat penurunan sinyal yang diakibatkan oleh redaman dinding dimana bagian toilet terlihat menurun ke -61 dBm. Sehingga dapat disimpulkan sebagian besar area ruang kelas dan koridor menunjukkan kekuatan sinyal berada pada tingkat kuat hingga sangat kuat.



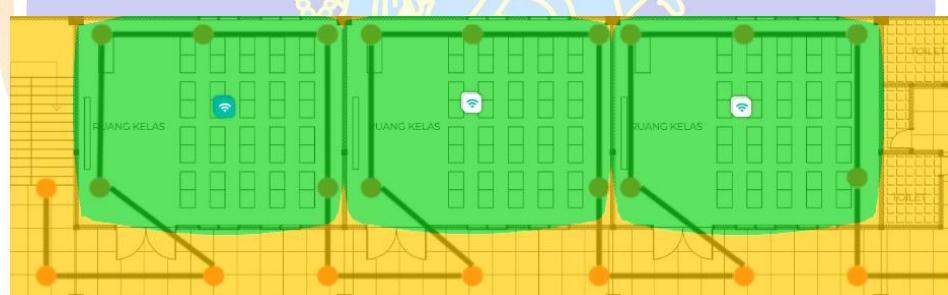
Gambar 4.15
Visualisasi Heatmap Vertical Gedung Kelas 2
(Sumber: Arsip Pribadi)

Mencermati Gambar 15, terlihat seperti yang digambarkan pada gambar di atas, titik-titik putih dengan outline biru merupakan posisi pengukuran yang dilakukan peneliti saat berjalan mengelilingi seluruh gedung dan area sekolah. Dari

hasil pengukuran, terlihat beberapa area dengan kekuatan sinyal berada di bawah -65 dBm, ditandai dengan warna kuning hingga merah pada peta heatmap. Area-area tersebut meliputi lantai 1 Gedung Kelas 1, lantai 1 Gedung Kelas 2, ruang kepala sekolah, ruang guru, ruang BK, ruang tata usaha, dan ruang UKS. Sementara itu, area lantai 2 dan lantai 3 pada kedua gedung menunjukkan kekuatan sinyal yang merata di atas -65 dBm, sehingga tidak termasuk dalam prioritas optimalisasi.

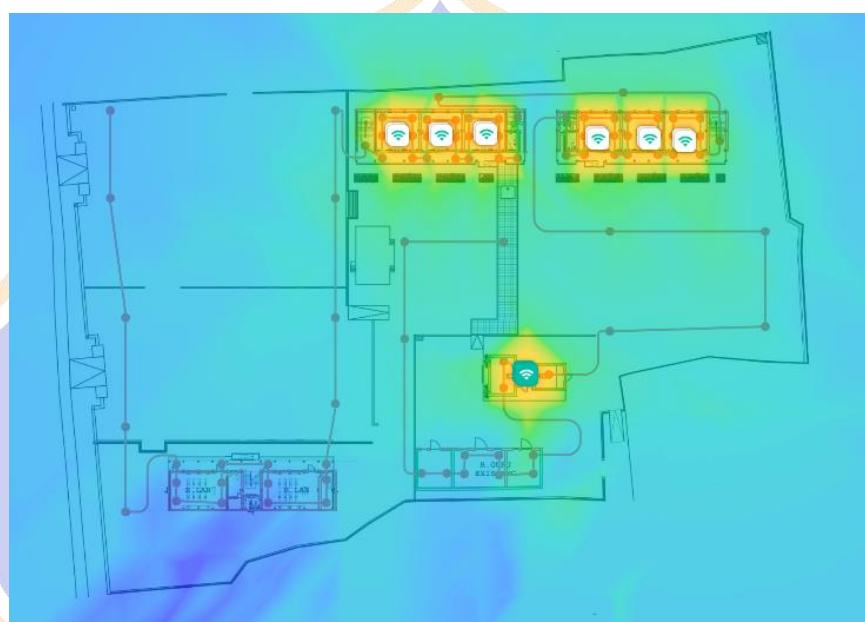
4.1.4 *Evaluation*

Pada tahapan *evaluation*, peneliti terlebih dahulu menyusun simulasi baseline sebagai acuan awal sebelum melakukan simulasi optimalisasi persebaran sinyal Wi-Fi. Simulasi baseline ini dibuat dengan predictive site survey, di mana menyamakan cakupan sinyal wifi kondisi nyata berdasarkan hasil pengukuran active site survey yang telah dilakukan sebelumnya.



Gambar 4.16
Visualisasi Simulasi Heatmap Baseline lantai 2 Gedung Kelas 1
(Sumber: Arsip Pribadi)

Berdasarkan hasil pengukuran awal (*baseline*) yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya, peneliti kemudian melanjutkan ke tahap percobaan dengan melakukan simulasi optimalisasi persebaran sinyal Wi-Fi. Data karakteristik lingkungan fisik yang didapat, termasuk perhitungan redaman sinyal akibat halangan dinding (tembok), selanjutnya digunakan sebagai parameter dasar dalam menjalankan simulasi penentuan posisi *access point* yang paling optimal.



