

Optimasi Jaringan 4G LTE Menggunakan Metode Coverage Planning dengan Frekuensi 1800 MHz di Kecamatan Cibitung

Ni Ketut Hariyawati Dharmi ^{1*)}, Reza Zanarsyah Putra ²⁾, Fauzia haz ³⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Elektro

Universitas Jenderal Achmad Yani

Jalan Terusan Jend. Sudirman PO.BOX 148 Cimahi 40531

^{*)}Korespondensi: niketuthd@lecture.unjani.ac.id

Abstrak

Sebagai wilayah dengan tingkat urbanisasi dan pembangunan pemukiman yang pesat, Kecamatan Cibitung menghadapi tantangan dalam pemerataan kualitas jaringan 4G. Optimasi cakupan jaringan 4G menjadi kebutuhan yang sangat penting. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan optimasi jaringan 4G LTE di Kecamatan Cibitung dengan metode *coverage planning* melalui tahapan perhitungan *link budget* untuk memperoleh nilai *Maximum Allowable Path Loss* (MAPL). Selanjutnya, digunakan dua model propagasi, yaitu Okumura-Hata dan Cost-231, guna menghitung estimasi luas cakupan per sel serta kebutuhan jumlah *site*. Simulasi optimasi dilakukan menggunakan perangkat lunak *Atoll* untuk menganalisis sebaran cakupan sinyal berdasarkan parameter *Reference Signal Received Power* (RSRP). Metode ini dipilih untuk mendapatkan estimasi jangkauan yang mampu mengurangi area *blank spot* dan menjangkau seluruh wilayah penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan model propagasi Okumura-Hata diperlukan sebanyak 16 *site* BTS sedangkan model propagasi Cost-231 memerlukan 21 *site* BTS untuk mencakup seluruh wilayah. Berdasarkan parameter RSRP, cakupan dengan kualitas baik ($RSRP \geq -100$ dBm) pada model Okumura-Hata mencapai 35,120 km² atau 97,95%, sementara pada model Cost-231 hanya 14,921 km² atau 41,5% dari total wilayah. Hal ini membuktikan bahwa pemilihan model propagasi dan optimasi *coverage* yang tepat sangat mempengaruhi pada implementasi optimasi jaringan 4G di wilayah dengan karakteristik wilayah urban.

Kata kunci: 4G LTE, *coverage planning*, RSRP

Abstract

As a region with rapid urbanization and residential development, Cibitung District faces challenges in achieving equitable 4G network quality. Optimization of 4G coverage has become an essential need. Therefore, this study focuses on optimizing the 4G LTE network in Cibitung District using the coverage planning method through link budget calculations to obtain the Maximum Allowable Path Loss (MAPL). Two propagation models, Okumura-Hata and Cost-231, were then used to estimate the coverage area per cell and the required number of sites. The optimization simulation was conducted using Atoll software to analyze signal coverage distribution based on the Reference Signal Received Power (RSRP) parameter. This method was chosen to estimate coverage capable of reducing blank spots and reaching the entire study area. The results show that using the Okumura-Hata model requires 16 BTS sites, while the Cost-231 model requires 21 BTS sites to cover the entire region. Based on RSRP, good-quality coverage ($RSRP \geq -100$ dBm) using the Okumura-Hata model reaches 35.120 km² or 97.95%, while the Cost-231 model only covers 14.921 km² or 41.5% of the total area. This proves that appropriate propagation model selection and coverage optimization strongly influence 4G network implementation in urban areas.

Keywords: 4G LTE, *coverage planning*, RSRP

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi telekomunikasi di Indonesia, khususnya jaringan 4G LTE, telah memberikan dampak yang signifikan membuat masyarakat dapat menikmati layanan internet lebih cepat dan stabil, mulai dari 10 Mbps hingga 1 Gbps. Peningkatan ini mendukung berbagai aktivitas digital seperti halnya *streaming* video tanpa *buffer*, konferensi video, dan aktivitas lain yang berbasis internet. Teknologi 5G

sudah diperkenalkan pada Indonesia, Akan tetapi 4G masih merupakan pondasi konektivitas digital sebab jangkauannya yang lebih besar serta infrastruktur yang kokoh.

Info Makalah:

Dikirim : 29-10-2025
Revisi 1 : 17-12-2025
Revisi 2 : -
Diterima : 22-12-2025

Penulis Korespondensi:

Telp : +62-85974992595
e-mail : niketuthd@lecture.unjani.ac.id

Cibitung merupakan salah satu kecamatan yang terletak di wilayah timur Kabupaten Bekasi, Jawa Barat, yang memiliki tingkat urbanisasi yang cukup tinggi. Kawasan ini menjadi pusat perkembangan industri dan perumahan, yang berkontribusi pada peningkatan kebutuhan akan akses data yang cepat dan stabil, untuk mendukung berbagai kegiatan ekonomi dan sosial masyarakat. Cibitung menghadapi tantangan besar dalam hal pengembangan infrastruktur telekomunikasi, khususnya terkait dengan jaringan 4G LTE. Dalam optimasi *coverage* jaringan, penting untuk mempertimbangkan penempatan *new site* guna menjangkau area pemukiman yang belum bisa terpenuhi setelah adanya

perkembangan di daerah-daerah yang baru dibangun perumahan.

Adapun beberapa penelitian sebelumnya yang mendukung penelitian ini seperti yang dilakukan oleh Hajjar Yuliana, Sofyan Basuki dan Salita Ulitia Prini yang berjudul "*Optimization of Low Site Density Area for 4G Network in Urban City*" membahas tentang optimasi jaringan 4G pada area dengan kepadatan rendah sehingga menimbulkan *blank spot*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan beberapa *site* baru dapat meningkatkan cakupan sinyal dengan nilai RSRP di atas -80dBm dari 75,19% menjadi 94,08% serta menurunkan area dengan sinyal buruk di bawah -90 dBm dari 24,81% menjadi 5,93%. Penelitian ini membuktikan bahwa optimasi berbasis *coverage* efektif untuk meningkatkan kualitas jaringan, khususnya di wilayah urban yang memiliki distribusi *site* tidak merata [1]. Ada juga penelitian dari Muhammad Hafidh dan rekan membahas upaya mengatasi masalah *bad coverage* pada jaringan 4G LTE 1800 MHz di wilayah Tanjakan Mauk, Tangerang Selatan. Hasil pengukuran awal menunjukkan bahwa sebagian besar area masih memiliki kualitas sinyal di bawah target KPI. Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan optimasi dengan metode *physical tuning* yang mencakup pengaturan arah antena (*azimuth*), *mechanical* dan *electrical tilting*, pengaturan daya pancar (*power configuration*), serta penyesuaian tinggi antena. Setelah dilakukan optimasi, terjadi peningkatan signifikan pada performa jaringan, di mana nilai RSRP naik dari 76,12% menjadi 92,94%, SINR dari 91,79% menjadi 95,35%, dan RSRQ dari 71,38% menjadi 96,84%, seluruhnya berhasil memenuhi target KPI. Hasil ini menunjukkan bahwa penyesuaian parameter antena dalam proses optimasi dan optimasi dapat meningkatkan cakupan dan kualitas layanan jaringan 4G LTE secara signifikan [2]. Ada juga penelitian dari Edy Budiman dan Ummul Hairah berjudul "*Kinerja Jaringan 4G LTE Operator Mobile di Ibu kota Kalimantan Timur di masa Pandemi Covid19*" dengan metode pengukuran kualitas sinyal jaringan menggunakan *walk-test*, pengukuran sinyal 4G LTE ketiga operator jaringan seluler umumnya mengalami perubahan nilai RSRP, RSRQ, dan SNR. Beberapa titik ukur mengalami penurunan kekuatan sinyal yang disebabkan karena faktor *loss* propagasi seperti keberadaan pepohonan yang lebat dan tinggi, kepadatan jaringan dan cuaca menyebabkan perambatan seperti difraksi/hamburan dan pemantulan. Faktor lainnya juga disebabkan dari jarak BTS atau pemancar terhadap UE (penerima) menyebabkan lemahnya penerimaan sinyal dari perangkat pengguna [3]. Beberapa penelitian tersebut relevan dengan tantangan yang dihadapi dalam optimasi jaringan 4G di daerah pemukiman seperti Kecamatan Cibitung, yang di mana faktor pembangunan yang melebar dan tingkat kepadatan semakin meningkat dapat berpengaruh signifikan terhadap kualitas jaringan.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis kebutuhan jumlah *site* jaringan 4G LTE yang dapat memenuhi kebutuhan wilayah Kecamatan Cibitung dengan metode *coverage planning*. Optimasi *coverage planning* merupakan proses penting dalam perancangan jaringan seluler yang bertujuan untuk menentukan sejauh mana sinyal dari sebuah stasiun pemancar (*site*) dapat diterima oleh perangkat pengguna (*User Equipment/UE*) atau penerima lainnya. Proses ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menghitung area maksimum yang masih dapat dijangkau oleh sinyal dengan kualitas yang memadai, sehingga layanan komunikasi dapat diberikan secara optimal kepada pengguna di area tersebut. Dalam *coverage planning*, terdapat beberapa komponen utama yang harus diperhatikan, antara lain pengukuran radio frekuensi di lapangan, perhitungan *link budget*, serta penerapan model propagasi gelombang radio. Pengukuran radio frekuensi dilakukan untuk mengetahui kondisi nyata sinyal di lapangan, sedangkan *link budget* digunakan untuk menghitung keseimbangan antara daya pancar dan daya terima dengan mempertimbangkan berbagai faktor kehilangan (*losses*) dalam perjalanan sinyal. Sementara itu, model propagasi digunakan untuk memprediksi penyebaran sinyal berdasarkan lingkungan geografis dan karakteristik medan. Dengan demikian, hasil dari optimasi

