

Metode *Cell Splitting* pada Perencanaan *Microcell* untuk Meningkatkan Performansi Jaringan LTE

FIQHI ANUGERAH, HASANAH PUTRI

Program Studi D3 Teknik Telekomunikasi Telkom University
Email : fiqhianugERAH98@gmail.com

Received 3 Februari 2020 | *Revised* 30 Maret 2020 | *Accepted* 10 Mei 2020

ABSTRAK

Berdasarkan hasil survei dan drive test menggunakan standar operator 3 di wilayah Jalan Kebon Kopi, Kota Cimahi, bahwa nilai parameter LTE yang diperoleh masuk kategori buruk. Hal ini ditunjukkan oleh nilai parameter RSRP < -90 dBm, SINR < 5 dB, dan throughput < 1 Mbps. Selain itu dari identifikasi Operating Support System (OSS) operator 3 menunjukkan bahwa konsumsi trafik telekomunikasi di wilayah tersebut tinggi. Oleh sebab itu dilakukan perencanaan microcell pada band 3 FDD LTE 1800 MHz menggunakan metode cell splitting. Metode cell splitting ini berperan dalam menghasilkan sel-sel baru dan menyediakan lebih banyak kanal guna memperbaiki performansi serta meningkatkan kapasitas jaringan LTE. Hasil simulasi perencanaan menunjukkan peningkatan nilai rata-rata RSRP sebesar 8,28 dBm, SINR sebesar 3,6 dB, dan throughput sebesar 1.475 Mbps.

Kata kunci: kota Cimahi, microcell, cell splitting, LTE, performansi

ABSTRACT

Based on survey results and drive tests using the operator 3 standard in the Kebon Kopi Street area, Cimahi City, the LTE parameter values obtained are in the bad category. This is indicated by RSRP parameter values <-90 dBm, SINR <5 dB, and throughput <1 Mbps. Besides that, from the identification of the Operating Support System (OSS) the operator 3 shows that consumption of telecommunications traffic in the region is high. Therefore, microcell planning on the 3 band FDD LTE 1800 MHz was carried out using the cell splitting method. This cell splitting method plays a role in generating new cells and providing more channels to improve performance and increase LTE network capacity. Planning simulation results show an increase in the average RSRP value of 8.28 dBm, SINR of 3.6 dB, and throughput of 1.475 Mbps.

Keywords: Cimahi city, microcell, cell splitting, LTE, performance

1. PENDAHULUAN

Kota Cimahi merupakan *potential market* untuk provider seluler, khususnya di area Jalan Kebon Kopi. Daerah Kebon Kopi memiliki jumlah masyarakat yang padat, terdapat pusat perniagaan, dan lokasi perbatasan antara Kota Cimahi dan Kota Bandung. Hal ini menjadikan wilayah ini ramai pengunjung yang berasal dari dalam maupun luar Kota Cimahi. Dikarenakan hal tersebut maka aktivitas komunikasi yang ada di wilayah ini harus diimbangi dengan ketersediaan kanal trafik yang memadai, khususnya dalam layanan data. Berdasarkan data OSS operator 3 diketahui bahwa terjadi permasalahan performansi jaringan yang disebabkan oleh kebutuhan kapasitas jaringan LTE yang terus meningkat sehingga berdampak pada buruknya kualitas dan *throughput* yang diterima. Selain itu, di wilayah tersebut sudah tidak memungkinkan lagi untuk membangun *macrocell* baru karena membutuhkan wilayah yang cukup luas serta Izin Mendirikan Bangunan (IMB) juga tidak memungkinkan diperoleh oleh pihak operator karena kondisi wilayah yang sudah cukup padat.