Gambar 4.17
Visualisasi Simulasi Heatmap Percobaan 1
(Sumber: Arsip Pribadi)

Pada percobaan pertama yakni gambar 4.17, dilakukan simulasi heatmap dengan penyesuaian dan penambahan access point (AP) di area strategis. Di Gedung Kelas 1, satu AP ditambahkan di ruang serbaguna dan dua AP di lantai 2 dipindahkan ke ruang kelas X1 dan X2 lantai 1. Di Gedung Kelas 2, ditambahkan tiga AP di ruang kelas X3, X4, dan X5. Selain itu, satu AP ditempatkan di ruang BK. Hasil visualisasi heatmap pada percobaan pertama menerangkan adanya peningkatan kekuatan sinyal di beberapa ruangan. Ruang kepala sekolah yang sebelumnya memiliki sinyal sebesar -83 dBm meningkat menjadi -56 dBm.

Peningkatan juga terjadi di ruang guru dan UKS, masing-masing dari -83 dBm menjadi -66 dBm dan -67 dBm. Sementara itu, laboratorium komputer masih menunjukkan rata-rata kekuatan sinyal -72 dBm, di bawah target optimalisasi sebesar -65 dBm.

Selain melihat perubahan nilai RSSI pada tiap ruangan, analisis juga dilanjutkan dengan menghitung persentase cakupan area sinyal. Perhitungan ini dilakukan berdasarkan hasil *export heatmap* dari NetSpot yang kemudian diolah menggunakan aplikasi ArcGIS Pro. Pengukuran dilakukan pada setiap gedung sekolah untuk memperoleh gambaran lebih komprehensif mengenai distribusi sinyal, sebagaimana diaplikasikan pada tabel berikut.

Tabel 4.2
Persentase Coverage Area Hasil Simulasi Heatmap Percobaan Pertama

Area	Luas Area Existing (m ²)	Luas Area Tercakup (m ²)	Persentase Cakupan (%)
Gedung kelas 1	515.61	500.97	97.16
Gedung kelas 2	525.02	525.02	100
Ruang BK dan Tata Usaha	149.86	149.86	100
Ruang Kepsek, Ruang guru, dan Ruang UKS	324.83	218.59	67.29
Gedung Lab	460.58	12.23	2.66
Persentase rata rata			73%

(Sumber: Arsip Pribadi)

Berdasarkan Tabel 4.2, terlihat bahwa beberapa area seperti Gedung kelas 2 serta Ruang BK telah mencapai cakupan penuh (100%), sedangkan Laboratorium Komputer masih menunjukkan nilai yang sangat rendah, yaitu hanya 2,66%. Secara keseluruhan, rata-rata cakupan sinyal pada percobaan pertama adalah 73%, yang berarti belum memenuhi indikator *coverage area ratio* minimal sebesar 80%

Peneliti juga melampirkan rancangan anggaran biaya untuk penambahan *access point* berdasarkan hasil simulasi *heatmap* pada percobaan pertama. Penentuan harga perangkat mengacu pada harga yang tercantum dalam *e-Katalog* nasional.

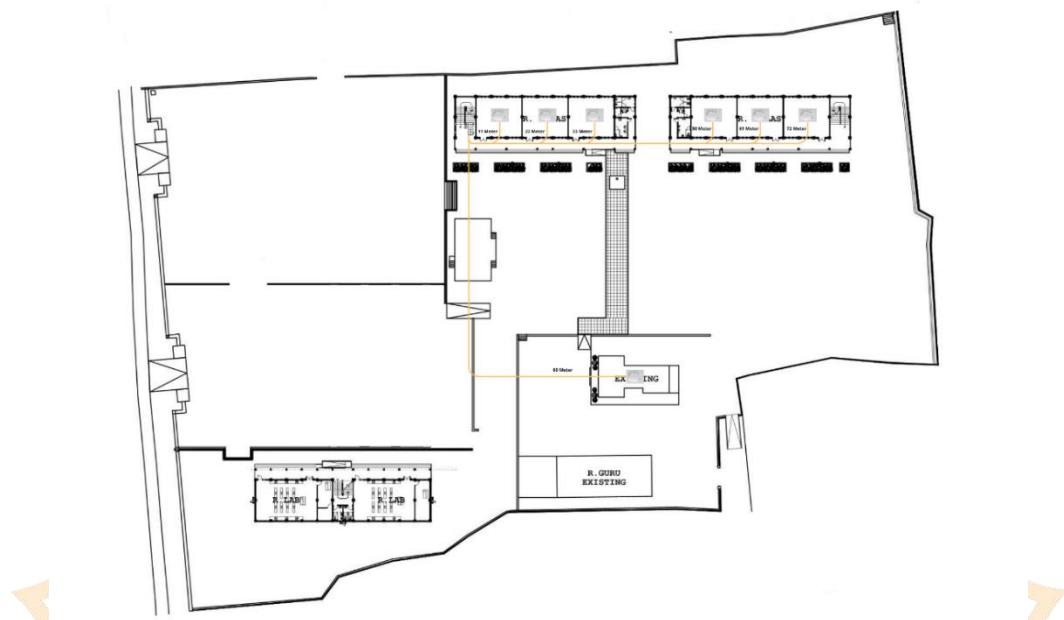
Tabel 4.3
RAB Simulasi Heatmap Percobaan Pertama