Optimasi Jaringan 4G LTE Menggunakan Metode Coverage Planning dengan Frekuensi 1800 MHz di Kecamatan Cibitung

(Ni Ketut Hariyawati Dharmi, Reza Zanarsyah Putra, Fauzia haz : Halaman 122 - 136)

jangkauan ini menjadi dasar dalam menentukan penempatan *site* yang efisien dan memastikan kualitas layanan jaringan tetap terjaga [4].

Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis dan mengidentifikasi perbandingan *coverage* dari penggunaan model propagasi Okumura-Hata dan Cost-231 pada optimasi jaringan 4G LTE menggunakan metode *coverage planning* di wilayah Kecamatan Cibitung. Okumura-Hata adalah model prediksi *path loss* yang digunakan dalam komunikasi seluler untuk memperkirakan atenuasi sinyal antara pemancar dan penerima dalam lingkungan perkotaan, pinggiran kota, dan pedesaan yang didasarkan pada data empiris yang dikumpulkan oleh Okumura dan kemudian disederhanakan oleh Hata untuk memudahkan penggunaannya dalam optimasi jaringan seluler. Karena sifatnya yang sederhana dan cukup andal, model Okumura-Hata kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh *European Co-operative for Scientific and Technical Research* (COST) menjadi model COST 231. Pengembangan ini ditujukan untuk memperluas cakupan frekuensi hingga 2000 MHz. Model ini juga dilengkapi dengan faktor koreksi yang dapat digunakan untuk memperkirakan *path loss* di berbagai jenis lingkungan, seperti wilayah pedesaan, *sub urban*, maupun perkotaan. Model COST 231 berlaku untuk frekuensi antara 1500 MHz hingga 2000 MHz, dengan ketentuan bahwa seluruh parameter lainnya tetap mengikuti ketentuan dalam model Hata [5].

II. METODE

A. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1. Proses penelitian diawali dengan menentukan area yang akan diamati sebagai lokasi optimasi jaringan. Setelah area ditentukan, dilakukan pengumpulan informasi geografis terkait wilayah tersebut yaitu Kecamatan Cibitung sebagai dasar dalam optimasi. Tahapan selanjutnya adalah melakukan analisis *coverage planning* dengan perhitungan *link budget* untuk mengetahui kebutuhan daya dan jangkauan sinyal yang optimal. Berdasarkan hasil perhitungan *link budget* dilakukannya perhitungan model propagasi dan perhitungan jumlah BTS yang dibutuhkan untuk wilayah tersebut. Dari hasil beberapa perhitungan itu ditentukanlah titik *new site* menggunakan bantuan *Google Earth Pro*. *Google Earth Pro* merupakan salah satu perangkat lunak geospasial yang digunakan untuk menampilkan representasi permukaan bumi dalam bentuk virtual. Sistem kerja *Google Earth Pro* didasarkan pada penggabungan berbagai sumber data, seperti citra satelit, fotografi udara, serta informasi dari *Geographic Information System* (GIS), sehingga menghasilkan visualisasi bumi yang lebih detail dan interaktif [6].

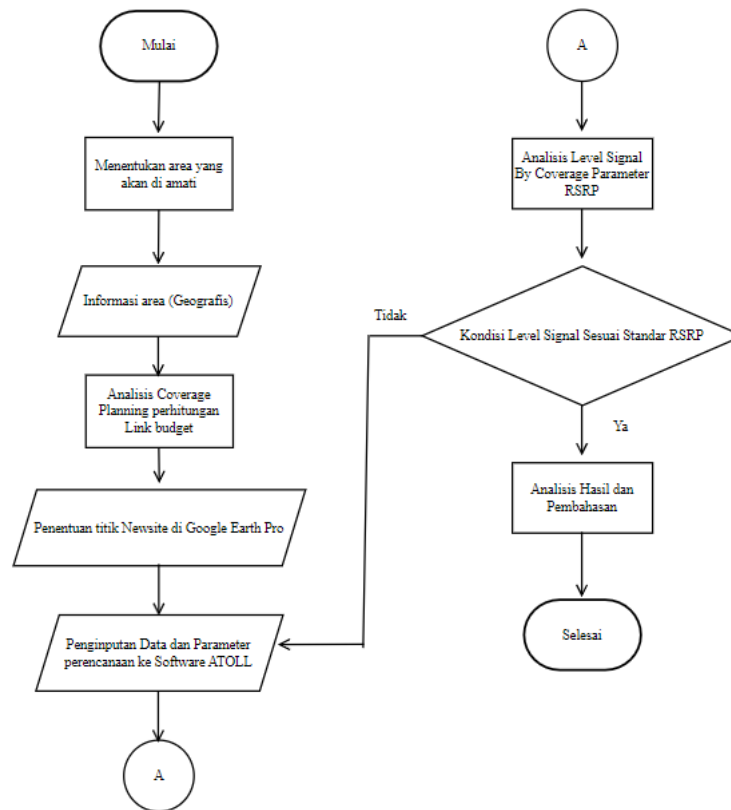
Titik tersebut kemudian digunakan dalam proses *input* data dan parameter *link budget* juga di-*input* ke dalam *software* optimasi jaringan *Atoll*. *Atoll* adalah perangkat lunak optimasi radio yang dilengkapi dengan berbagai alat dan fitur terpadu untuk mendukung pembuatan proyek optimasi jaringan, baik untuk *microwave* maupun optimasi radio dalam satu *platform*. Aplikasi ini memungkinkan perancang jaringan melakukan simulasi dan analisis secara komprehensif. Selain itu, *Atoll* menyediakan berbagai jenis studi prediksi cakupan area yang dapat dikonfigurasi sesuai kebutuhan optimasi, sehingga hasil perhitungan dapat disesuaikan dengan kondisi jaringan yang dirancang [5].

Selanjutnya dilakukan analisis level sinyal berdasarkan parameter RSRP untuk mengevaluasi kualitas cakupan. RSRP (*Reference Signal Received Power*) merupakan ukuran rata-rata daya sinyal LTE yang diterima oleh perangkat pengguna (UE), dihitung dari *resource elements* yang memuat *reference signal* dalam rentang *bandwidth* tertentu. Nilai RSRP mencerminkan seberapa kuat sinyal LTE yang diterima; semakin kecil nilainya, maka semakin lemah pula sinyal yang diterima oleh pengguna. RSRP juga dapat digunakan untuk menentukan apakah pengguna berada dalam jangkauan cakupan suatu sel. Jika pengguna berada di luar jangkauan, maka layanan LTE tidak dapat diakses. Selain itu, RSRP memiliki peran penting dalam membantu proses seleksi dan reseleksi sel, serta *handover* antar sel, karena memberikan informasi kepada UE mengenai kualitas sinyal berdasarkan perhitungan *path loss* [7].

Tabel 1 Standar Nilai *Signal Strength RSRP* [8]

Category	Range nilai RSRP
Very Good	$(-80) \leq x$
Good	$(-90) \leq x < (-80)$
Normal	$(-100) \leq x < (-90)$
Bad	$(-110) \leq x < (-100)$
Very Bad	$(-120) \leq x < (-110)$

Jika kondisi level sinyal belum sesuai dengan standar RSRP, maka dilakukan penyesuaian ulang terhadap data optimasi sebelumnya. Namun jika hasilnya telah sesuai, maka dilanjutkan pada tahap akhir berupa analisis hasil dan pembahasan, yang menjadi dasar dalam pengambilan kesimpulan terhadap kualitas jaringan di area studi.



