

Penerapan Skema *Automatic Cell Planning* (ACP) untuk Meningkatkan *Coverage Area* Jaringan 4G-LTE pada Perumahan Bukit Kalibagor Indah

Implementation of the Automatic Cell Planning (ACP) Scheme to Improve the Coverage Area of the 4G-LTE Network in the Bukit Kalibagor Indah Housing Area

Retno Dwi Ayuningtyas¹, Muhammad Panji Kusuma Praja ^{*,2}, Shinta Romadhona³,
Zein Hanni Pradana⁴

^{1,2,3}Prodi SI Teknik Telekomunikasi, Institut Teknologi Telkom Purwokerto
Jl.D.I Panjaitan no.128, 53147, Jawa Tengah, Indonesia

^{*,2}Penulis korespondensi: panji@ittelkom-pwt.ac.id

¹19101013@ittelkom-pwt.ac.id, ³shinta@ittelkom-pwt.ac.id, ⁴zeindana@ittelkom-pwt.ac.id

Received on 20-07-2023, accepted on 27-09-2024, published on 31-01-2024

Abstrak

Peningkatan permintaan akses internet telah menyebabkan perkembangan cepat dari teknologi jaringan 4G LTE. Namun, *coverage area* jaringan masih terbatas, terutama di daerah perumahan, salah satunya perumahan Bukit Kalibagor Indah, Banyumas. Hal ini diperoleh dari simulasi eksisting yang dilakukan dan didapatkan bahwa setiap nilai *Key Performance Indicator* (KPI) berupa nilai *Received Signal Reference Power* (RSRP), *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) dan *Throughput* masih tergolong buruk. Cara yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan ini adalah optimasi jaringan, salah satunya menggunakan teknik optimasi *Automatic Cell Planning* (ACP) dengan menggunakan frekuensi 2100 MHz dan *Base Transceiver Station* (BTS) dengan 3 antena sektoral yang mempunyai nilai *azimuth* serta *tilting* yang berbeda. ACP merupakan pendekatan yang berfokus pada peningkatan efisiensi dan cakupan jaringan dengan mempertimbangkan parameter kunci seperti RSRP, SNR, dan *Throughput*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada ACP skenario 1, nilai RSRP meningkat dari -131,46 dBm menjadi -110,64 dBm, SNR meningkat dari 2,09 dB menjadi 10,35 dB, dan *Throughput* meningkat dari 6187,74 kbps menjadi 17424,26 kbps. Pada ACP skenario 2, nilai RSRP mencapai -118,64 dBm, SNR mencapai 5,7 dB, dan *Throughput* mencapai 9190,41 kbps. Sedangkan pada ACP skenario 3, nilai RSRP mencapai -120,09 dBm, SNR mencapai 4,72 dB, dan *Throughput* mencapai 8346,81 kbps. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa penerapan skema ACP secara signifikan meningkatkan cakupan area jaringan 4G-LTE di perumahan Bukit Kalibagor Indah.

Kata kunci: Automatic Cell Planning (ACP), Coverage Area, 4G-LTE.

Abstract

The increasing demand for internet access has led to rapid development in 4G LTE network technology. However, the network coverage area is still limited, especially in residential areas, one of which is the Bukit Kalibagor Indah housing area in Banyumas. This determined from existing simulations, revealing that each Key Performance Indicator (KPI), such as Received Signal Reference Power (RSRP), Signal-to-Noise Ratio (SNR), and Throughput, still falls under poor categories. To address this issue, network optimization methods can be employed, including the use of the Automatic Cell Planning (ACP) technique, utilizing the 2100 MHz frequency and employing Base

Transceiver Stations (BTS) with 3 sectoral antennas having varying azimuth and tilting values. ACP is an approach focused on enhancing network efficiency and coverage by considering key parameters like RSRP, SNR, and Throughput. Research results indicate that in ACP scenario 1, RSRP values increased from -131.46 dBm to -110.64 dBm, SNR improved from 2.09 dB to 10.35 dB, and Throughput surged from 6187.74 kbps to 17424.26 kbps. In ACP scenario 2, RSRP reached -118.64 dBm, SNR reached 5.7 dB, and Throughput achieved 9190.41 kbps. Meanwhile, in ACP scenario 3, RSRP attained -120.09 dBm, SNR reached 4.72 dB, and Throughput reached 8346.81 kbps. From these findings, it can be concluded that the implementation of the ACP scheme significantly enhances the coverage area of the 4G-LTE network in the Bukit Kalibagor Indah housing area.

Keywords: Automatic Cell Planning (ACP), Coverage Area, 4G-LTE.

I. PENDAHULUAN

Peningkatan permintaan akses internet yang semakin tinggi telah menyebabkan kebutuhan jaringan seluler yang lebih cepat dan handal. Salah satu jaringan yang banyak digunakan saat ini adalah *4G-Long Term Evolution* (4G-LTE) yang merupakan jaringan generasi keempat yang dikembangkan untuk meningkatkan kecepatan dan kapasitas. Jaringan ini dapat memiliki kecepatan transfer data 1 GBps di dalam atau luar ruangan dan 100 Mbps saat beraktivitas. Selain menawarkan kecepatan dalam transfer data, LTE juga memberikan jangkauan dan kapasitas layanan yang lebih luas, mengurangi biaya operasional, dan dapat digabungkan dengan teknologi yang ada. Namun masih terdapat beberapa area yang tidak tercover oleh jaringan ini, yang dapat menyebabkan masalah bagi pengguna yang berada di area tersebut seperti tidak dapat terhubung ke internet atau mengakses layanan seluler lainnya [1] [2] [3].

Daerah atau area yang mungkin terkena masalah seperti yang diuraikan pada penjelasan sebelumnya yaitu daerah sub-urban karena terletak di pinggiran kota yang masih memiliki akses untuk menuju perkotaan. Meskipun daerah sub-urban merupakan daerah yang memiliki banyak permasalahan dalam jaringan 4G-LTE, terutama karena tidak tercover oleh jaringan 4G-LTE, tidak menutup kemungkinan bahwa daerah urban pula masih memiliki masalah dalam masalah *coverage area* pada jaringan 4G-LTE [4].

Salah satu contoh daerah sub-urban yang memiliki akses internet yang tidak terlalu bagus akibat tidak tercover oleh sinyal 4G-LTE yaitu daerah Perumahan Bukit Kalibagor Indah. Perumahan Bukit Kalibagor Indah adalah salah satu perumahan yang berlokasi di Jl. Raya Kalibagor – Banyumas KM 1, Banyumas, Jawa Tengah. Perumahan ini memiliki luas area sekitar $\pm 10,5$ HA atau sekitar 0,105 km². Meskipun lokasinya strategis, yaitu dekat dengan pusat perbelanjaan, stasiun, serta beragam institusi pendidikan, kualitas jaringan 4G-LTE di perumahan ini masih kurang baik karena kondisi geografis yang agak menyerupai perbukitan. Hal ini menimbulkan masalah bagi pengguna terutama mereka yang kegiatannya harus terhubung ke internet seperti mahasiswa dan siswa [5].

Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk meningkatkan *coverage area* jaringan 4G-LTE di daerah tersebut. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan metode *Automatic Cell Planning* (ACP) menggunakan *software* Atoll. ACP adalah pendekatan yang memanfaatkan algoritma untuk merancang dan mengoptimalkan pengaturan sel pada jaringan seluler. Dengan metode ACP, operator jaringan dapat meningkatkan jangkauan area tanpa harus menambah jumlah seluler atau meningkatkan jumlah frekuensi yang digunakan, yang dapat mengurangi biaya operasional dan meningkatkan efisiensi jaringan [6].

Selanjutnya, untuk menjaga kinerja jaringan agar tetap optimal, dilakukan pemantauan terhadap *Key Performance Indicator* (KPI) atau Indikator Kinerja Utama seperti *Received Signal Reference Power* (RSRP), *Signal to Interference plus Noise Ratio* (SINR), dan *Throughput*. Proses pemantauan ini dilakukan dengan melihat jaringan radio akses dari sebuah site. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengatasi masalah *coverage area* dan kinerja jaringan pada daerah-daerah tertentu. Misalnya, penelitian di daerah Kecamatan Purwokerto Barat dan Purwokerto Utara menggunakan metode ACP untuk menentukan *Tilting Antenna* yang optimal. Hasilnya menunjukkan peningkatan nilai RSRP sebesar 11,72% dBm dan SINR meningkat sebesar 28,73%, mengatasi masalah *coverage area* [7].

Penelitian lainnya fokus pada perencanaan jaringan microcell 4G LTE di lokasi tertentu. Dengan metode Non ACP dan ACP, peningkatan performa jaringan dicapai melalui optimalisasi site dan parameter lainnya menggunakan metode ACP dengan peningkatan nilai RSRP sebesar -86,1 dBm, RSSI sebesar -50,1 dBm dan SINR sebesar 34,5 dB [8]. Pada daerah kampus, penelitian mengenai optimasi

jaringan dengan mengubah dan mengatur *tilting antenna* telah dilakukan. Peningkatan nilai RSRP sebesar 81,46 SINR meningkat sebesar 80,71% berhasil dicapai melalui metode *electrical tilt* pada antenna pemancar [9].

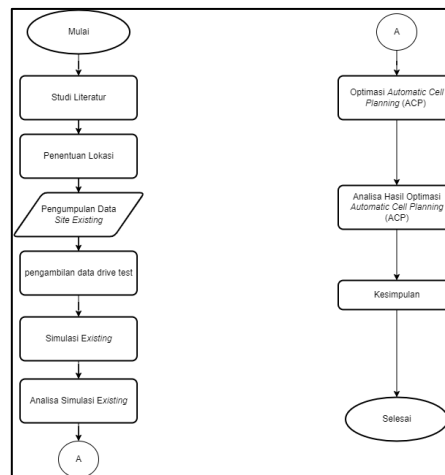
Di wilayah Bandung Timur, proses optimasi dilakukan untuk meningkatkan kualitas level sinyal RSRP dengan metode *electrical tilt*. Hasil simulasi menunjukkan perbaikan kondisi level sinyal RSRP, dengan peningkatan persentase area pada level RSRP yang memenuhi standar [10]. Selanjutnya, teknik ACP dan *Carrier Aggregation (CA)* digunakan pada penelitian untuk meningkatkan kinerja jaringan di daerah tertentu. Keduanya berhasil meningkatkan nilai RSRP, SINR, dan *Throughput* [11].

Dengan berbagai penelitian dan metode optimasi yang telah dilakukan, tampak bahwa upaya untuk meningkatkan *coverage area* dan performa jaringan 4G-LTE sangatlah penting, terutama di daerah-daerah dengan tantangan geografis atau kepadatan penduduk yang tinggi. Metode seperti ACP, perubahan *tilt antenna*, dan teknik lainnya mampu memberikan solusi untuk mengatasi masalah-masalah tersebut dan memastikan pengalaman pengguna yang lebih baik dalam menggunakan jaringan seluler.

Penelitian ini akan membahas penerapan skema ACP menggunakan *software* Atoll untuk meningkatkan cakupan jaringan 4G-LTE di Perumahan Bukit Kalibagor Indah. Fokus penelitian ini adalah pada peningkatan nilai dari KPI seperti RSRP, SNR, dan *Throughput*.

II. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, ada beberapa tahap yang dilakukan untuk mengumpulkan informasi mengenai permasalahan yang muncul di wilayah studi kasus. Rincian langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan dalam studi ini terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Diagram Penelitian

Penjelasan mengenai urutan diagram penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Pada tahap awal penelitian, dilakukan studi literatur untuk mencari referensi yang relevan dengan judul penelitian. Referensi ini dapat berasal dari jurnal ilmiah, buku, atau internet.

2. Identifikasi wilayah studi kasus

Wilayah studi kasus yang digunakan pada penelitian ini berfokus pada perumahan Bukit Kalibagor Indah, Banyumas yang memiliki kondisi jaringan yang buruk, akibat tidak *tercover* sempurna oleh nilai KPI dari site yang ada. Detail wilayah perumahan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Wilayah Studi Kasus Penelitian

Penelitian ini akan berfokus pada wilayah perumahan Bukit Kalibagor Indah. Perumahan ini terletak di Jl. Raya Kalibagor-Banyumas tepat ditengah-tengah antara Purwokerto, Banyumas dan Purbalingga sehingga dekat dengan sarana pendidikan, kesehatan maupun pasar

3. Pengumpulan data

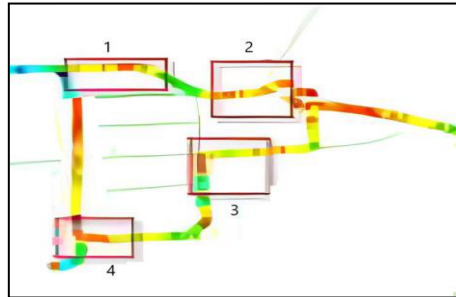
Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini berupa data eNodeB yang meliputi informasi tentang nama eNodeB, titik koordinat, tinggi antenna, frekuensi, azimuth, dan tilting antenna. Detail data eNodeB tersebut tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Plotting Site KALIBAGOR

Nama Item	Kondisi Site		
Nama Site	KALI_BAGOR		
ID eNodeB	172005		
Area HCPT	Central Java		
Kota Prioritas	Banyumas		
Frekuensi Band	2100 MHz		
Longitude	109,300022428		
Latitude	-7,493032093		
Altitude	510		
Mechanical tilt	1	2	3
	4°	4°	3°
Beam Power	25 dB		
Ketinggian antenna	45 m		
Azimuth antena	1	2	3
	62°	127°	203°

4. Drive Test

Proses *drive test* dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang kondisi Radio pada sebuah BTS, termasuk level daya terima dan kualitas sinyal. Proses *drive test* ini dilakukan sebelum memulai simulasi eksisting dikarenakan simulasi eksisting di Atoll dapat memberikan gambaran teoritis tentang performa jaringan nirkabel, tetapi hasil simulasi seringkali tidak selalu mencerminkan kondisi sebenarnya di lapangan. Oleh karena itu, dilakukanlah proses *drive test* untuk mengukur dan memvalidasi performa jaringan nirkabel secara langsung di lapangan. Lokasi *drive test* sendiri yaitu di perumahan Bukit Kalibagor Indah. Pengambilan data *drive test* dimulai dari pintu gerbang utama perumahan kemudian masuk ke perumahan dan berkeliling di sekitar perumahan kemudian berakhir lagi di pintu gerbang utama perumahan menggunakan software G Nettrack dalam pengambilan datanya. Dari *drive test* yang dilakukan melalui jalur atau rute yang telah ditentukan, didapatkan hasil dari kualitas sinyal berupa data RSRP di daerah perumahan Bukit Kalibagor Indah ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. RSRP Hasil Drive Test