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Ruijie RG RAP 2200(f)	5	Buah	Rp675.000	Rp3.375.000
2.	Kabel UTP CAT 6 HIKVISION	309	Meter	Rp4.367	Rp1.349.000
Total					Rp4.724.000

(Sumber: Arsip Pribadi)

Simulasi ini dilakukan dengan menyesuaikan anggaran sekolah. Pada percobaan 1, peneliti menambahkan 5 unit *access point* dengan merk *Ruijie RG RAP 2200(f)* dengan total biaya sebesar Rp3.375.000. Selain itu, peneliti juga menambahkan kabel UTP CAT 6 merk *HIKVISION* sepanjang 309 meter. Dengan demikian, total rancangan anggaran biaya untuk percobaan 1 adalah Rp4.724.000. Jumlah tersebut masih berada dalam batas aman karena tidak melebihi anggaran yang telah disediakan pihak sekolah.

Selain itu, peneliti juga menyajikan peta persebaran access point untuk percobaan 2 berdasarkan hasil simulasi heatmap yang telah dilakukan.



Gambar 4.181
Peta Persebaran AP Percobaan 1
(Sumber: Arsip Pribadi)



Gambar 4.19
Visualisasi Simulasi Heatmap Percobaan 2
(Sumber: Arsip Pribadi)

Selanjutnya pada gambar 4.18 dan 19 yakni pada percobaan kedua, dilakukan penyesuaian lanjutan berdasarkan hasil visualisasi heatmap dari percobaan sebelumnya. Fokus utama perubahan kali ini adalah pada area administratif, khususnya ruang guru, ruang BK, ruang kepala sekolah, dan ruang tata usaha (TU). Salah satu access point yang sebelumnya ditempatkan di ruang BK dipindahkan ke ruang guru, dengan pertimbangan bahwa posisi tersebut lebih sentral dan strategis untuk menjangkau beberapa ruangan sekaligus. Perangkat yang digunakan tetap sama, yaitu Ruijie RG-RAP2200. Hasil simulasi heatmap pada percobaan kedua menunjukkan adanya peningkatan kualitas sinyal di beberapa ruangan administratif. Ruang kepala sekolah dan ruang UKS yang sebelumnya menerima sinyal -66 dBm dan -67 dBm meningkat menjadi -52 dBm. Ruang BK tercatat pada -65 dBm dan ruang TU pada -59 dBm. Sementara itu, laboratorium komputer masih menunjukkan sinyal yang belum optimal dengan rata-rata -70 dBm.

Selain melihat perubahan nilai RSSI pada tiap ruangan, analisis juga dilanjutkan dengan menghitung persentase cakupan area sinyal. Perhitungan ini dilakukan berdasarkan hasil *export heatmap* dari NetSpot yang kemudian diolah menggunakan aplikasi ArcGIS Pro. Pengukuran dilakukan pada setiap gedung sekolah untuk memperoleh gambaran lebih komprehensif mengenai distribusi sinyal, sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 4.4
Persentase Coverage Area Hasil Simulasi Heatmap Percobaan Kedua

Area	Luas Area Existing (m ²)	Luas Area Tercakup (m ²)	Persentase Cakupan (%)
Gedung kelas 1	515.61	500.96	97.16
Gedung kelas 2	525.02	525.02	100
Ruang BK dan Tata Usaha	149.86	117.93	78.69
Ruang Kepsek, Ruang guru, dan Ruang UKS	324.83	218.58	67.29
Gedung Lab	460.58	2.22	0.48
Persentase rata rata			69%

(Sumber: Arsip Pribadi)

Berdasarkan Tabel 4.4, terlihat bahwa Gedung Kelas 1 dan Gedung Kelas 2 telah mencapai cakupan yang sangat baik, masing-masing sebesar 97,16% dan 100%. Namun, beberapa area administratif seperti Ruang BK dan Tata Usaha hanya mencapai 78,69%, serta Ruang Kepala Sekolah, Ruang Guru, dan Ruang UKS berada pada 67,29%. Sementara itu, Laboratorium Komputer masih menunjukkan cakupan yang sangat rendah, yaitu 0,48%. Secara keseluruhan, rata-rata cakupan sinyal pada percobaan kedua adalah 69%, sehingga belum memenuhi indikator *coverage area ratio* minimal sebesar 80%.

Peneliti juga melampirkan rancangan anggaran biaya untuk penambahan access point berdasarkan hasil simulasi heatmap pada percobaan kedua. Penentuan harga perangkat mengacu pada harga yang tercantum dalam *e-Katalog* nasional.