Gambar 1 Diagram alir penelitian

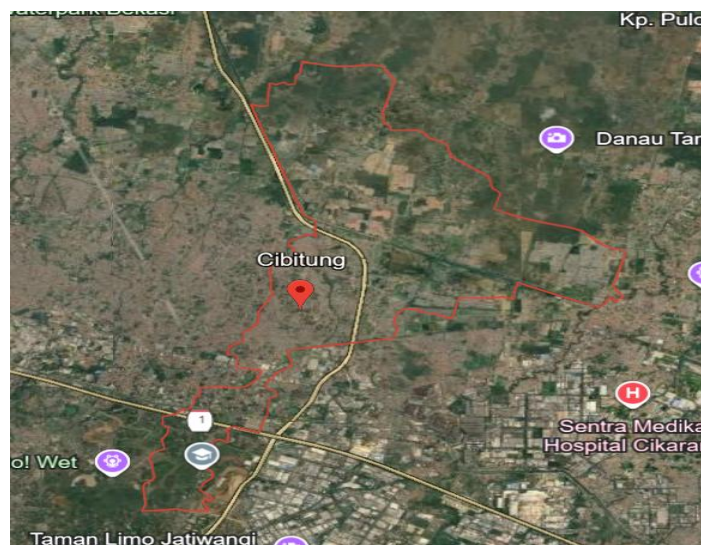
B. Lokasi Penelitian

Cibitung adalah sebuah kecamatan yang terletak di Kabupaten Bekasi, Provinsi Jawa Barat, Indonesia. Cibitung berada di sebelah timur Jakarta, dengan jarak sekitar 30 km dari pusat ibu kota. Secara geografis, Cibitung terletak pada koordinat sekitar $6^{\circ}17'42''\text{S}$ $107^{\circ}00'00''\text{E}$. Kecamatan Cibitung termasuk dalam wilayah aglomerasi Jakarta, dan saat ini menjadi daerah yang cukup berkembang, terutama karena kedekatannya dengan Jakarta dan kawasan industri di sekitar Bekasi. Cibitung juga memiliki akses transportasi yang baik, terutama melalui Jalan Tol Jakarta-Cikampek dan jalur kereta api, yang membuatnya menjadi daerah yang strategis untuk industri dan pemukiman. Kecamatan Cibitung, yang terletak di Kabupaten Bekasi, Jawa Barat (Gambar 2), memiliki batas-batas wilayah sebagai berikut:

1. Sebelah Utara: Berbatasan dengan Kecamatan Tarumajaya, Kabupaten Bekasi.
2. Sebelah Selatan: Berbatasan dengan Kecamatan Tambun Selatan dan Kecamatan Setu, Kabupaten Bekasi.
3. Sebelah Barat: Berbatasan dengan Kecamatan Jatiasih, Kota Bekasi.
4. Sebelah Timur: Berbatasan dengan Kecamatan Cikarang Pusat, Kabupaten Bekasi.

Optimasi Jaringan 4G LTE Menggunakan Metode Coverage Planning dengan Frekuensi 1800 MHz di Kecamatan Cibitung

(Ni Ketut Hariyawati Dharmi, Reza Zanarsyah Putra, Fauzia haz : Halaman 122 - 136)



Gambar 2 Area lokasi Penelitian Kecamatan Cibitung

Berdasarkan data sebaran penduduk di Kecamatan Cibitung (Tabel 2), dapat diketahui bahwa Desa Wanasari merupakan wilayah dengan persentase penduduk tertinggi, yaitu sebesar 40,41% dari total populasi kecamatan, diikuti oleh Desa Wanajaya sebesar 20,63% dan Desa Sukajaya sebesar 12,40%. Tingginya persentase ini juga sejalan dengan tingkat kepadatan penduduk yang signifikan, terutama di Wanasari yang memiliki kepadatan mencapai 18.062,07 jiwa/km², menjadikannya sebagai wilayah dengan tingkat hunian terpadat. Sebaliknya, Desa Sarimukti menjadi wilayah dengan sebaran penduduk terendah, yakni hanya 2,01% dari total populasi dan kepadatan sebesar 941,01 jiwa/km², yang mengindikasikan karakteristik wilayah yang lebih jarang penduduk. Secara keseluruhan, rata-rata kepadatan penduduk Kecamatan Cibitung berada pada angka 7.151,42 jiwa/km².

Tabel 2 Jumlah penduduk di kelurahan area Kecamatan Cibitung

Desa/Kelurahan	Persentase Penduduk (%)	Kepadatan Penduduk (per km ²)	Rasio Jenis Kelamin Penduduk
Cibuntu	9,61	4.395,17	101,74
Wanasari	40,41	18.062,07	101,49
Wanajaya	20,63	11.796,65	103,10
Sukajaya	12,40	6.728,57	103,51
Kertamukti	6,35	2.773,38	102,39
Muktiwari	8,59	5.578,17	102,43
Sarimukti	2,01	941,01	101,21
Kecamatan Cibitung	100,00	7.151,42	102,15

C. Coverage Planning 4G LTE

Dalam Spesifikasi Jaringan 4G LTE yang dibutuhkan dalam perencanaan jaringan menggunakan metode *coverage planning* dengan frekuensi 1800 MHz atau 1.8 GHz terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk menunjang hal tersebut, yaitu spesifikasi *loss* (Tabel 3) dan spesifikasi perangkat (Tabel 4). Beberapa parameter tersebut dapat digunakan sebagai dasar dalam perhitungan *link budget*, *Maximum Allowable Path Loss* (MAPL), serta estimasi jangkauan atau *coverage* jaringan LTE yang direncanakan sesuai.

Perhitungan *link budget* bertujuan untuk mengetahui nilai *Maximum Allowable Path Loss* (MAPL), yaitu batas maksimum redaman jalur transmisi yang masih memungkinkan komunikasi berjalan dengan baik. Nilai MAPL inilah yang menjadi dasar untuk menentukan cakupan sinyal (*coverage area*) suatu stasiun pemancar. Semakin besar nilai MAPL, maka semakin luas area yang dapat dicakup oleh sinyal. Perhitungan *link budget* dilakukan berdasarkan spesifikasi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 3 Spesifikasi Loss Saluran

Spesifikasi Loss Saluran	Nilai
$LOSS_{Feeder}$	0.68 dB
$LOSS_{splitter}$	7,9 dB
$LOSS_{combiner}$	30 dB
$LOSS_{connector}$	0,15 dB

Tabel 4 Spesifikasi Perangkat

Spesifikasi Perangkat	Nilai
Daya pancar antenna Tx	43 dBm
Receiver sensitivity	-101 dBm
Interference margin	5,23 dB
Tx Antenna Gain	17 dBi
Tx Antenna Height	25 m
Rx Antenna Gain	0 dBi
Rx Antenna Height	1,1 m

Tabel 5 Data link budget

Transmitter (Tx)		
BS TX power	43 dBm	A
BS Antenna Gain	17 dBi	B
Loss saluran	33,83 dB	C
EIRP	26,17x dBm	D = A+B-C
Receiver (Rx)		
UE Noise Figure	7 dB	E
Thermal Noise	-103,98 dBm	F = 10 log (k.T.BW) + 30
Receiver Noise Floor	-97 dBm	G = E + F
SINR	-4 dB	H
Receiver Sensitivity	-101 dBm	I = G + H
Load Factor	70%	J
Interference margin	5,23 dB	K = 10 log (1-J)
Rx Antenna Gain	0 dBi	L
Body Loss	3 dB	M
Log normal fading margin	4 dB	N
MAPL	116,17 dB	O = D-I-K+L-M-N

Persamaan untuk model propagasi Okumura-Hata ditunjukkan pada persamaan (1), sedangkan persamaan untuk model propagasi Cost-231 ditunjukkan pada persamaan (2) berikut.

$$L_{P(urban)} = 69,55 + 26,16 \log(f_c) + [44,9 - 6,55 \log(h_{rx})] \log(d) - 13,82 \log(h_{rx}) - a(h_{rx}) \text{ dB} \quad (1)$$

$$LP(Urban) = 46,33 + 33,9 \log(fc) - 13,82 \log_{10}(htx) + a(hm) + [44,9 - 6,55 \log(htx)] \log(d) + Cm \quad (2)$$