Gambar 3 menunjukkan hasil drive test untuk parameter RSRP. Berdasarkan interval warnanya dapat dilihat bahwa ada area yang berwarna merah, hijau, kuning dan biru, kondisi jaringan berdasarkan warna tersebut dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan drive test yang dilakukan diketahui bahwa besar nilai RSRP sebesar -110 dBm. Nilai jaringan di kawasan ini berada pada kondisi yang buruk, terutama pada parameter RSRP. Hasil drive test tersebut ditentukan 4 spot yang dikatakan bad spot atau sinyal yang diterima di kawasan ini sangat buruk bahkan hampir tidak ada. Spot tersebut yaitu:

1. Area sekitar blok F II (Spot 1),
2. Srea sekitar blok A (spot 2),
3. Area sekitar Artha shop (spot 3), dan
4. Area sekitar blok G I (spot 4).

Hasil drive test ini nantinya akan digunakan untuk membantu penyesuaian pada simulasi eksisting yang akan digunakan sebelum dilakukannya optimasi dengan menggunakan optimasi ACP.

5. Parameter Key Performance Indicators (KPI)

KPI jaringan merupakan parameter performansi jaringan yang diukur berdasarkan kinerja *Radio Access Network* (RAN) dari jaringan tersebut. Setiap operator jaringan harus mencapai target KPI yang telah ditetapkan agar pengguna memperoleh performa maksimal. Adapun parameter KPI yang digunakan yaitu:

a. Reference Signal Received Power (RSRP)

Prediksi *Effective Signal Analysis* digunakan untuk mengamati parameter RSRP pada simulasi *software* Atoll. RSRP pada LTE digunakan untuk mengetahui nilai power yang diterima pada sisi eNodeB ke *User Equipment* (UE).

Tabel 2. Range RSRP LTE [11]

Nilai	Keterangan	Warna
≥ -71 dBm	Sangat Baik	Merah
> -71 dBm sampai ≤ -81 dBm	Baik	Kuning
≤ -81 dBm sampai ≤ -91 dBm	Normal	Hijau
< -91 dBm sampai ≤ -110 dBm	Buruk	Biru
< -111 dBm	Sangat Buruk	Dark Blue

b. Signal to Noise Ratio (SNR)

Signal to Noise Ratio (SNR) adalah parameter perbandingan antara sinyal utama eNodeB dan interferensi dan noise lingkungan. Semakin tinggi nilai SNR, kualitas sinyal semakin baik.

Tabel 3. Range SNR LTE [11]

Nilai	Keterangan	Warna
16 dB sampai 30 dB	Sangat Baik	Merah
1 dB sampai 15 dB	Baik	Kuning
-5 dB sampai 0 dB	Normal	Hijau
-11 dB sampai -6 dB	Buruk	Biru
-20 dB sampai -12 dB	Sangat Buruk	Dark Blue

c. Throughput

Throughput adalah kecepatan aktual data sinyal carrier yang diterima atau jumlah informasi yang diteruskan per unit waktu dari UE ke eNodeB.

Tabel 4. Range Throughput LTE

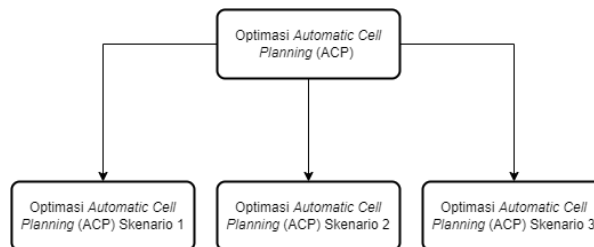
Nilai (kbps)	Keterangan	Warna
>= 40.000	Sangat Baik	Merah
30.000 sampai 40.000	Baik	Kuning
20.000 sampai 30.000	Normal	Hijau
10.000 sampai 20.000	Buruk	Biru
0 sampai 10.000	Sangat Buruk	Ungu

6. Simulasi Eksisting

Simulasi eksisting pada suatu jaringan dapat digunakan untuk menganalisis kinerja jaringan saat ini dan membuat perbaikan atau perubahan desain untuk meningkatkan kinerja jaringan. Dalam simulasi eksisting, data jaringan yang ada dapat di-import ke dalam software simulasi yaitu software Atoll 3.4 dan digunakan untuk menganalisis kinerja jaringan saat ini.

7. Optimasi Automatic Cell Planning (ACP)

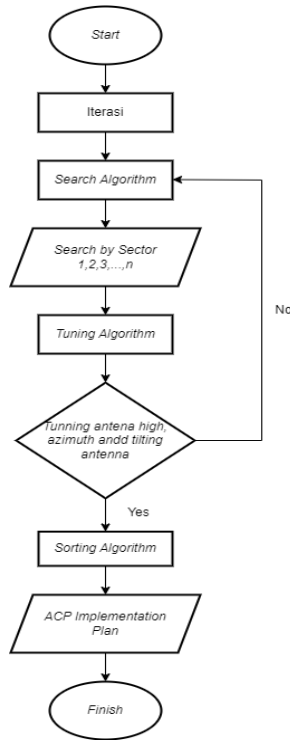
Metode Automatic Cell Planning (ACP) merupakan pendekatan optimasi jaringan yang mencari kombinasi parameter optimal untuk meningkatkan kinerja eNodeB. Pada optimasi ini akan digunakan 3 skenario seperti yang ditunjukkan pada alur diagram Gambar 4.



Gambar 4. Fokus Proses Optimasi Automatic Cell Planning (ACP)

Ketiga skenario yang digunakan berasal dari lima pilihan kombinasi yang ada pada pilihan kombinasi dari pengaturan yang ditawarkan yaitu *Antenna Type*, *Electrical Tilt*, *Mechanical Tilt*, *Azhimuth*, dan *Antenna High*. Dari pilihan tersebut skenario 1 yang dipilih yaitu kombinasi dari *electrical tilt*, *mechanical tilt*, dan *azimuth*. Skenario 2 yaitu kombinasi dari *antenna type*, *antenna high*, dan *azimuth*. Skenario 3 yaitu kombinasi dari *electrical tilt*, *mechanical tilt*, *antenna type*, *antenna hype* dan *azimuth* dengan masing masing skenario dilakukan iterasi sebanyak 100 kali iterasi untuk mendapatkan nilai kombinasi terbaik dari iterasi yang dilakukan.