Tabel 4.5
RAB Simulasi Heatmap Percobaan Kedua

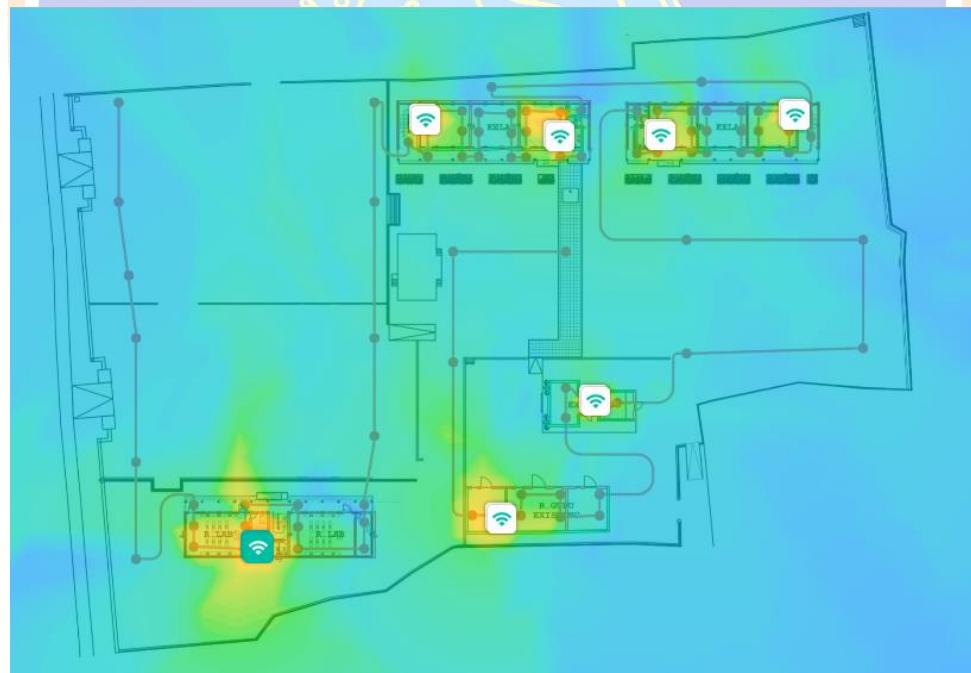
No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Ruijie RG RAP 2200(f)	5	Buah	Rp675.000	Rp3.375.000
2.	Kabel UTP CAT 6 HIKVISION	318	Meter	Rp4.367	Rp1.388.706
Total					Rp4.763.706

(Sumber: Arsip Pribadi)

Berlanjut ke percobaan kedua, susunan perangkat yang digunakan masih sama dengan percobaan pertama, yaitu 5 unit access point merk Ruijie RG RAP 2200(f) dengan total biaya sebesar Rp3.375.000. Perbedaan terletak pada kebutuhan kabel UTP CAT 6 merk HIKVISION yang mengalami penambahan panjang menjadi 318 meter, sehingga total biaya untuk kabel mencapai Rp1.388.706. Dengan demikian, total rancangan anggaran biaya pada percobaan 2 adalah Rp4.763.706. Angka ini tetap berada dalam batas aman dan masih sesuai dengan anggaran sekolah. Selain itu, peneliti juga menyajikan peta persebaran access point untuk percobaan 2 berdasarkan hasil simulasi heatmap yang telah dilakukan.



Gambar 4.20
Peta Persebaran AP Percobaan 2
(Sumber: Arsip Pribadi)



Gambar 4.21
Visualisasi Simulasi Heatmap Percobaan 3
(Sumber: Arsip Pribadi)

Merujuk pada gambar 4.21 yakni pada percobaan ketiga, dilakukan penyesuaian lanjutan terhadap letak access point dengan fokus pada peningkatan kualitas sinyal di laboratorium komputer serta penyempurnaan cakupan sinyal di area yang masih memerlukan cakupan sinyal yang lebih baik.

Selain perubahan nilai RSSI, analisis juga dilengkapi dengan perhitungan persentase cakupan area sinyal. Data heatmap dari NetSpot diekspor dan diolah menggunakan ArcGIS Pro untuk memperoleh gambaran distribusi sinyal pada setiap gedung sekolah, sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 4.6
Percentase 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
Percentase rata rata			98%

(Sumber: Arsip Pribadi)

Berdasarkan Tabel 4.6, percobaan ketiga menunjukkan peningkatan cakupan yang signifikan pada seluruh area sekolah. Gedung Kelas 1 dan Gedung Kelas 2 mencapai persentase 93,89% dan 97,98%, sedangkan Ruang BK, Tata Usaha, serta Ruang Kepala Sekolah, Guru, dan UKS sudah tercakup penuh (100%). Laboratorium Komputer juga mengalami peningkatan dengan cakupan 96,36%. Secara keseluruhan, rata-rata cakupan sinyal pada percobaan ketiga adalah 98%, sehingga telah melampaui indikator *coverage area ratio* minimal sebesar 80%.