Keterangan:

L = Path loss

Fc = Frekuensi (MHz) = 1800 MHz

h_t = Tinggi antenna pemancar = 35 Meter

h_r = Tinggi antenna penerima = 1.1 Meter

d = jarak (km)

$a(h_m)$ = koreksi tinggi antenna penerima (dB)

Cm = Faktor koreksi lingkungan = 3dB

III. HASIL DAN DISKUSI

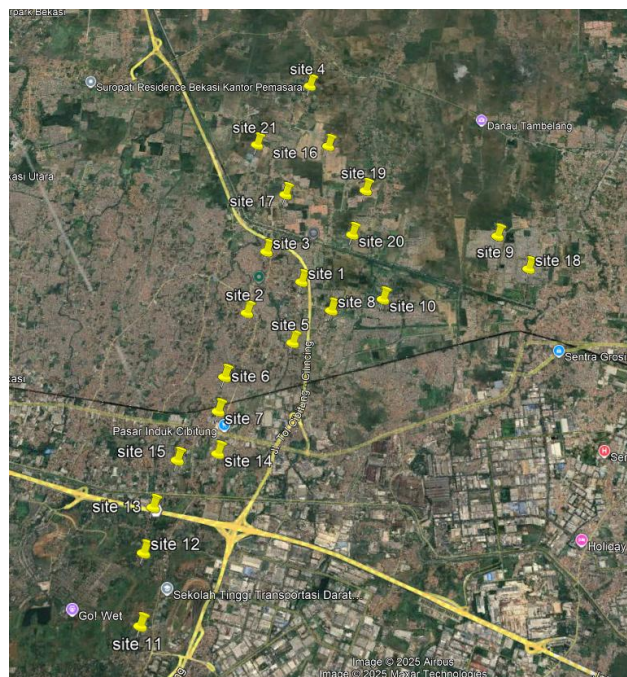
A. Optimasi New site Jaringan 4G LTE

Berdasarkan data spesifikasi pada Tabel 3 dan Tabel 4, dilakukan perhitungan propagasi dan optimasi jaringan yang dilakukan pada wilayah penelitian, yaitu Kecamatan Cibitung, Kabupaten Bekasi. Kecamatan Cibitung memiliki luas wilayah sebesar 35,79 km² dan merupakan salah satu daerah yang mengalami pertumbuhan pemukiman serta aktivitas masyarakat yang cukup pesat. Oleh karena itu, dilakukannya percobaan untuk membandingkan dua model propagasi yaitu model propagasi Okumura-Hata dan juga Cost-231 sebagai kebutuhan terhadap jaringan telekomunikasi yang handal dan merata untuk mendukung mobilitas dan komunikasi warga Kecamatan Cibitung.

Pada model propagasi Okumura-Hata yang berdasarkan hasil perhitungan nilai *Maximum Allowable Path Loss* (MAPL) sebesar 122,2 dB dan parameter teknis lainnya seperti frekuensi 1800 MHz, tinggi antena pemancar 35 meter, serta tinggi antena penerima 1,1 meter, diperoleh jarak jangkauan efektif satu BTS sebesar 0,44 km. Selanjutnya, dilakukan perhitungan luas cakupan per sel (Acell) hasilnya menunjukkan bahwa satu sel dengan jangkauan 2,26 km. Dari luas total wilayah Cibitung sebesar 35,79 km², maka jumlah *Base Transceiver Station* (BTS) yang dibutuhkan untuk menjangkau seluruh area secara teoritis adalah sebanyak 16 *site*. Jumlah ini diperoleh dengan membagi luas wilayah dengan luas cakupan per sel.

Pada model propagasi Cost-231 yang berdasarkan hasil perhitungan menggunakan parameter yang sama yaitu frekuensi 1800 MHz, tinggi antena pemancar 35 meter, tinggi antena penerima 1,1 meter, serta faktor koreksi lingkungan urban (Cm) sebesar 3 dB. Nilai koreksi tinggi antena penerima (a(hm)) diperoleh sebesar -1,11 dB. Berdasarkan nilai *Maximum Allowable Path Loss* (MAPL) yang telah dihitung sebelumnya, yaitu sebesar 122,2 dB dan dengan menggunakan persamaan model propagasi Cost-231 diperoleh jarak jangkauan efektif satu BTS sebesar 0,39 km. Selanjutnya, dilakukan perhitungan luas cakupan per sel (Acell) hasilnya menunjukkan bahwa satu sel mencakup area seluas 1,78 km. Dengan luas total Kecamatan Cibitung sebesar 35,79 km², maka jumlah BTS yang dibutuhkan untuk mencakup seluruh wilayah secara teoritis adalah sebanyak 21 *site*. Jumlah ini lebih banyak dibandingkan perhitungan menggunakan model Okumura-Hata, yang hanya membutuhkan 16 *site*.

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan model propagasi untuk menentukan jumlah *new site* yang diperlukan, tahap selanjutnya adalah proses penentuan lokasi penempatan titik *new site*. Proses ini dilakukan dengan memanfaatkan *Software Google Earth Pro* sebagai media pemetaan. Lokasi *new site* ditunjukkan pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3 Titik *new site* pada *Google Earth* di kecamatan Cibitung

Berdasarkan Gambar 3, dapat dilihat bahwa titik-titik *new site* yang direncanakan telah disesuaikan dengan kebutuhan jaringan di lapangan, khususnya pada area yang diperkirakan memerlukan penambahan *site* baru. Penentuan lokasi ini mempertimbangkan berbagai faktor, salah satu pertimbangan penting adalah adanya kemungkinan pembangunan permukiman baru di beberapa area tersebut, sehingga penambahan *site* dilakukan untuk mengantisipasi peningkatan permintaan layanan jaringan di masa mendatang. Dengan demikian, penempatan *new site* ini tidak hanya berfokus pada kebutuhan jaringan saat ini, tetapi juga memperhitungkan proyeksi kebutuhan layanan telekomunikasi di wilayah tersebut secara berkelanjutan.

B. Penempatan New Site

Pada Gambar 3 ditampilkan persebaran lokasi *new site* secara keseluruhan di area penelitian, yaitu wilayah Kecamatan Cibitung. Selanjutnya, pada Gambar 4 hingga Gambar 24 ditunjukkan tampilan jarak dekat dari masing-masing posisi *new site* yang telah dipetakan menggunakan *software Google Earth Pro*.



Gambar 4 *New site 1*



Gambar 5 *New site 2*



Gambar 6 *New site 3*



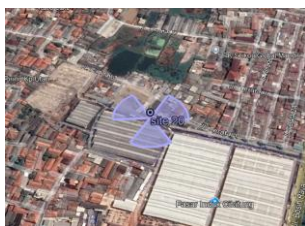
Gambar 7 *New site 4*



Gambar 8 *New site 5*



Gambar 9 *New site 6*



Gambar 10 *New site 7*



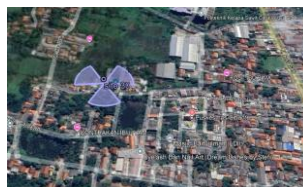
Gambar 11 *New site 8*



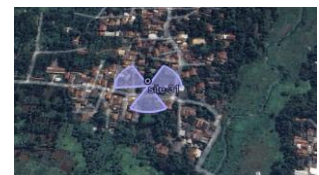
Gambar 12 *New site 9*



Gambar 13 *New site 10*



Gambar 14 *New site 11*



Gambar 15 *New site 12*

Optimasi Jaringan 4G LTE Menggunakan Metode Coverage Planning dengan Frekuensi 1800 MHz di Kecamatan Cibitung

(Ni Ketut Hariyawati Dharmi, Reza Zanarsyah Putra, Fauzia haz : Halaman 122 - 136)



Gambar 16 New site 13



Gambar 17 New site 14



Gambar 18 New site 15



Gambar 19 New site 16



Gambar 20 New site 17



Gambar 21 New site 18



Gambar 22 New site 19



Gambar 23 New site 20



Gambar 24 New site 21

Penempatan *new site* 1 berada di tengah-tengah area permukiman seperti Perumahan Taman Wanasari Indah, serta dekat dengan fasilitas umum seperti SPBU, bengkel mobil, dan rumah makan. Kepadatan permukiman ini menunjukkan tingginya kebutuhan akan layanan yang stabil dan berkualitas. Selain itu, posisi *site* yang berada relatif terbuka dan jauh dari bangunan tinggi memungkinkan penyebaran sinyal secara optimal ke tiga sektor antenna tanpa banyak hambatan fisik. Hasil penempatan *new site* ini menghasilkan koordinat dengan *Longitude* 107,097797 dan *Latitude* -6,241073 serta tinggi BTS atau *eNodeB* 35 meter, dengan menempatkan *Azimuth* pada tiga sektor yang pertama 20, kedua 140 dan ketiga pada 260.