Ketika melakukan optimasi menggunakan metode ACP, akan dioptimalkan parameter-parameter optimasi untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Tujuan ini menjadi dasar bagi algoritma pencarian (*search algorithm*). Algoritma pencarian adalah metode yang berusaha menemukan kombinasi parameter terbaik guna mencapai tujuan optimasi yang telah ditentukan. Pada tahap akhir, algoritma pengurutan (*sorting algorithm*) memberikan rencana implementasi perubahan yang paling bermanfaat dalam mengoptimalkan kualitas jaringan *Search algorithm* atau algoritma pencarian menggunakan konsep iterasi. Setiap iterasi terdiri dari satu parameter perubahan pada salah satu sektor. Algoritma pencarian termasuk fase *tuning* antara pencarian dan menyortir fase sesuai dengan konfigurasi pengaturan ACP. Fase *tuning* digunakan untuk meningkatkan solusi terbaik yang ditemukan selama fase pencarian. *Sorting algorithm* akan menemukan perubahan yang terbaik untuk diterapkan dari beberapa perubahan yang tersedia. Diagram alir dari algoritma dalam optimasi ACP dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alur Algoritma *Automatic Cell Planning* [7]

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Simulasi Eksisting

Simulasi site existing merupakan kondisi awal jaringan LTE sebelum dilakukan optimasi physical tuning antenna menggunakan metode ACP. Physical tuning antenna yang meliputi parameter tinggi antenna, azimuth dan tilting antenna sektoral. Hasil dari simulasi eksisting di wilayah studi kasus tersebut dapat ditemukan pada penjelasan berikut ini:

a. Reference Signal Received Power (RSRP)

Parameter RSRP sering disebut jarak jangkauan atau coverage dari sebuah *site*. hasil simulasi eksisting untuk parameter RSRP dapat dilihat pada Gambar 6



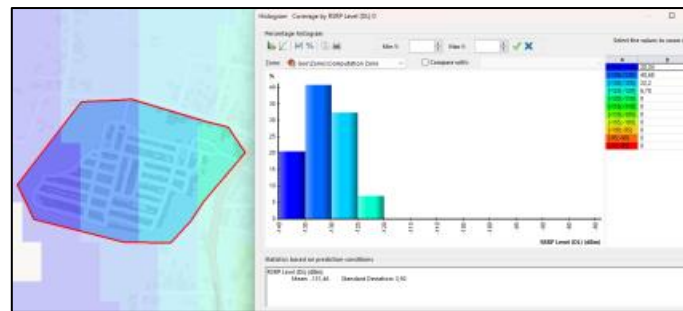
Gambar 6. Coverage RSRP Wilayah Studi Kasus

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa kualitas sinyal yang didapatkan di wilayah perumahan bukit kalibagor indah sekitar 45% berada di level berwarna biru tua dan sekitar 55% berada di warna biru muda. Kondisi jaringan berdasarkan warna dapat dilihat pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Range RSRP Berdasarkan Simulasi Atoll

Nilai	Keterangan	Warna
≥ -90 dBm	Sangat Baik	Merah
< -90 dBm sampai ≤ -100 dBm	Baik	Kuning
< -100 dBm sampai ≤ -120 dBm	Normal	Hijau
< -120 dBm sampai ≤ -139 dBm	Buruk	Biru Muda
< -140 dBm	Sangat Buruk	Biru Tua

Dari Tabel 2 diketahui bahwa warna biru tua berada pada level RSRP sebesar ≤ -140 dBm yang berarti kondisi wilayah tersebut berada pada kondisi yang sangat buruk dan warna biru muda berada pada level RSRP sebesar < -120 dBm sampai ≤ -139 dBm yang berarti kondisi wilayah tersebut dalam kondisi yang buruk. Untuk data lebih jelas dari coverage RSRP site dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Fokus Coverage RSRP Wilayah Studi Kasus

Dari Gambar 7 diketahui bahwa nilai RSRP untuk tiap levelnya di daerah perumahan bukit kalibagor indah. Dapat dilihat bahwa 20,34% daerah perumahan berada pada level RSRP sebesar -140 dBm, 40,68% daerah perumahan berada pada level RSRP sebesar -135 dBm, 32,20% daerah berada pada level RSRP sebesar -130 dBm, dan 6,78% daerah berada pada level RSRP sebesar -125 dBm.. Untuk nilai rata-rata untuk parameter RSRP di daerah Perumahan Bukit Kalibagor Indah berada di angka -131,46 dBm yang dikategorikan pada kondisi yang buruk.

b. Signal to Noise Ratio (SNR)

Parameter SNR merupakan ukuran yang digunakan untuk membandingkan tingkat sinyal yang diinginkan dengan tingkat kebisingan atau *noise* yang tidak diinginkan yang diambil dari latar belakang. Hasil dari simulasi eksisting dapat dilihat pada Gambar 8.



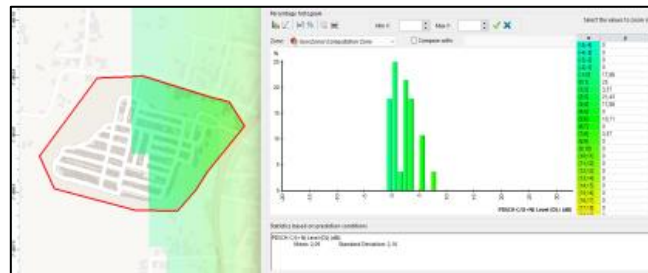
Gambar 8. Coverage RSRP Wilayah Studi Kasus

Gambar 5 menunjukkan bahwa sebagian wilayah perumahan tercover dengan warna hijau, sebagian kuning dan sebagian lagi tidak tercover. Kondisi jaringan berdasarkan warna dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 *Range* SNR Berdasarkan Simulasi Atoll

Nilai	Keterangan	Warna
16 dB sampai 30 dB	Sangat Baik	Merah
1 dB sampai 15 dB	Baik	Kuning
-5 dB sampai 0 dB	Normal	Hijau
-11 dB sampai -6 dB	Buruk	Biru
-20 dB sampai -12 dB	Sangat Buruk	Ungu

Daerah yang berwarna hijau menunjukkan bahwa daerah tersebut memiliki interval nilai dari -5 dB sampai dengan 0 dB. Nilai tersebut ditinjau dari Tabel 3 yang menunjukkan *range* atau rentang nilai dari parameter SNR beserta interval warna yang mewakili setiap nilai. Untuk melihat data lebih jelas mengenai coverage dari parameter SNR di wilayah studi kasus, dapat dilihat pada Gambar 9



Gambar 9. Coverage SNR Wilayah Studi Kasus

Coverage SNR yang ada di daerah studi kasus berdasarkan Gambar 9 memiliki interval nilai dari -1 dB hingga 7 dB dengan nilai rata-rata 2,09 dB. Nilai rata-rata ini menunjukkan bahwa coverage di daerah yang tercover masuk dengan kategori kondisi SNR yang normal. Meskipun nilai rata-rata SNR di wilayah perumahan termasuk dalam kategori normal, tetapi itu berlaku hanya untuk sekitar 20% dari keseluruhan daerah studi kasus sementara 60% lainnya tidak tercover parameter SNR yang berarti nilai daya sinyal yang diterima di daerah tersebut lebih kecil dibandingkan dengan daya noise yang diterima.

c. Throughput

Throughput menggambarkan tingkat kecepatan jaringan di suatu daerah, di mana semakin jauh jarak antara situs dengan daerah tersebut, maka kecepatan jaringan akan mengalami penurunan. Rincian hasil simulasi eksisting dapat ditemukan dalam Gambar 7.