Peneliti juga melampirkan rancangan anggaran biaya untuk penambahan access point berdasarkan hasil simulasi heatmap pada percobaan ketiga. Penentuan harga perangkat mengacu pada harga yang tercantum dalam e-Katalog nasional.

Tabel 4.7
RAB Simulasi Heatmap Percobaan Ketiga

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Ruijie RG RAP 2200(f)	5	Buah	Rp675.000	Rp3.375.000
2.	Kabel UTP CAT 6 HIKVISION	367	Meter	Rp4.367	Rp1.602.689
Total					Rp4.977.689

(Sumber: Arsip Pribadi)

Selanjutnya, pada perencanaan anggaran di percobaan 3 masih serupa dengan percobaan sebelumnya, yakni menggunakan 5 unit access point merk *Ruijie RG RAP 2200(f)* dengan total biaya sebesar Rp3.375.000. Perbedaan terdapat pada kebutuhan kabel UTP CAT 6 merk *HIKVISION* yang lebih panjang, yaitu 367 meter, dengan harga satuan Rp4.367 sehingga total biaya untuk kabel mencapai Rp1.602.689. Dengan demikian, total rancangan anggaran biaya pada percobaan 3

adalah Rp4.977.689. Anggaran ini tetap berada dalam batas aman dan tidak melampaui dana yang telah disediakan pihak sekolah. Sama seperti percobaan sebelumnya, peneliti juga menyertakan peta persebaran access point untuk percobaan 3 berdasarkan hasil simulasi heatmap yang dilakukan. Selain itu, peneliti juga menyajikan peta persebaran access point untuk percobaan 3 berdasarkan hasil simulasi heatmap yang telah dilakukan.



Gambar 4.22
Peta Persebaran AP Percobaan 3
(Sumber: Arsip Pribadi)

Dua *access point* dipindahkan dari ruang kelas ke lokasi yang lebih membutuhkan jangkauan sinyal. *Access point* yang sebelumnya berada di ruang kelas X2 (Gedung Kelas 1 lantai 1) dipindahkan ke laboratorium komputer, sedangkan *access point* dari ruang kelas X4 (Gedung Kelas 2 lantai 1) dipindahkan ke ruang guru. Hasil simulasi heatmap menunjukkan peningkatan kualitas sinyal di

sejumlah ruangan penting. Di area administratif, ruang BK tercatat memiliki kekuatan sinyal sebesar -30 dBm, ruang TU -36 dBm, ruang UKS -36 dBm, ruang guru -32 dBm, dan ruang kepala sekolah -37 dBm. Sementara itu, laboratorium komputer meningkat dari -70 dBm menjadi -58 dBm.

Peneliti juga mempertimbangkan coverage area overlap sebagai indikator yang difokuskan agar client dapat melakukan roaming antar access point dengan optimal, dengan mengacu pada standar CWNA dan Zyxel yang merekomendasikan overlap coverage sebesar 15–20% atau pada mid point sinyal antar AP -65 dBm. Berikut merupakan hasil coverage area overlap yang diperoleh dari simulasi persebaran sinyal menggunakan aplikasi NetSpot.



Gambar 4.23
Coverage Area Overlap pada Gedung 1 Lantai 1
(Sumber: Arsip Pribadi)

Gambar 4.23 menunjukkan hasil *coverage area overlap* pada gedung kelas 1 lantai 1, di mana overlap antar *access point* (AP) sudah berada pada posisi yang optimal. Peneliti melakukan pengukuran *overlap coverage* dengan menggunakan metode penentuan titik, di mana sinyal *mid point* antar ap yang berdekatan harus -65 dBm sehingga roaming antar ap dapat terjadi secara mulus. Pada gambar terlihat penandaan (*marking*) berwarna merah yang menunjukkan titik pengukuran di ruang kelas X1, di mana area tersebut menerima sinyal sebesar -65 dBm. Dengan demikian, area ini sudah memenuhi standar overlap coverage berdasarkan standarisasi CWNA dan Zyxel yang merekomendasikan overlap antar access point sebesar 15–20%. Atau mid point sinyal pada -65 dBm.



Gambar 4.24
Coverage Area Overlap pada Gedung 2 Lantai 1
(Sumber: Arsip Pribadi)

Selanjutnya pada gambar 4.24 menunjukkan hasil coverage area overlap pada gedung kelas 2 lantai 1, di mana overlap antar access point (AP) juga sudah berada pada posisi yang optimal. Terlihat pada gambar terdapat penandaan (marking) berwarna merah yang menunjukkan titik pengukuran di ruang kelas X1, di mana area tersebut menerima sinyal sebesar -65 dBm. Dengan demikian, area ini sudah memenuhi indikator optimalisasi serta standar overlap coverage berdasarkan standarisasi CWNA dan Zyxel yang merekomendasikan overlap antar access point sebesar 15–20%. Atau mid point sinyal pada -65 dBm.