Ada tiga langkah dalam meningkatkan kapasitas jaringan seluler. Langkah pertama yaitu dengan menerapkan ukuran sel yang lebih kecil, langkah kedua yaitu dengan meningkatkan *bandwidth*, dan langkah terakhir yaitu dengan meningkatkan ataupun memperbaiki (*upgrade*) teknologi komunikasi yang sedang digunakan **(Cox, 2014) (Rappaport, 2006) (V. H. Mac Donald, 2008)**. Namun, langkah kedua dan ketiga sangat tidak mungkin dilakukan karena ketersediaan *bandwidth* yang terbatas dan pembaharuan teknologi membutuhkan waktu yang cukup lama. Melihat kondisi tersebut, langkah paling efektif yang dapat dilakukan yaitu dengan menerapkan ukuran sel yang lebih kecil dengan membangun sebuah *microcell* dengan radius cakupan 500 m - 1000 m **(Muryono, dkk, 2013) (Nugroho, dkk, 2015) (Ohaneme, dkk, 2012) (Wang, dkk, 2018)**.

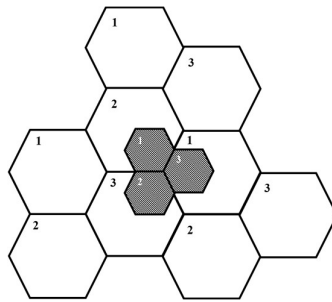
Pada penelitian ini dilakukan perencanaan *microcell* pada jaringan LTE 1800 MHz menggunakan metode *cell splitting* di wilayah Jalan Kebon Kopi, Kota Cimahi. Prinsip kerja dari *cell splitting* sendiri yaitu dengan memecah sebuah sel besar dengan intensitas komunikasi yang padat menjadi sel-sel yang lebih kecil dan menempatkannya di antara sel-sel yang sudah ada **(Lu, dkk, 2013) (Sunomo, 2003) (Wahyudin, dkk, 2019)**. Setiap sel pecahan ini memiliki *site* sendiri dengan daya pancar dan ketinggian antena yang lebih rendah. Maka dari itu, dengan menerapkan metode ini diharapkan dapat menambah jumlah sel dan berdampak pada peningkatan kualitas dan kapasitas jaringan, serta menangani *low throughput cell* di wilayah Jalan Kebon Kopi, Kota Cimahi.

2. METODOLOGI

2.1 *Cell Splitting*

Cell splitting adalah metode pemecahan sebuah sel besar dengan intensitas komunikasi yang padat menjadi sel-sel yang lebih kecil dan menempatkannya di antara sel-sel yang sudah ada. Setiap sel pecahan ini masing-masing memiliki *base station* sendiri dengan daya pancar dan ketinggian antena yang lebih rendah. Penerapan metode ini dapat meningkatkan kapasitas sistem seluler dengan bertambahnya jumlah kanal per satuan wilayah karena metode ini akan membentuk sel baru dengan pola perulangan yang mengikuti pola aslinya **(Cox, 2014) (Nugroho, dkk, 2015)**. Dalam hal ini, jika setiap sel diperkecil dengan jangkauan radius setengah dari radius semula maka untuk mencakup keseluruhan wilayah dengan sel-sel yang lebih kecil ini akan membutuhkan sekitar empat kali dari jumlah sel semula.

Dalam penerapan metode ini, tidak semua sel dipecah menjadi sel yang lebih kecil karena sangat tidak mungkin mencari kondisi ideal untuk melakukan pemecahan sel. Pemecahan sel yang semakin banyak dapat membuat sistem menjadi lebih kompleks, seperti pengaturan jarak minimum untuk memperoleh C/I yang optimal serta faktor *handover*. Semakin kecil jarak antar sel maka semakin kompleks proses *handover* untuk pengguna yang bergerak dengan kecepatan tinggi.



Gambar 1. Cell Splitting

Gambar 1 menunjukkan bahwa perbatasan antara sel nomor 1, nomor 2, dan nomor 3 dari masing-masing kluster akan dipecah menjadi sel yang lebih kecil karena intensitas komunikasi pada sel di lokasi tersebut sudah sangat padat. Sel pecahan ini juga diberi nomor 1, 2, dan 3 sesuai dengan model kluster tiga ($N = 3$) disebabkan karena jarak pisah yang relatif seimbang terhadap sel-sel tetangganya (Putra, 2017) (Wardhana, 2015).