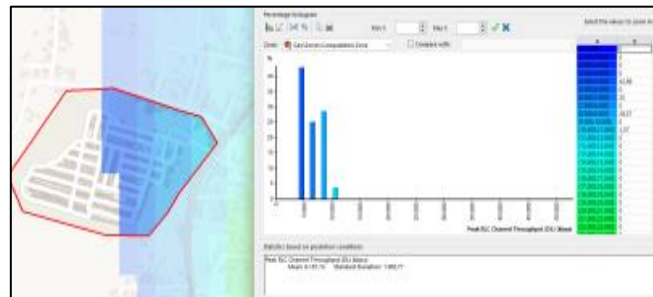
Gambar 10. Coverage *Throughput* Wilayah Studi Kasus

Gambar 7 menunjukkan bahwa sekitar 7% daerah perumahan tercover parameter *Throughput* dengan warna biru tua dan sekitar 93% lainnya tidak tercover oleh interval warna apapun. Nilai tiap parameter warna dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. *Range Throughput* Berdasarkan Simulasi Atoll

Nilai (kbps)	Keterangan	Warna
≥ 40.000	Sangat Baik	Merah
30.000 sampai 40.000	Baik	Kuning
20.000 sampai 30.000	Normal	Hijau
10.000 sampai 20.000	Buruk	Biru Muda
0 sampai 10.000	Sangat Buruk	Biru Tua

Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 7 bahwa warna biru tua memiliki interval nilai dari 0 hingga 10.000 kbps. Untuk melihat data lebih jelas mengenai coverage dari parameter SNR di wilayah studi kasus, dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Coverage *Throughput* Wilayah Studi Kasus

Pada Gambar 7 dan Gambar 8 menunjukkan adanya bagian dari perumahan yang tidak tercover oleh warna apapun, yang berarti kecepatan transfer data atau kecepatan jaringan tidak dapat diukur pada bagian perumahan tersebut. Akibatnya, pengguna di daerah tersebut mungkin mengalami masalah dengan koneksi internet yang lambat atau bahkan tidak dapat terhubung ke internet sama sekali.

2. *Optimasi Automatic Cell Planning (ACP)*

Pada optimasi menggunakan teknik ACP ini akan dilakukan dengan 3 skenario yang sudah dijelaskan pada Gambar 4. Tiga skenario yang digunakan berasal dari lima kombinasi yang tersedia pada pengaturan yang ditawarkan, yaitu *Antenna Type*, *Electrical Tilt*, *Mechanical Tilt*, *Azimuth*, dan *Antenna High*. Dari pilihan tersebut, skenario 1 dipilih dengan kombinasi *electrical tilt*, *mechanical tilt*, dan *azimuth*. Skenario 2 menggunakan kombinasi *antenna type*, *antenna high*, dan *azimuth*. Skenario 3 menggabungkan *electrical tilt*, *mechanical tilt*, *antenna type*, *antenna hype*, dan *azimuth*. Setiap skenario dilakukan iterasi sebanyak 100 kali. Kualitas penyebaran sinyal hasil simulasi Optimasi menggunakan propagasi COST-231 Hata.

a. References Signal Received Power (RSRP)

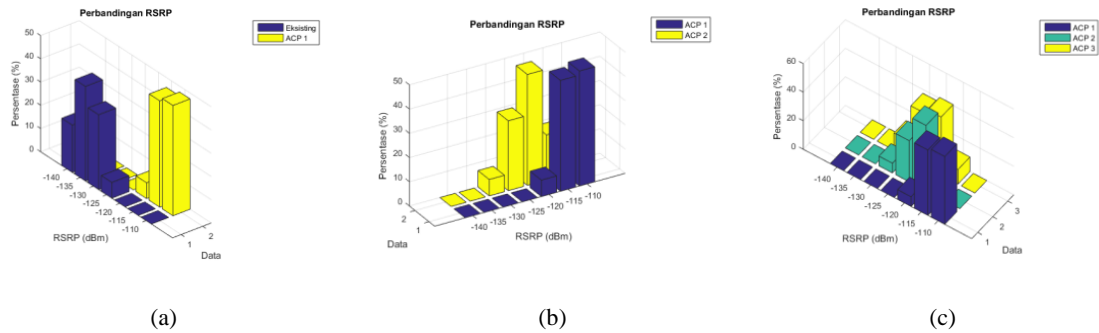


(a) (b) (c)

Gambar 12. Coverage RSRP Optimasi ACP : (a) Skenario 1, (b) Skenario 2, (c) Skenario 3

Gambar 12 menunjukkan kualitas *coverage* dari parameter RSRP pada wilayah studi kasus. Dapat dilihat bahwa kualitas jaringan pada parameter RSRP ini berada pada kualitas warna hijau tua dan hijau muda pada Gambar (a), dan adayang sebagian berwarna biru pada Gambar (b) dan Gambar (c). Berdasarkan interval warnanya, dapat disimpulkan bahwa ada kenaikan atau peningkatan coverage

parameter RSRP setelah dilakukannya optimasi dengan menggunakan teknik ACP. Peningkatan coverage parameter RSRP dapat dilihat pada bar chart Gambar 13.



Gambar 13. Bar Chart Perbandingan RSRP : (a) Eksisting banding Skenario 1, (b) Skenario 1 banding Skenario 2, Skenario 1 banding Skenario 2 banding Skenario 3

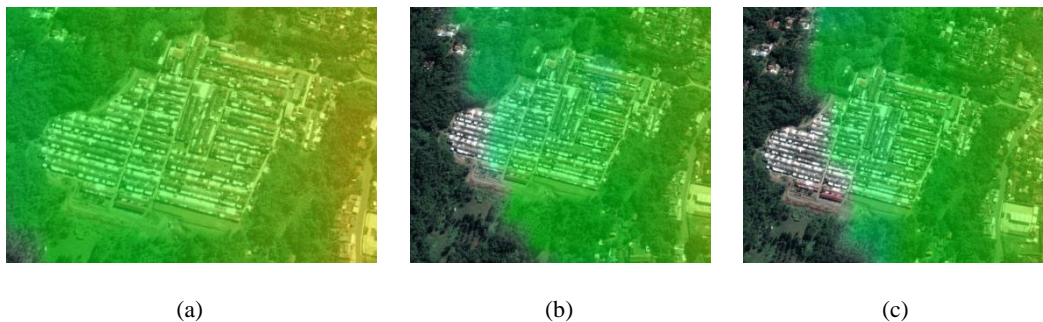
Peningkatan lebih lanjutnya dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Nilai Peningkatan Coverage RSRP ACP Skenario 1, Skenario 2, dan Skenario 3

RSRP Eksisting		RSRP ACP1		RSRP ACP2		RSRP ACP3	
-140 dBm	20,34%	-120 dBm	6,78%	-130 dBm	6,78%	-130 dBm	11,9%
-135 dBm	40,68%	-115 dBm	45,76%	-125 dBm	28,81%	-125 dBm	37,3%
-130 dBm	32,2%	-110 dBm	47,46%	-120 dBm	45,76%	-120 dBm	40,7%
-125 dBm	6,78%	Mean = -110,64 dBm	-115 dBm	18,76%	-115 dBm	10,2%	
Mean = -31,46 dBm	-118,64 dBm		Mean = -120,09 dBm				