Gambar 4.25
Coverage Area Overlap antar ap di gedung lab komputer dan ruang uks
(Sumber: Arsip Pribadi)

Selanjutnya pada gambar 4.25 menunjukkan hasil coverage area overlap antara ap gedung lab komputer dengan ap di ruang uks, di mana *overlap* antar access point (AP) juga sudah berada pada posisi yang optimal. Terlihat pada gambar terdapat penandaan (marking) berwarna merah yang menunjukkan mid point overlapping coverage area untuk roaming wifi yang ada di ruang bagian barat ruang lab, di mana area tersebut menerima sinyal sebesar -65 dBm. Dengan demikian, area ini sudah memenuhi indikator optimalisasi serta standar *overlap coverage area*.

berdasarkan cwna dan zyxel yakni 15-20% atau pada mid point sinyal antar ap yakni -65 dBm.



Gambar 4.26
Coverage Area Overlap antar ap di ruang bk dan ruang uks
(Sumber: Arsip Pribadi)

Selanjutnya pada gambar 4.26 menunjukkan hasil *coverage area overlap* antara ap ruang bk dengan ap di ruang uks, di mana overlap antar *access point* (AP) juga sudah berada pada posisi yang optimal. Terlihat pada gambar terdapat penandaan (*marking*) berwarna merah yang menunjukkan *mid point overlapping coverage area* untuk *roaming wifi* yang ada di ruang bagian barat ruang lab, di mana area tersebut menerima sinyal sebesar -65 dBm. Dengan demikian, area ini sudah memenuhi indikator optimalisasi serta standar overlap coverage area berdasarkan cwna dan zyxel yakni 15-20% atau pada mid point sinyal antar ap yakni -65 dBm.



Gambar 4.27

Coverage Area Overlap antar ap di ruang bk dan ruang kelas X2
(Sumber: Arsip Pribadi)

Selanjutnya pada gambar 4.27 menunjukkan hasil *coverage area overlap* antara ap di ruang bk dan ruang kelas X 2, di mana overlap antar access point (AP) juga sudah berada pada posisi yang optimal. Terlihat pada gambar terdapat penandaan (*marking*) berwarna merah yang menunjukkan *mid point overlapping coverage area* untuk roaming wifi yang ada di ruang bagian barat ruang lab, di mana area tersebut menerima sinyal sebesar -65 dBm. Dengan demikian, area ini sudah memenuhi indikator optimalisasi serta standar overlap coverage area berdasarkan cwna dan zyxel yakni 15-20% atau pada mid point sinyal antar ap yakni -65 dBm.



Gambar 4.28

Coverage Area Overlap antar ap di gedung kelas 2 ruang kelas X3 dan ruang kelas X5
 (Sumber: Arsip Pribadi)

Selanjutnya pada gambar 4.6 menunjukkan hasil *coverage area overlap* antara ap di gedung kelas 2 ruang kelas X3 dan ruang kelas X5, di mana overlap antar *access point* (AP) juga sudah berada pada posisi yang optimal. Terlihat pada gambar terdapat penandaan (*marking*) berwarna merah yang menunjukkan *mid point overlapping coverage area* untuk *roaming wifi* yang ada di ruang bagian barat ruang lab, di mana area tersebut menerima sinyal sebesar -65 dBm. Dengan demikian, area ini sudah memenuhi indikator optimalisasi serta standar overlap coverage area berdasarkan cwna dan zyxel yakni 15-20% atau pada mid point sinyal antar ap yakni -65 dBm.

Setelah dilakukan analisis terhadap overlap coverage area dan dipastikan bahwa cakupan antar access point telah sesuai dengan standar ideal (15–20% overlap atau pada mid point sinyal antar ap pada sinyal -65 dBm), langkah selanjutnya adalah melakukan pemilihan channel pada setiap access point. Pemilihan channel yang tepat sangat penting untuk menghindari terjadinya co-channel interference dan adjacent channel interference pada frekuensi 2,4 GHz dan pada frekuensi 5 GHz dipilih channel yang saling berjauhan untuk meminimalisir interferensi. Berikut adalah hasil konfigurasi channel yang diperoleh dari pengukuran menggunakan aplikasi NetSpot.

#	Network name	Channel	PHY	Max signal level	Vendor
1	RG-RAP2200(F), 2.4 GHz	1 (2.4 GHz)	n	12 dBm	Ruijie Networks
2	RG-RAP2200(F), 5 GHz	36 (5 GHz)	ac	12 dBm	Ruijie Networks
3	RG-RAP2200(F), 2.4 GHz	1 (2.4 GHz)	n	11 dBm	Ruijie Networks
4	RG-RAP2200(F), 5 GHz	36 (5 GHz)	ac	10 dBm	Ruijie Networks
5	RG-RAP2200(F), 2.4 GHz	6 (2.4 GHz)	n	12 dBm	Ruijie Networks
6	RG-RAP2200(F), 5 GHz	40 (5 GHz)	ac	12 dBm	Ruijie Networks
7	RG-RAP2200(F), 2.4 GHz	11 (2.4 GHz)	n	11 dBm	Ruijie Networks
8	RG-RAP2200(F), 5 GHz	44 (5 GHz)	ac	10 dBm	Ruijie Networks
9	RG-RAP2200(F), 2.4 GHz	1 (2.4 GHz)	n	7 dBm	Ruijie Networks
10	RG-RAP2200(F), 5 GHz	48 (5 GHz)	ac	12 dBm	Ruijie Networks
11	RG-RAP2200(F), 2.4 GHz	11 (2.4 GHz)	n	20 dBm	Ruijie Networks
12	RG-RAP2200(F), 5 GHz	56 (5 GHz)	ac	20 dBm	Ruijie Networks
13	RG-RAP2200(F), 2.4 GHz	6 (2.4 GHz)	n	17 dBm	Ruijie Networks
14	RG-RAP2200(F), 5 GHz	52 (5 GHz)	ac	17 dBm	Ruijie Networks