Penempatan *new site* 2 berada di tengah-tengah area permukiman padat seperti Perumahan citra villa wanasari cibitung, area dengan kepadatan penduduk tinggi. Selain itu, lokasi ini relatif dekat dengan jalur utama Jalan Raya dan pusat aktivitas komersial seperti MR. DIY, yang berpotensi menambah jumlah pengguna jaringan di area tersebut. Hasil penempatan *new site* ini menghasilkan koordinat dengan *Longitude* 107,086584 dan *Latitude* -6,246401 serta tinggi BTS atau *eNodeB* 35 meter, dengan menempatkan *Azimuth* pada tiga sektor yang pertama 60, kedua 180 dan ketiga pada 300.

Penempatan *new site* 3 di tengah kawasan permukiman padat di Kelurahan Wanasari dengan tujuan untuk memperkuat cakupan jaringan dan menjaga kualitas sinyal di area bertrafik tinggi. Lokasi ini dikelilingi oleh kompleks perumahan seperti Perumahan Regency 1 Wanasari, Perumahan Villa Wanasari, serta area komersial kecil di sekitar Jalan Raya Bosih. Sekolah juga ada disekitarnya diantara lain SDN Wanasari 12, SDIT Fitrah Hanniah, dan beberapa lainnya. Tingginya jumlah pengguna *smartphone* di kawasan ini membuat kebutuhan kapasitas jaringan semakin meningkat. *Site* ini juga berada dekat dengan fasilitas umum seperti Lapangan Bola Wanasari, kantor kelurahan, serta pusat aktivitas masyarakat di sepanjang Jalan Raya Bosih yang menjadi jalur utama pergerakan pengguna. Hasil penempatan *new site* ini menghasilkan koordinat dengan *Longitude* 107,091278 dan *Latitude* -6,234021 serta tinggi BTS atau *eNodeB* 35 meter, dengan menempatkan *Azimuth* pada tiga sektor yang pertama 60, kedua 180 dan ketiga pada 300.

Penempatan *new site* 4 berada di area pemukiman Kampung Tanah Ungkuk yang memiliki kepadatan penduduk menengah hingga tinggi. Lokasi ini dipilih untuk memperluas jangkauan jaringan di wilayah perbatasan antara area padat penduduk dan lahan terbuka seperti persawahan di sisi barat dan selatan. Pemilihan titik ini bertujuan untuk mengoptimalkan *coverage* sinyal di Kecamatan Cibitung yang

sebelumnya berpotensi mengalami *blank spot* karena jarak dari *site* terdekat. Di sekitar *site* terdapat fasilitas publik seperti Masjid Nurul Falah, Musholla Nurul Iman, dan Lapangan Bola Desa Sarimukti yang sering digunakan masyarakat untuk kegiatan bersama. Hasil penempatan *new site* ini menghasilkan koordinat dengan *Longitude* 107,101872 dan *Latitude* -6,197439 serta tinggi BTS atau *eNodeB* 35 meter, dengan menempatkan *Azimuth* pada tiga sektor yang pertama 20, kedua 140 dan ketiga pada 260.

Penempatan *new site* 5 berada di kawasan dengan kepadatan penduduk tinggi seperti Villa Mutiara Jaya dan area Selang Nangka, sehingga kebutuhan layanan telekomunikasi di wilayah ini cukup besar. *Site* ini juga berdekatan dengan Jl. Villa Mutiara dan akses ke Tol Cibitung–Cimanggis, yang membuatnya strategis untuk melayani pengguna yang beraktivitas atau melintas di jalur tersebut. Selain itu, adanya fasilitas umum seperti Pasar Rengas dan beberapa pusat aktivitas masyarakat di sekitarnya menambah pentingnya ketersediaan jaringan dengan kualitas baik. Hasil penempatan *new site* ini menghasilkan koordinat dengan *Longitude* 107,095101 dan *Latitude* -6,253356 serta tinggi BTS atau *eNodeB* 35 meter, dengan menempatkan *Azimuth* pada tiga sektor yang pertama 60, kedua 180 dan ketiga pada 300.

Penempatan *new site* 6 berada di area pemukiman padat dengan pola jalan yang rapat, seperti Jl. Cemp, Jl. Mawar, dan Jl. Kp. Utan. Selain itu, titik ini berdekatan dengan fasilitas umum yang ramai pengunjung seperti Stasiun Cibitung, tempat ibadah dan Pasar Kaget Pondok Tanah Mas yang membutuhkan sinyal baik dan stabil untuk mendukung kegiatan masyarakat. Berdasarkan lingkungan padat penduduk ini kebutuhan jaringan pasti meningkat. Hasil penempatan *new site* ini menghasilkan koordinat dengan *Longitude* 107,081491 dan *Latitude* -6,258847 serta tinggi BTS atau *eNodeB* 35 meter, dengan menempatkan *Azimuth* pada tiga sektor yang pertama 60, kedua 180 dan ketiga pada 300.

Penempatan *new site* 7 berada di kawasan dengan aktivitas masyarakat yang tinggi. Area ini berada di sekitar Pasar Induk Cibitung yang menjadi pusat perdagangan dan pergerakan masyarakat, sehingga membutuhkan koneksi jaringan yang stabil untuk mendukung komunikasi dan transaksi digital. Selain itu, lingkungan sekitar terdiri dari permukiman padat serta berada dekat dengan akses utama seperti Jl. Raya Bitung dan Jl. Bosih Raya yang memiliki lalu lintas pengguna cukup besar. Hasil penempatan *New site* ini menghasilkan koordinat dengan *Longitude* 107,079858 dan *Latitude* -6,265487 serta tinggi BTS atau *eNodeB* 35 meter, dengan menempatkan *Azimuth* pada tiga sektor yang pertama 60, kedua 180 dan ketiga pada 300.

Penempatan *new site* 8 berada di sekitar Perumahan Kirana Cibitung dan Golden Cibitung yang merupakan area pemukiman padat dengan aktivitas komunikasi yang tinggi. Lokasi ini memiliki posisi strategis di pertemuan beberapa jalur utama seperti Jl. Sarasa, Jl. Raya Edelweiss, serta akses menuju beberapa kompleks perumahan baru yang sedang berkembang. Berdasarkan analisis trafik data, area ini memiliki tingkat kepadatan pengguna yang signifikan, terutama pada jam sibuk karena tingginya penggunaan layanan internet untuk keperluan sehari-hari. Selain itu, posisi *site* yang dekat dengan gerbang perumahan juga memudahkan distribusi sinyal ke area sekitar termasuk Perumahan Pesona Gading Cibitung 1 serta area komersial di sekitarnya. Hasil penempatan *new site* ini menghasilkan koordinat dengan *Longitude* 107,103167 dan *Latitude* -6,247551 serta tinggi BTS atau *eNodeB* 35 meter, dengan menempatkan *Azimuth* pada tiga sektor yang pertama 20, kedua 140 dan ketiga pada 260.

Penempatan *new site* 9 berada di kawasan pemukiman padat Perumahan Puri Lestari. Area ini memiliki konsentrasi pengguna yang tinggi dengan kebutuhan akses data besar karena aktivitas penduduk sehari-hari, termasuk penggunaan layanan digital dan komunikasi berbasis internet. Lokasi *site* berada di titik strategis yang dikelilingi oleh jalan utama seperti, Jl. Puri Lestari Utama, dekat dengan pusat aktivitas masyarakat seperti Area komersial, Klinik Hanania, dan beberapa tempat ibadah. Serta penempatan *site* ini memudahkan distribusi sinyal ke perumahan terdekat yang cukup besar juga yaitu Perumahan Gramapuri Persada. Hasil penempatan *new site* ini menghasilkan koordinat dengan *Longitude* 107,137758 dan *Latitude* -6,235401 serta tinggi BTS atau *eNodeB* 35 meter, dengan menempatkan *Azimuth* pada tiga sektor yang pertama 60, kedua 180 dan ketiga pada 300.