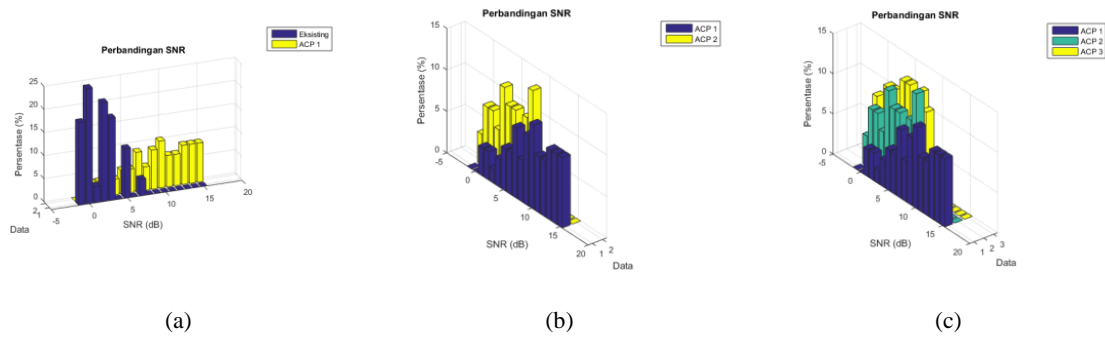
Apabila dibandingkan dengan simulasi eksisting, dapat dilihat bahwa daerah Perumahan Bukit Kalibagor Indah ini berada di zona yang buruk dan peningkatan yang terjadi ini kondisi wilayah perumahan bukit kalibagor indah berada pada kondisi normal pada skenario 1 dan skenario 2, sedangkan pada skenario 3 masuk dalam kategori wilayah yang buruk. Sehingga permasalahan yang muncul dapat teratasi menggunakan teknik ACP dengan skenario 1, dibanding dengan skenario 2 ataupun 3.

b. Signal to Noise Ratio (SNR)



Gambar 14. Coverage SNR Optimasi ACP : (a) Skenario 1, (b) Skenario 2, (c) Skenario 3

Gambar 14 menunjukkan kualitas *coverage* parameter SNR di wilayah studi kasus. Kualitas jaringan dari parameter SNR di wilayah ini berada di interval warna hijau dan kuning, selain itu seluruh wilayah studi kasus tercover sempurna pada skenario 1, dan ada sedikit wilayah yang tidak tercover pada skenario 2 dan 3. Peningkatan *coverage* parameter SNR ini dapat dilihat pada bar chart Gambar 15.



Gambar 15. Bar Chart Perbandingan RSRP : (a) Eksisting banding Skenario 1, (b) Skenario 1 banding Skenario 2, (c) Skenario 1 banding Skenario 2 banding Skenario 3

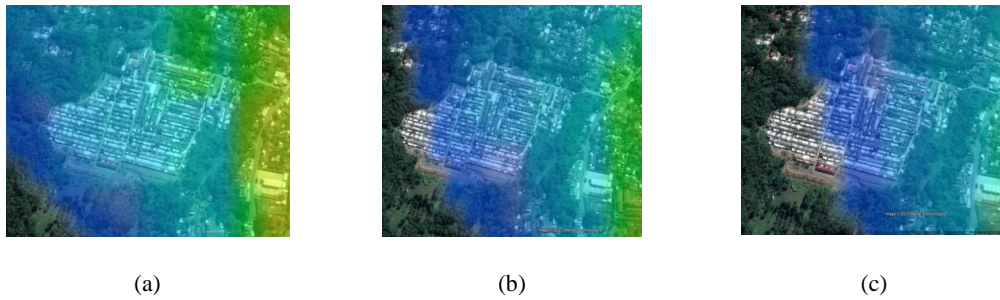
Gambar 15 dapat dilihat bahwa nilai bar pada skenario 1 dimulai dari 1 dB hingga 12 dB, sedangkan bar pada skenario 2 dimulai dari -1 dB hingga 12 dB dan bar pada skenario 3 dimulai dari -1 dB hingga 10 dB. Hal ini menunjukkan adanya sedikit penurunan dibandingkan dengan skenario 2. Peningkatan coverage parameter RSRP ini dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai Peningkatan Coverage SNR ACP

SNR Eksisting		SNR ACP 1		SNR ACP 2		SNR ACP 3	
-1 dB	17,86 %	1 dB	3,39 %	-1 dB	3,7%	-1 dB	8,16%
0 dB	25 %	2 dB	3,39 %	0 dB	7,41%	0 dB	6,12%
1 dB	3,57 %	3 dB	1,69 %	1 dB	7,41%	1 dB	10,2%
2 dB	21,43 %	4 dB	3,39 %	2 dB	5,56%	2 dB	10,2%
3 dB	17,86 %	5 dB	5,08 %	3 dB	11,11%	3 dB	8,16%
4 dB	0 %	6 dB	5,08 %	4 dB	9,26%	4 dB	12,24%
5 dB	10,71 %	7 dB	8,47 %	5 dB	9,26%	5 dB	12,24%
6 dB	0 %	8 dB	5,08 %	6 dB	7,41%	6 dB	2,04%
7 dB	3,57 %	9 dB	8,47 %	7 dB	9,26%	7 dB	12,24%
Mean = 2,09 dB		10 dB	10,17 %	8 dB	12,96%	8 dB	10,2%
		11 dB	6,78 %	9 dB	3,7%	9 dB	2,04%
		12 dB	6,78 %	10 dB	5,56%	10 dB	4,08%
		13 dB	8,47 %	11 dB	5,56%	Mean = 4,72 dB	
		14 dB	8,47 %	12 dB	1,85%		
		15 dB	8,47 %	Mean = 5,7 dB			
	Mean = 10,35 dB						

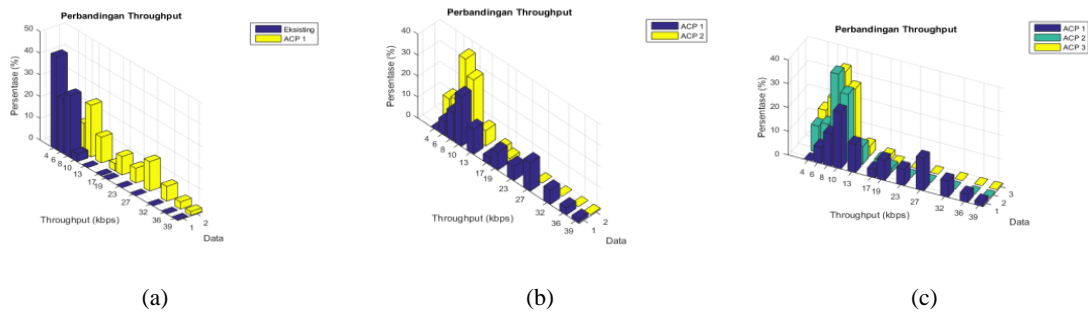
Dari Tabel 9 diketahui bahwaterjadi peningkatan pada parameter SNR di wilayah Perumahan Bukit Kalibagor Indah mengalami peningkatan nilai yang tidak begitu signifikan. hal itu dapat dibuktikan dengan nilai rata-rata dari parameter SNR di wilayah itu mengalami peningkatan dari 2,09 dB menjadi 4,72 dB. Apabila dibandingkan dengan hasil optimasi menggunakan *skenario 1* dan *skenario 2*, dapat dilihat bahwa kenaikan *coverage* lebih bagus dengan menggunakan *skenario 1* dibandingkan dengan menggunakan *skenario 3* dan *skenario 2* lebih bagus dibanding *skenario 3*.

c. Throughput



Gambar 16. Coverage *Throughput* Optimasi ACP : (a) Skenario 1, (b) Skenario 2, (c) Skenario 3

Gambar 16 menunjukkan kualitas coverage parameter SNR di wilayah studi kasus. Kualitas jaringan dari parameter *Throughput* di wilayah ini berada di interval warna biru muda dan biru tua, selain itu seluruh wilayah studi kasus tercover sempurna pada skenario 1, dan ada sedikit wilayah yang tidak tercover pada skenario 2 dan skenario 3. Peningkatan coverage parameter SNR ini dapat dilihat pada bar chart yang ditunjukkan pada Gambar 17.