2.2 Physical Tuning

Physical tuning merupakan salah satu langkah optimasi yang dilakukan dengan mengubah atau mengatur perangkat fisik pada jaringan. Mekanisme yang dapat dilakukan dengan langkah ini yaitu *adjustment height*, mengatur *tilting*, dan mengatur *azimuth* pada sektor antena sebuah *site*. Perencanaan *tilting* dapat diperkirakan bergantung dari tinggi antena yang ditentukan, target cakupan, dan jarak antar *site*. *Tilting* antena terdiri atas *mechanical tilting* dan *electrical tilting* (untuk beberapa tipe tertentu tidak memiliki *electrical tilting*). Perubahan pada *mechanical tilting* berdampak lebih besar dibandingkan *electrical tilting*. Hal ini disebabkan karena dengan mengubah nilai *mechanical tilting* berarti mengubah secara fisik kemiringan suatu antena sedangkan perubahan *electrical tilting* adalah mengubah polarisasi karakteristik fasa dari suatu antena. Nilai *mechanical tilting* dapat diperoleh menggunakan Persamaan (1) (Wang, dkk, 2007) dan ilustrasinya dapat dilihat pada Gambar 2.

$$Tilt = \tan^{-1} \left(\frac{H_b - H_m}{d} \right) \quad (1)$$

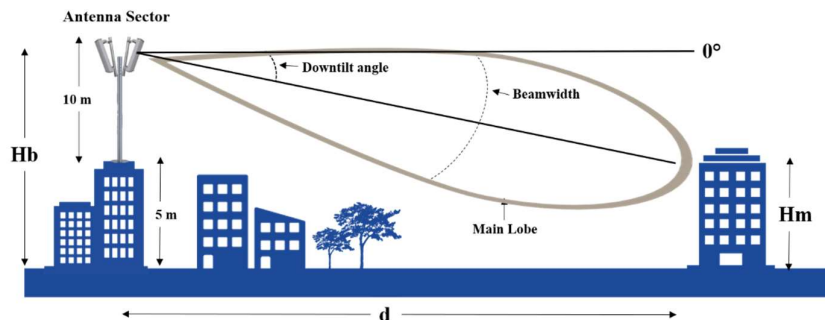
Keterangan:

H_b (m) : *Antenna height (Tx)*

H_m (m) : *Destination height (Rx)*

d (m) : *Distance between Tx and Rx*

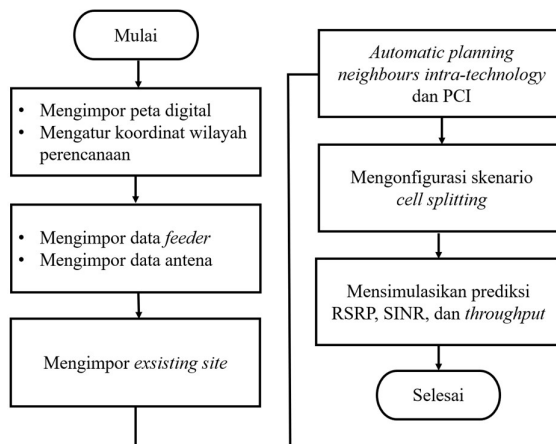
Perencanaan *azimuth* dapat diperkirakan dengan mempertimbangkan target cakupan dan dari sisi pemasaran, yakni antena perlu diarahkan ke wilayah potensial seperti jalan raya, perumahan masyarakat, rumah sakit, gedung perkantoran, gedung perkuliahan, dan sebagainya.