Penempatan *new site* 10 berada di kawasan pemukiman padat di sekitar Perumahan Kirana Cikarang yang memiliki kebutuhan layanan komunikasi cukup tinggi. Selain itu, keberadaan fasilitas umum seperti Puskesmas Wanajaya, lapangan bulu tangkis, pasar, serta akses ke beberapa perumahan besar seperti Kirana Cibitung dan Taman Kirana menambah urgensi penguatan sinyal di wilayah ini. Posisi *site* juga strategis karena berada di tengah area dengan tingkat aktivitas masyarakat tinggi, sehingga mampu mendukung kebutuhan jaringan baik untuk komunikasi sehari-hari maupun aktivitas ekonomi. Hasil penempatan *new site* ini menghasilkan koordinat dengan *Longitude* 107,113544 dan *Latitude* -6,246312 serta tinggi BTS atau *eNodeB* 35 meter. Dengan menempatkan *Azimuth* pada tiga sektor yang pertama 60, kedua 180 dan ketiga pada 300.

Optimasi Jaringan 4G LTE Menggunakan Metode Coverage Planning dengan Frekuensi 1800 MHz di Kecamatan Cibitung

(Ni Ketut Hariyawati Dharmi, Reza Zanarsyah Putra, Fauzia haz : Halaman 122 - 136)

Penempatan *new site* 11 berada di area sekitar yang didominasi oleh pemukiman serta adanya fasilitas umum seperti Puskesmas Cibuntu dan institusi pendidikan Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi. Selain itu, lokasi ini memiliki akses yang strategis ke jalan utama yang menghubungkan kawasan pemukiman dengan area industri di sekitar Cibitung–Setu. Penempatan *new site* ini bertujuan untuk optimalisasi atau *blank spot* pada perencanaan sehingga pembangunan *site* baru diperlukan untuk meningkatkan kualitas jaringan telekomunikasi. Hasil penempatan *new site* ini menghasilkan koordinat dengan *Longitude* 107,063519 dan *Latitude* -6,303685 serta tinggi BTS atau *eNodeB* 35 meter, dengan menempatkan *Azimuth* pada tiga sektor yang pertama 60, kedua 180 dan ketiga pada 300.

Penempatan *new site* 12 berada di area sekitar yang didominasi oleh pemukiman serta adanya fasilitas umum seperti Lapangan Sepak Bola (Bintang Muda) dan institusi pendidikan Sekolah Tinggi Transportasi Darat. Selain itu, lokasi ini cukup menunjang jalan utama Cibitung–Setu. Penempatan *new site* ini bertujuan untuk optimalisasi atau *blank spot* pada optimasi sehingga pembangunan *site* baru diperlukan untuk meningkatkan kualitas jaringan telekomunikasi. Hasil penempatan *new site* ini menghasilkan koordinat dengan *Longitude* 107,064621 dan *Latitude* -6,29069 serta tinggi BTS atau *eNodeB* 35 meter, dengan menempatkan *Azimuth* pada tiga sektor yang pertama 60, kedua 180 dan ketiga pada 300.

Penempatan *new site* 13 berada di area pemukiman yang tingkat kepadatannya rendah namun terdapat Jl. Tol MBZ, serta beberapa perusahaan seperti AMP PT. Marga Sarana Raya dan PT. Leli Duta Trans. Penempatan *new site* ini bertujuan untuk optimalisasi atau *blank spot* pada optimasi sehingga pembangunan *site* baru di titik ini diperlukan untuk meningkatkan kualitas jaringan telekomunikasi. Hasil penempatan *New site* ini menghasilkan koordinat dengan *Longitude* 107,066672 dan *Latitude* -6,282473 serta tinggi BTS atau *eNodeB* 35 meter, dengan menempatkan *Azimuth* pada tiga sektor yang pertama 80, kedua 200 dan ketiga pada 320.

Penempatan *new site* 14 berada di area pemukiman padat serta dikelilingi oleh beberapa perusahaan yaitu PT. Cipta Aneka Agung, PT. Suri Nusantara, dan juga beberapa fasilitas umum seperti Masjid Ar-Ridhwan, Gor Anda Bandminton. Lokasi ini memungkinkan potensi peningkatan penggunaannya sehingga penambahan *site* di titik ini akan menunjang jaringan yang baik dan stabil. Hasil penempatan *new site* ini menghasilkan koordinat dengan *Longitude* 107,079311 dan *Latitude* -6,273622 serta tinggi BTS atau *eNodeB* 35 meter, dengan menempatkan *Azimuth* pada tiga sektor yang pertama 60, kedua 180 dan ketiga pada 300.

Penempatan *new site* 15 berada di kawasan pemukiman padat Perumahan Metland Tambun. Area ini memiliki konsentrasi pengguna yang tinggi dengan kebutuhan akses data besar karena aktivitas penduduk sehari-hari. Lokasi *site* berada di titik strategis yang dikelilingi oleh jalan utama perumahan seperti Jl. Biduri Raya, beberapa area komersial, Masjid Al-Kautsar, dan Gor Tambun. Hasil penempatan *new site* ini menghasilkan koordinat dengan *Longitude* 107,071611 dan *Latitude* -6,274074 serta tinggi BTS atau *eNodeB* 35 meter, dengan menempatkan *Azimuth* pada tiga sektor yang pertama 20, kedua 140 dan ketiga pada 260.

Penempatan *new site* 16 berada di kawasan Perumahan Logam Bangun Setia 2 yang memiliki kepadatan penduduk tinggi serta didominasi oleh area pemukiman padat. Lokasi ini juga berada di dekat fasilitas umum seperti minimarket, musholla, dan akses jalan utama yang menghubungkan perumahan dengan wilayah sekitar. Hasil penempatan *new site* ini menghasilkan koordinat dengan *Longitude* 107,105511 dan *Latitude* -6,212346 serta tinggi BTS atau *eNodeB* 35 meter, dengan menempatkan *Azimuth* pada tiga sektor yang pertama 20, kedua 140 dan ketiga pada 260.

Penempatan *new site* 17 berada di kawasan perumahan padat penduduk yang berada di sekitar Bumi Sakinah 4 Muktiwari dan Perumahan Berkah. Lokasi ini strategis karena berada di dekat jalur akses utama yang menghubungkan beberapa kompleks perumahan, serta berada pada area yang sebelumnya teridentifikasi memiliki potensi *blank spot*. Selain itu, posisi *site* yang berdekatan dengan fasilitas umum seperti tempat kebugaran dan toko bangunan memungkinkan cakupan sinyal dapat mendukung aktivitas komunikasi dan layanan digital masyarakat sekitar. Hasil penempatan *new site* ini menghasilkan koordinat dengan *Longitude* 107,095995 dan *Latitude* -6,222168 serta tinggi BTS atau *eNodeB* 35 meter, dengan menempatkan *Azimuth* pada tiga sektor yang pertama 60, kedua 180 dan ketiga pada 300.

Penempatan *new site* 18 berada di kawasan pemukiman padat Perumahan Gramapuri Cikarang, khususnya di sekitar Jl. Edelweis 7 dan Jl. Hanyutangi Raya, yang memiliki aktivitas masyarakat cukup tinggi. Di area ini terdapat berbagai fasilitas umum dan komersial seperti Masjid Jami Hamzah, Gedung Serbaguna Gramapuri Persada, Satria Gym Club Gramapuri, serta Dagger Vape Gramapuri Persada yang menjadi pusat interaksi warga. Selain itu, di sekitarnya juga Gor Gramapuri Persada, dan beberapa toko serta warung makan yang menunjang kebutuhan harian warga. Hasil penempatan *new site* ini

menghasilkan koordinat dengan *Longitude* 107,143036 dan *Latitude* -6,24294 serta tinggi BTS atau *eNodeB* 35 meter, dengan menempatkan *Azimuth* pada tiga sektor yang pertama 20, kedua 140 dan ketiga pada 260.

Penempatan *new site* 19 berada di kawasan perumahan padat penduduk dan fasilitas umum di Desa Kertamukti. *Site* ini berada di dekat Perumahan AsriNet Cibitung, Perumahan Griya Hasanah Kertamukti, dan Perumahan Kertamukti Asri Residence yang memiliki jumlah penduduk cukup tinggi. Selain itu, di sekitar lokasi juga terdapat beberapa fasilitas penting seperti Kantor Desa Kertamukti, Lapangan Desa Kertamukti, dan toko komersial yang melayani kebutuhan harian warga. Hasil penempatan *new site* ini menghasilkan koordinat dengan *Longitude* 107,11229 dan *Latitude* -6,22294 serta tinggi BTS atau *eNodeB* 35 meter, dengan menempatkan *Azimuth* pada tiga sektor yang pertama 60, kedua 180 dan ketiga pada 300.