Gambar 17. Bar Chart Perbandingan *Throughput* : (a) Eksisting banding Skenario 1, (b) Skenario 1 banding Skenario 2, (c) Skenario 1 banding Skenario 2 banding Skenario 3

Gambar 17 menunjukkan bahwa adanya peningkatan parameter *Throughput*. Dapat dilihat bahwa nilai bar pada skenario 1 dimulai dari 6000 kbps hingga 39000 kbps, bar pada skenario 2 dimulai dari 4000 kbps hingga 19000 kbps, dan bar pada skenario 3 dimulai dari 4000 kbps hingga 17000 kbps. Hal ini menunjukkan adanya sedikit penurunan dibandingkan dengan skenario 2. Untuk peningkatan atau penurunan *coverage Throughput* dengan menggunakan teknik ACP skenario 3 jika dibandingkan dengan simulasi eksisting dan teknik ACP skenario 1 dan 3 dalam interval angka dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai Peningkatan Coverage *Throughput* ACP

Throughput Eksisting		Throughput ACP 1		Throughput ACP 2		Throughput ACP 3	
4000 kbps	42,86 %	6000 kbps	6,78%	4000 kbps	11,11%	4000 kbps	14,29%
6000 kbps	25%	8000 kbps	13,56%	6000 kbps	12,96%	6000 kbps	20,41%
8000 kbps	28,57 %	10.000 kbps	23,73%	8000 kbps	35,19%	8000 kbps	32,65%
10.000 kbps	3,57 %	13000 kbps	11,86 %	10.000 kbps	27,78%	10000 kbps	26,53%
Mean = 6187,74 kbps		17.000 kbps	3,39 %	13.000 kbps	7,41%	13000 kbps	4,08%
		19.000 kbps	8,47%	17.000 kbps	3,7%	17000 kbps	2,04%
		23.000 kbps	6,78%	19.000 kbps	1,65%	Mean = 8346,81 kbps	
		27.000 kbps	13,56%	Mean = 9190,41 kbps			
		32.000 kbps	6,78%				
		36.000 kbps	3,39%				
		39.000 kbps	1,69%				
	Mean = 17424,26 kbps						

Tabel 10 menunjukkan kualitas jaringan untuk parameter *Throughput* di wilayah Perumahan Bukit Kalibagor Indah mengalami peningkatan nilai yang tidak begitu signifikan. hal itu dapat dibuktikan

dengan nilai rata-rata dari parameter *Throughput* di wilayah itu mengalami peningkatan dari 6187,74 kbps menjadi 17424,26 kbps pada skenario 1, 9190,41 kbps pada skenario 2, dan 8346,81 kbps pada skenario 3. Apabila dibandingkan dengan hasil optimasi menggunakan skenario 1, dapat dilihat bahwa kenaikan coverage lebih bagus dengan menggunakan skenario 1 dibandingkan dengan menggunakan skenario 3.

Dari ketiga skenario yang diujikan dapat terlihat bahwa peningkatan dengan menggunakan skenario 1 menghasilkan nilai KPI yang lebih baik. Hal itu dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Peningkatan Nilai *Key Performance Indicator* (KPI)

	RSRP	SNR	Throughput
Eksisting	-131,46 dBm	2,09 dB	6187,74 kbps
ACP Skenario 1	-110,64 dBm	10,35 dB	17424,26 kbps
ACP Skenario 2	-118,64 dBm	5,7 dB	9190,41 kbps
ACP Skenario 3	-120,09 dBm	4,72 dB	8346,81 kbps

Tabel 11 memperlihatkan peningkatan nilai *Key Performance Indicator* (KPI) pada parameter RSRP, SNR, dan *Throughput* setelah penerapan metode ACP seperti terlihat pada data eksisting dan skenario ACP 1, 2, dan 3. Hal ini menggambarkan efektivitas optimasi jaringan melalui metode ACP. Dapat terlihat pula bahwa skenario 1 memberikan peningkatan yang lebih signifikan dibanding dengan kedua skenario lainnya.

3. *Statistik Penggunaan Automatic Cell Planning (ACP)*

Dalam statistik penggunaan atau penerapan skema ACP (*Automatic Cell Planning*), dapat diketahui apakah penerapan skema tersebut dapat meningkatkan kinerja site, terutama dalam hal peningkatan coverage area. Data statistik penggunaan skema ACP untuk tiap skenarionya dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Statistik Penggunaan *Automatic Cell Planning* (ACP)

Skenario	Parameter	Initial	Final	Improvement	Objective
Electrical tilt, mechanical tilt, azimuth	RSRP	35,31%	59,00%	23,69%	Failed
	SNR	46,00%	68,63%	22,63%	
	Coverage	36,63%	61,19%	24,56%	
Antenna type, antenna high, azimuth	RSRP	35,31%	58,25%	22,94%	Failed
	SNR	46,00%	68,38%	22,38%	
	Coverage	36,63%	60,00%	23,38%	
Antenna type, antenna high, azimuth, electrical tilt, mechanical tilt	RSRP	35,31%	50,81%	11,81%	Failed
	SNR	46,00%	53,94%	9,50%	
	Coverage	36,63%	53,13%	12,50%	

Pada Tabel 12 menunjukkan bahwa penggunaan ACP skenario 1 dimana setiap parameternya mengalami peningkatan yang cukup signifikan, yaitu parameter RSRP meningkat sebanyak 23,69%, parameter SNR meningkat sebanyak 22,63%, dan untuk coverage meningkat sebanyak 24,56%. Penggunaan ACP skenario 2 dimana setiap parameternya mengalami peningkatan yang tidak begitu signifikan, yaitu parameter RSRP meningkat sebanyak 22,94%, parameter SNR meningkat sebanyak 22,38%, dan untuk coverage meningkat sebanyak 23,38%. penggunaan ACP skenario 3 dimana setiap parameternya mengalami peningkatan yang tidak begitu signifikan, yaitu parameter RSRP meningkat sebanyak 11,81%, parameter SNR meningkat sebanyak 9,50%, dan untuk coverage meningkat sebanyak 12,50%. Jika diperhatikan lebih lanjut, pada gambar yang menunjukkan *statistic* dari penggunaan teknik ACP baik itu menggunakan Skenario 1, Skenario 2, maupun Skenario 3 pada bagian objective menunjukkan *failed* atau kegagalan. Hal ini dapat terjadi karena beberapa hal diantaranya:

1. Terdapat batasan atau kendala dalam proses optimasi yang tidak terpenuhi. Hal ini menyebabkan hasil optimasi tidak dapat mencapai solusi yang optimal, meskipun ada peningkatan pada parameter.
2. Ada faktor-faktor lain yang mempengaruhi kinerja jaringan selain parameter yang diukur. Meskipun terdapat peningkatan pada parameter, namun kinerja jaringan secara keseluruhan tidak meningkat karena faktor-faktor tersebut.