Gambar 4.29
Konfigurasi Channel Antar AP Pada 2.4 GHz dan 5 GHz
(Sumber: Arsip Pribadi)

Berdasarkan gambar 4.29, terlihat bahwa ketujuh access point telah dikonfigurasi pada band 2,4 GHz dan 5 GHz dengan penentuan channel yang tepat untuk menghindari terjadinya *co-channel interference* dan *adjacent channel interference*. Pada band 2,4 GHz, pemilihan channel menggunakan pola kanal *non-overlapping* (1, 6, dan 11) yang didistribusikan secara merata pada masing-masing access point. Sementara itu, pada band 5 GHz digunakan channel yang saling berjauhan seperti 36, 40, 44, 48, 52, dan 56, sehingga meminimalkan potensi interferensi antar *access point*. Konfigurasi ini memastikan kualitas koneksi tetap optimal meskipun terdapat banyak titik akses yang beroperasi secara bersamaan. Dengan demikian, indikator terkait channel overlapping telah terpenuhi, di mana setiap access point sudah dikonfigurasi sedemikian rupa untuk mencegah terjadinya *co-channel interference* maupun *adjacent channel interference*.

4.1.5 *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 peneliti juga melakukan penyusunan tabel perbandingan hasil simulasi heatmap pada setiap percobaan terhadap indikator optimalisasi jaringan. Tabel ini bertujuan untuk

memperlihatkan percobaan mana yang telah memenuhi seluruh indikator, sehingga dapat dijadikan rekomendasi akhir.

Tabel 4.8
Perbandingan Hasil Simulasi Heatmap dengan Indikator Optimalisasi

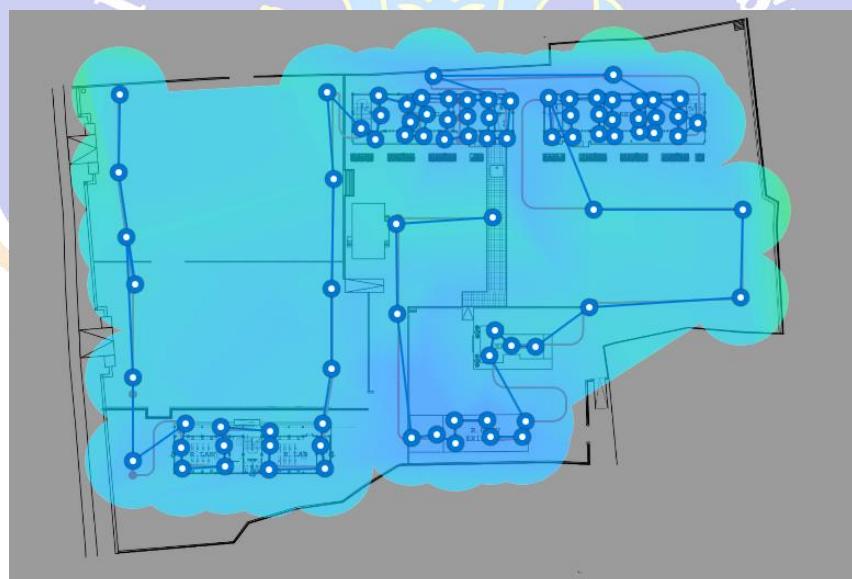
No	Indikator	Kriteria Optimalisasi	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
1	Kekuatan Sinyal	Minimal -65 dBm	Belum tercapai	Belum tercapai	Tercapai
2	Coverage Area Ratio	$\geq 80\%$ dari total area sekolah dengan sinyal ≥ -65 dBm	Belum tercapai	Belum tercapai	Tercapai
3	Overlap Channel	Channel antar access 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

(Sumber: Arsip Pribadi)