Penempatan *new site* 20 berada di kawasan yang menghubungkan beberapa kompleks perumahan padat penduduk dan area komersial di wilayah Cibitung. *Site* ini terletak di dekat Perumahan Tirta Alam Cibitung dan Galaxy Prima Residence, serta lokasi ini juga berada dekat dengan Jl. Raya Kali CBL yang merupakan jalur penghubung antar wilayah, sehingga dapat memberikan cakupan jaringan yang baik bagi pengguna yang melintas. Hasil penempatan *new site* ini menghasilkan koordinat dengan *Longitude* 107,108729 dan *Latitude* -6,232144 serta tinggi BTS atau *eNodeB* 35 meter, dengan menempatkan *Azimuth* pada tiga sektor yang pertama 20, kedua 140 dan ketiga pada 260.

Penempatan *new site* 21 berada di kawasan Perumahan Permata Muktiwari Residence yang strategis untuk memperluas cakupan sinyal di wilayah dengan pertumbuhan penduduk yang cepat. Lokasi ini dikelilingi oleh berbagai fasilitas dan area perumahan seperti Masjid An-Nur Permata Muktiwari Residence, dan beberapa usaha lokal. Lokasi ini juga berada di area pengembangan pemukiman baru yang berpotensi mengalami peningkatan jumlah pengguna dalam beberapa tahun ke depan, sehingga diperlukan sinyal yang stabil untuk mendukung aktivitas komunikasi sehari-hari dan melengkapi kebutuhan area *blank spot*. Hasil penempatan *new site* ini menghasilkan koordinat dengan *Longitude* 107,09964 dan *Latitude* -6,210558 serta tinggi BTS atau *eNodeB* 35 meter, dengan menempatkan *Azimuth* pada tiga sektor yang pertama 20, kedua 140 dan ketiga pada 260.

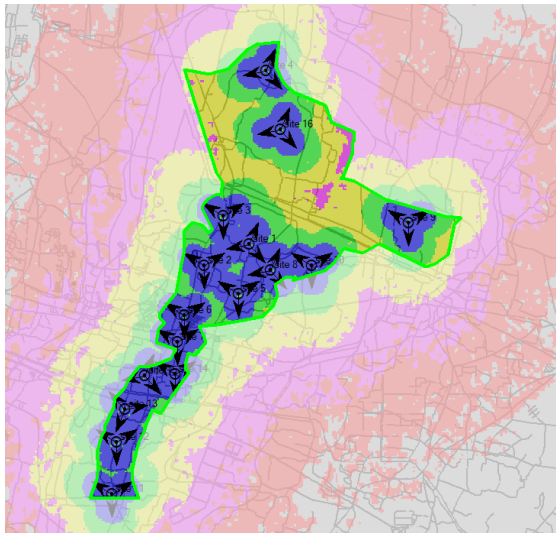
C. Hasil dan Analisis Coverage

Hasil simulasi menggunakan *software Atoll* setelah dilakukannya optimasi dan penempatan *new site* menggunakan metode *coverage planning* dengan model propagasi Okumura-Hata di area Kecamatan Cibitung ditunjukkan pada Gambar 25, sementara hasil simulasi menggunakan *software Atoll* setelah dilakukannya optimasi dan penempatan *new site* menggunakan metode *coverage planning* dengan model propagasi Cost-231 di area Kecamatan Cibitung ditunjukkan pada Gambar 26.

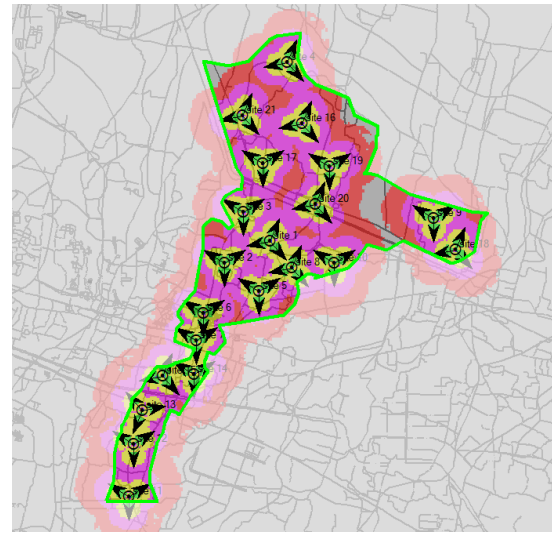
Berdasarkan hasil simulasi menggunakan model propagasi Okumura-Hata pada *software Atoll* dengan jumlah 16 *site* yang didapat dari perhitungan kebutuhan cakupan wilayah, diperoleh distribusi sinyal berdasarkan parameter RSRP untuk wilayah Kecamatan Cibitung yang memiliki luas 35,79 km² dengan karakteristik kepadatan urban. Hasil simulasi ini memperlihatkan perbedaan kualitas sinyal pada berbagai rentang nilai *decibel milliwatts* (dBm), yang direpresentasikan melalui variasi warna *legend Atoll* pada Tabel 6. Berdasarkan hasil simulasi menggunakan model propagasi Cost-231 pada *software Atoll* dengan jumlah 21 *site* yang didapat dari perhitungan kebutuhan cakupan wilayah, diperoleh distribusi sinyal berdasarkan parameter RSRP untuk wilayah Kecamatan Cibitung yang memiliki luas 35,79 km² dengan karakteristik kepadatan urban. Hasil simulasi ini memperlihatkan perbedaan kualitas sinyal pada berbagai rentang nilai *decibel milliwatts* (dBm), yang direpresentasikan melalui variasi warna *legend Atoll* pada Tabel 6.

Optimasi Jaringan 4G LTE Menggunakan Metode Coverage Planning dengan Frekuensi 1800 MHz di Kecamatan Cibitung

(Ni Ketut Hariyawati Dharmi, Reza Zanarsyah Putra, Fauzia haz : Halaman 122 - 136)



Gambar 25 Hasil Simulasi Coverage Propagasi Okumura-Hata berdasarkan Software Atoll pada wilayah Kecamatan Cibitung



Gambar 26 Hasil Simulasi Coverage Cost-231 berdasarkan Software Atoll pada wilayah Kecamatan Cibitung

Pada Tabel 6 disajikan hasil perbandingan kalkulasi luas cakupan jaringan yang diperoleh dari dua model propagasi, yaitu Okumura-Hata dan Cost-231. Perhitungan ini dilakukan pada wilayah Kecamatan Cibitung yang memiliki karakteristik urban dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi serta total luas wilayah mencapai 35,79 km². Hasil cakupan dari masing-masing model propagasi tersebut divisualisasikan melalui representasi warna pada legend perangkat lunak *Atoll*, sehingga memudahkan dalam mengidentifikasi perbedaan kualitas sinyal di setiap area. Melalui visualisasi ini dapat diketahui seberapa luas area yang tercakup dengan kualitas sinyal tertentu, sekaligus menunjukkan variasi distribusi sinyal yang dihasilkan oleh kedua model propagasi.

Tabel 6 Hasil kalkulasi perbandingan model propagasi Okumura-Hata dengan Cost-231

Legend	Range RSRP	Okumura-Hata		Cost-231	
		Surface (km ²)	% of Covered Area	Surface (km ²)	% of Covered Area
	(-80 ≤ RSRP < 0 dBm)	17,808	49,667%	0,11	0,322%
	(-90 ≤ RSRP < -80 dBm)	8,815	24,585%	3,933	11,684%
	(-100 ≤ RSRP < -90 dBm)	8,498	23,701%	10,878	31,83%
	(-110 ≤ RSRP < -100 dBm)	0,735	2,05%	13,165	38,522%
	(-120 ≤ RSRP < -110 dBm)	0	0%	6,03	17,644%
Total		35,855 km²	100%	34,175 km²	95,5%
	RSRP > -100 dBm	35,120	97,95%	14,921	41,85%
	RSRP < -100 dBm	0,735	2,05%	19,195	53,65%

Berdasarkan Tabel 6, hasil perbandingan model propagasi Okumura-Hata dan Cost-231 menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan dalam memprediksi cakupan sinyal RSRP di wilayah penelitian. Pada rentang (-80 ≤ RSRP < 0 dBm), model Okumura-Hata menghasilkan cakupan yang sangat dominan, yaitu sebesar 17,808 km² atau 49,67% dari total wilayah, sedangkan model Cost-Hata hanya memprediksi 0,11 km² atau 0,322%. Hal ini menunjukkan bahwa model Okumura-Hata cenderung memberikan estimasi sinyal kuat yang lebih luas dibandingkan Cost-231. Pada rentang (-90 ≤ RSRP < -80 dBm), kedua model menunjukkan hasil yang relatif seimbang, yaitu 8,81 km² (24,585%) untuk Okumura-Hata dan 3,933 km² (11,68%) untuk Cost-231. Pada rentang (-100 ≤ RSRP < -90 dBm), di mana Okumura-Hata hanya memprediksi 8,498 km² (23,702%), sedangkan Cost-231 memprediksi jauh lebih besar, yaitu 10,878 km² (31,83%). Perbedaan signifikan terlihat pada rentang (-110 ≤ RSRP < -100 dBm), di mana Okumura-Hata hanya memprediksi 0,735 km² (2,05%), sementara Cost-231 mencapai 13,165 km² (38,522%).