3. Terjadi kesalahan dalam proses pengukuran atau analisis data, sehingga hasil optimasi yang diperoleh tidak akurat.
 Perubahan setelah dilakukannya optimasi menggunakan teknik ACP dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Nilai Rekonfigurasi Antenna

Site_0	Skenario	Change Type	Initial	Final
Site0_1	Electrical tilt, mechanical tilt, azimuth	Azimuth	62°	22°
		Max power	43 dBm	46 dBm
	Antenna type, antenna high, azimuth	Azimuth	62°	42°
		Max power	43 dBm	46 dBm
	Antenna type, antenna high, azimuth, electrical tilt, mechanical tilt	Azimuth	62°	45°
		Max power	43 dBm	46 dBm
Site0_2	Electrical tilt, mechanical tilt, azimuth	Mechanical tilt	4°	3°
		Max power	43 dBm	46 dBm
	Antenna type, antenna high, azimuth	Max power	43 dBm	46 dBm
		Antenna type, antenna high, azimuth, electrical tilt, mechanical tilt	Mechanical tilt	4°
	Max power		43 dBm	46 dBm
	Site0_3	Electrical tilt, mechanical tilt, azimuth	Azimuth	203°
Max power			43 dBm	46 dBm
Antenna type, antenna high, azimuth		Azimuth	203°	223°
		Max power	43 dBm	46 dBm
Antenna type, antenna high, azimuth, electrical tilt, mechanical tilt		Azimuth	203°	225°
		Max power	43 dBm	46 dBm

Tabel 13 menunjukkan bahwa adanya perubahan pada *azimuth*, *max power* dan *tilting* antenna untuk tiap antenna pada site yang ada. Perubahan ini terjadi kepada setiap antenna di site tersebut. Perubahan ini terjadi akibat dari setiap kombinasi yang diajukan sehingga menghasilkan peningkatan *coverage* yang optimal untuk meningkatkan *coverage area* di wilayah studi kasus.

Penggunaan metode ACP ini dapat diterapkan atau diuji coba pada perumahan lainnya yang memiliki kondisi jaringan yang sama dengan perumahan Bukit Kalibagor Indah untuk melihat efektivitas dari penggunaan metode ACP dalam meningkatkan *coverage area* jaringan 4G LTE.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan mengenai penerapan skema *Automatic Cell Planning* (ACP) untuk meningkatkan *coverage area* jaringan 4G-LTE pada perumahan bukit kalibagor indah, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

Penerapan skema *Automatic Cell Planning* (ACP) secara signifikan meningkatkan *coverage area* di perumahan Bukit Kalibagor Indah, terlihat dari hasil pengukuran nilai KPI pada skenario 1 yang lebih efektif dalam meningkatkan cakupan jaringan dengan peningkatan RSRP sebesar 23,69%, SNR 22,63%, *Throughput* 18,15%, dan cakupan jaringan 24,56%; meskipun skenario 2 juga mengalami peningkatan yang signifikan dengan peningkatan RSRP 22,94%, SNR 22,38%, *Throughput* 4,85%, dan cakupan jaringan 23,38%, hasil mencolok dari skenario 1 menegaskan bahwa penerapan ACP dengan parameter yang tepat dapat memberikan hasil lebih baik dalam memperluas cakupan jaringan di perumahan tersebut, selain itu hasil simulasi eksisting juga mengalami peningkatan setelah penerapan skema ACP pada jaringan 4G LTE di perumahan tersebut, terlihat dari peningkatan nilai RSRP, SNR, dan *Throughput*, dengan skenario 1 mengalami peningkatan RSRP dari -131,46 dBm menjadi -110,64 dBm, SNR dari 2,09 dB menjadi 10,35 dB, dan *Throughput* dari 6187,74 kbps menjadi 17424,26 kbps, skenario 2 meningkat menjadi RSRP -118,64 dBm, SNR 5,7 dB, dan *Throughput* 9190,41 kbps, serta skenario 3 meningkat menjadi RSRP -120,09 dBm, SNR 4,72 dB, dan *Throughput* 8346,81 kbps.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. H. S. Budi, F. N. Sabri And D. Wirawangsa, "Perencanaan Jaringan Seluler Gsm 1800 Mhz Pada Tahun 2025 Menggunakan Software Atolluntuk Daerah Sukasari Kota Bandung," *Inaque Journal Of Industrial & Quality Engineering*, Vol. Viii, Pp. 11-24, 2020.
- [2] A. Y. Pratama, W. A. N. Nazilah And K. Udiatma, "Analisis Performansi Jaringan Indoor 4g Lte Di Gedung Admisi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta," *Jurnal Syntax Transformation*, Vol. 3, Pp. 861-876, Juni 2022.
- [3] L. Hidayati, "Analisa Kualitas Jaringan 4g Lte Untuk Provider H3i Berdasarkan Parameter Drive Test Menggunakan Software Genex Probe 5.1 Di Kota Purwokerto," Fakultas Teknik Universitas Semarang, Semarang, 2020.
- [4] T. M. Karina, "Karakteristik Dan Tipologi Peri-Urban Kawasan Perkotaan Bandar Lampung (Studi Kasus: Kecamatan Natar, Jati Agung, Dan Tanjung Bintang, Kabupaten Lampung Selatan)," Institut Teknologi Sumatera, Sumatra Selatan, 2017.
- [5] Anonymous, "Bukit Kalibagor Indah Perumahan Subsidi Tanah Terluis Di Purwokerto," [Online]. Available: <https://bukitkalibagorindah.com/>. [Accessed 18 Januari 2023].
- [6] Y. Sthefianus, P. S. Ketut And G. Sukadarmika, "Perencanaan Sistem Long Term Evolution Di Wilayah Kota Denpasar Memanfaatkan Bale Banjar Untuk Menempatkan Base Station," *E-Journal SPEKTRUM*, Vol. V, Pp. 81-87, 2018.
- [7] A. Purnama, E. S. Nugraha And M. A. Amanaf, "Penerapan Metode Acp Untuk Optimasi Physical Tuning Antena Sektoral Pada Jaringan 4g Lte Di Kota Purwokerto," *Elkomika: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, Vol. Viii, Pp. 138-149, 2020.
- [8] R. A. Nugroho, H. Vidyaningtyas And U. K. Usman, "Perencanaan Jaringan Mikrosel 4g Lte Di Skywalk Cihampelas Bandung," *Eproceedings Of Engineering*, Vol. V, Pp. 782-789, 2018.
- [9] H. Yuliana, S. Basuki And H. R. Iskandar, "Peningkatan Kualitas Sinyal Pada Jaringan 4G LTE Dengan Menggunakan Metode Antenna Physical Tuning," In *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi 2019*, 2019.
- [10] M. A. Wibowo, N. K. Hariyawati And H. Yuliana, "Simulasi Optimasi Jaringan 4G Indosat Ooredoo Di Daerah Bandung Timur Menggunakan Metode Electrical Tilt," *EPSILON : Journal Of Electrical Engineering And Information Technology*, Vol. 19, Pp. 65 - 71, 2021.
- [11] A. Ulhamdi, "Optimasi Jaringan 4g Lte Dengan Metode Automatic Cell Planning (Acp) Dan Carrier Aggregation (Ca)," Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, 2022.