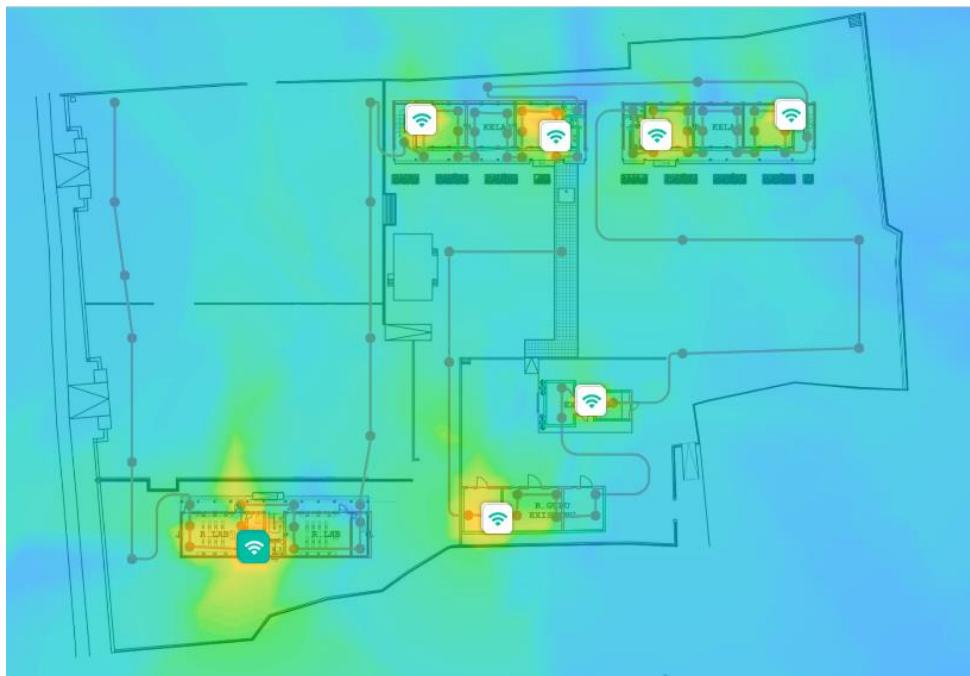
Pada tahap sebelumnya (*evaluation*), indikator kekuatan sinyal minimal -65 dBm berhasil dicapai di seluruh area pengukuran. Dari sisi efisiensi anggaran, total estimasi biaya sebesar Rp4.977.689 masih berada di bawah batas anggaran sekolah sebesar Rp5.000.000, dengan penambahan 5 unit access point Ruijie RG-RAP2200(F) dan kabel UTP Cat 6 sepanjang 367 meter. Indikator *coverage area ratio* tercapai dengan cakupan sebesar 96,47% 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*.

Dengan terpenuhinya seluruh indikator tersebut, percobaan ketiga dipilih sebagai rekomendasi optimalisasi persebaran sinyal Wi-Fi di SMA Negeri 2 Gianyar. Sebagai bagian dari rekomendasi ini, peneliti juga menyertakan perbandingan visualisasi heatmap antara kondisi existing dan kondisi setelah dilakukanya perbaikan dimana percobaan 3 dipilih dikarenakan telah memenuhi semua indikator optimalisasi.



Gambar 4.9
Visualisasi heatmap lantai 1 dan areal sekolah
(Sumber: Arsip Pribadi)



Gambar 4.21
Visualisasi Simulasi Heatmap Percobaan 3
(Sumber: Arsip Pribadi)

4.2 Pembahasan

Penelitian mengenai optimalisasi persebaran sinyal Wi-Fi di SMA Negeri 2 Gianyar dilakukan dengan menerapkan metode *Action Research*. Metode ini dipilih karena struktur tahapannya yang jelas, serta langkah-langkahnya linear dengan apa yang peneliti lakukan. Tujuan utama dari penelitian ini ialah untuk mengetahui kondisi *eksisting* persebaran sinyal Wi-Fi di lingkungan sekolah serta memberikan rekomendasi rancangan penempatan *access point* yang optimal berbasis hasil pengukuran RSSI dan simulasi heatmap. Metode *Action Research* terdiri dari lima tahapan, yaitu *diagnosing, action planning, action taking, evaluation, dan learning*, yang diterapkan secara sistematis dalam penelitian ini.

Merujuk pada tabel 4.1 pada tahap diagnosing, ditemukan bahwa beberapa area di sekolah, khususnya lantai 1 Gedung Kelas 1, ruang kepala sekolah, serta

beberapa ruangan administrasi, memiliki kualitas sinyal yang rendah dengan nilai RSSI di bawah -80 dBm. Kondisi ini mengindikasikan adanya blank spot dan distribusi sinyal yang tidak merata. Sementara itu, pada lantai 2 dan 3 kedua gedung, kualitas sinyal tergolong baik dengan nilai rata-rata di atas -65 dBm. Hal ini menunjukkan bahwa permasalahan utama jaringan lebih disebabkan oleh redaman sinyal pada lantai dasar akibat struktur bangunan yang menghalangi propagasi gelombang radio. Hasil ini juga sejalan dengan teori redaman sinyal (signal attenuation) yang menyatakan bahwa hambatan fisik seperti dinding beton dapat mengurangi kekuatan sinyal secara signifikan (Herawati et al., 2020). Temuan ini juga mendukung penelitian Riyanto et al. (2021), yang menekankan bahwa faktor arsitektur bangunan merupakan salah satu penyebab utama distribusi sinyal Wi-Fi tidak merata di lingkungan pendidikan.