Bahkan pada rentang ($-120 \leq \text{RSRP} < -110$ dBm), Okumura-Hata tidak memprediksi cakupan sama sekali, sedangkan Cost-Hata masih memprediksi cukup besar yaitu 6,03 km² (17,64%). Secara total, cakupan dengan $\text{RSRP} \geq -100$ dBm pada model Okumura-Hata mencapai 35,120 km² atau 97,95% dari wilayah, sedangkan pada model Cost-231 hanya 14,921 km² atau 41,85%. Cakupan dengan $\text{RSRP} < -100$ dBm pada Okumura-Hata hampir nol (0,735%), sementara pada Cost-Hata mencapai 53,65%. Dari hasil simulasi tersebut dapat diketahui bahwa hasil dari model propagasi Okumura-Hata cukup baik digunakan dalam optimasi jaringan ini karena masih memiliki keunggulan dalam hal estimasi cakupan sinyal secara makro seperti sifatnya yang memberikan cakupan sinyal luas dan memprediksi area layanan secara menyeluruh. Dengan begitu perencanaan optimasi jaringan, model ini dapat membantu operator atau perencana jaringan menentukan estimasi jumlah *site* awal yang dibutuhkan lebih proporsional dan realistis, karena mampu menunjukkan distribusi cakupan dengan porsi sinyal baik yang lebih dominan serta area sinyal lemah yang relatif kecil. Sedangkan Cost-231 masih menunjukkan hasil cakupan yang terlalu jauh dari harapan karena lebih dominannya sinyal lemah dibanding sinyal kuat meski memiliki jumlah BTS yang lebih banyak, diketahui juga bahwa model propagasi ini merupakan pembaruan dari model propagasi okumura, lebih presisi dan akurat terhadap kondisi lapangan dalam mempertimbangkan berbagai hambatan fisik, seperti ketinggian atau kepadatan bangunan, dan jenis permukaan, sehingga hal tersebut dapat menyebabkan terjadinya pelemahan sinyal.

IV. KESIMPULAN

Pada optimasi jaringan 4G di wilayah Kecamatan Cibitung menggunakan metode *coverage planning* dengan luas wilayah 35,79 km² dan karakteristik urban, hasil perhitungan berdasarkan masing-masing propagasi menunjukkan kebutuhan jumlah *site* sebesar 16 *site* untuk model propagasi Okumura-Hata dan 21 *site* untuk model propagasi Cost-231. Jumlah ini dihitung berdasarkan luas cakupan tiap sel, jarak jangkauan sinyal, dan faktor lingkungan. Perbedaan jumlah *site* ini menunjukkan bahwa pemilihan model propagasi berpengaruh signifikan terhadap estimasi kebutuhan infrastruktur jaringan. Berdasarkan parameter *Reference Signal Received Power* (RSRP), hasil perbandingan antara model propagasi Okumura-Hata dan model propagasi Cost-231 menunjukkan terjadinya perbedaan yang cukup signifikan dalam cakupan area atau kualitas level sinyal. cakupan dengan kualitas baik $\text{RSRP} \geq -100$ dBm pada model Okumura-Hata mencapai 35,120 km² atau 97,95% dari wilayah, sedangkan pada model Cost-231 hanya 14,921 km² atau 41,85%. Model propagasi Okumura-Hata cukup baik digunakan dalam optimasi jaringan ini karena masih memiliki keunggulan dalam hal estimasi cakupan sinyal secara makro seperti sifatnya yang memberikan cakupan sinyal luas dan memprediksi area layanan secara menyeluruh, sedangkan Cost-231 masih menunjukkan hasil cakupan yang terlalu jauh dari harapan karena lebih dominannya sinyal lemah dibanding sinyal kuat meski memiliki jumlah BTS yang lebih banyak. Diketahui juga bahwa model propagasi ini merupakan pembaruan dari model propagasi Okumura-Hata, lebih presisi dan akurat terhadap kondisi lapangan dalam mempertimbangkan berbagai hambatan fisik, seperti ketinggian atau kepadatan bangunan, dan jenis permukaan, sehingga hal tersebut dapat menyebabkan terjadinya pelemahan sinyal.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat diimplementasikan oleh operator telekomunikasi di lapangan secara langsung guna menunjang kebutuhan akan layanan jaringan yang masih belum ter-cover dari keseluruhan wilayah sehingga dapat memfasilitasi penduduk dengan kualitas jaringan yang baik dan merata. Pengembangan pada penelitian berikutnya yaitu dilakukannya simulasi lanjutan menggunakan model propagasi lainnya, seperti model propagasi 3GPP untuk melihat perbandingan performa cakupan jaringan yang lebih lengkap. Pengembangan pada penelitian berikutnya juga dapat dikembangkan dengan metode *capacity planning* agar optimasi jaringan tidak hanya mempertimbangkan cakupan wilayah, tetapi juga kebutuhan kapasitas lalu lintas data pengguna. Dengan metode tersebut, jumlah *site* yang direncanakan dapat lebih disesuaikan dengan jumlah penduduk, kepadatan trafik, pola penggunaan data, serta proyeksi pertumbuhan layanan internet di wilayah Kecamatan Cibitung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Yuliana, S. Basuki, and S. U. Prini, "Optimization of Low *Site* Density Area for 4G Network in Urban City," *J. Elektron. dan Telekomun.*, vol. 21, no. 2, p. 98, 2021, doi: 10.14203/jet.v21.98-103.
- [2] P. Tanjakan and M. Tangerang, "3 1,2,3," vol. 6, no. 1, pp. 208–216, 2019.
- [3] E. Budiman, U. Hairah, P. Studi Informatika Fakultas Teknik Universitas Mulawarman, S. -Kalimantan Timur, and J. Kuaro Kampus Gunung Kelua Unmul, "Kinerja Jaringan 4G LTE Operator Mobile di Ibukota Kalimantan Timur dimasa Pandemi Covid19 Mobile Operator 4G Network Performance in Capital of East Kalimantan during the Covid19 Pandemic", doi: 10.30818/jpkm.2021.

Optimasi Jaringan 4G LTE Menggunakan Metode Coverage Planning dengan Frekuensi 1800 MHz di Kecamatan Cibitung

(Ni Ketut Hariyawati Dharmi, Reza Zanarsyah Putra, Fauzia haz : Halaman 122 - 136)

- [4] Achmad Aznul Putratama, "Optimasi Optimalisasi Jaringan 4g Lte Fdd 1800 MHz Berdasarkan *Link budget* Di Universitas Hasanuddin," 2022.
- [5] T. G. A. S. Putra, P. K. Sudiarta, I. G. A. K. Diafari, and J. T. Elektro, "Analisis Pengaruh Model Propagasi dan Perubahan Tilt Antena Terhadap *Coverage Area* Sistem Long Term Evolution Menggunakan Software *Atoll*," 2015.
- [6] M. I. MI and Y. Saragih, "Perancangan Jaringan Fiber To the Home (Ftth) Menggunakan Aplikasi Google Earth Pro," *Aisyah J. Informatics Electr. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 49–57, 2023, doi: 10.30604/jti.v5i1.133.
- [7] M. Saiful Bayudin *et al.*, "Pengujian Drive Test Untuk Menentukan Kualitas Layanan Jaringan 4G LTE Di Kota Lhokseumawe," *J. Tektro*, vol. 5, no. 1, p. 64, 2021.
- [8] R. Efriyendro and Y. Rahayu, "Analisa Perbandingan Kuat Sinyal 4G LTE Antara Operator Telkomsel dan XL AXIATA Berdasarkan Paramater Drive Test Menggunakan Software G-NetTrack Pro Di Area Jalan Protokol Panam," *J. Online Mhs.*, vol. 4, no. 2, pp. 1–9, 2017.