Gambar 2. Mechanical Tilting

Perencanaan *microcell* ini dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahap pertama yaitu mengidentifikasi spesifikasi *microcell* yang digunakan dalam perhitungan jumlah *site* (*microcell*). Perhitungan ini dilakukan melalui pendekatan *coverage planning* berdasarkan standar Huawei. Setelah hasil tersebut diperoleh, dilanjutkan dengan penentuan titik koordinat peletakan *site* yang diidentifikasi melalui kondisi lapangan serta *Timing Advanced* (TA) sebagai data pendukung. Tahap terakhir yaitu menentukan nilai *tilt* dan *azimuth* pada *microcell* sebelum dilakukan simulasi.

Simulasi perencanaan ini juga dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahap pertama yaitu mengimpor peta digital untuk wilayah Jawa Barat serta mengatur letak koordinat wilayah perencanaan yang disesuaikan dengan koordinat Kota Cimahi, yaitu WGS 84/UTM Zone 48S. Selanjutnya, mengimpor data *existing site*, *feeder*, dan antena, yang diperoleh dari *engineering parameter* operator 3. Kemudian, mengalokasikan *neighbours intra-technology*, *channel*, dan PCI secara berurutan yang dapat dilakukan secara otomatis pada *software Atoll 3.3*. Lalu, dilanjutkan dengan mengonfigurasi skenario *cell splitting* yang dilakukan dengan cara mengubah nilai *tilt* dan *azimuth*, baik pada *neighbours* maupun pada *microcell*. Tahap terakhir yaitu melakukan simulasi dan analisis perencanaan untuk prediksi *Reference Signal Receive Power* (RSRP), *Signal Interference to Noise Ratio* (SINR), dan *throughput*, berdasarkan standar operator 3. Dengan demikian, dapat terlihat kondisi wilayah perencanaan setelah dilakukan simulasi untuk ketiga parameter tersebut. Diagram alir simulasi perencanaan ini ditunjukkan pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Diagram Alir Perencanaan *Cell Splitting*

2.3 Identifikasi Wilayah dan Pengguna

Secara geografis, Jalan Kebon Kopi terletak di Kelurahan Cibereum, Kecamatan Cimahi Selatan, Kota Cimahi. Wilayah ini dikategorikan sebagai wilayah *urban* karena belum didominasi dengan bangunan bertingkat tinggi serta belum terdapat banyak hambatan yang dapat mempengaruhi kualitas sinyal terima. Pada tahun 2019, penduduk Kelurahan Cibereum tercatat sekitar 58.995 jiwa dengan luas wilayah 274,71 Ha, yang berarti memiliki tingkat kepadatan 205 jiwa/Ha. Informasi tersebut diperoleh dari laporan kependudukan Kelurahan Cibereum periode Februari 2019 dan data kependudukan Jalan Kebon Kopi dapat ditunjukkan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Data Kependudukan Kelurahan Cibereum Tahun 2019

RW	Laki-laki (jiwa)	Perempuan (jiwa)	Total (jiwa)
04	1082	1149	2231
05	1387	1294	2681
06	619	509	1128
07	1205	1113	2318
08	1140	990	2130
09	1310	1292	2602
27	1033	979	2012
Jumlah	7776	7326	15102

Dari data kependudukan Jalan Kebon Kopi tersebut, dapat diestimasikan jumlah pengguna LTE operator 3 untuk tahun 2019 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Estimasi Pengguna LTE Tahun 2019

Parameter	Persentase (%)	Jumlah (jiwa)
Total Populasi	100	15.102
Populasi usia produktif (15 s.d 60 tahun)	80	12.082
Pengguna telepon seluler	100	12.082
Pengguna operator 3	7	846
Pengguna LTE operator 3	80	677

Setelah memperoleh estimasi jumlah pengguna LTE di tahun 2019, kemudian dapat dilakukan perhitungan estimasi kembali untuk lima tahun ke depan, yakni pada tahun 2024. Perhitungan tersebut dapat dilakukan menggunakan Persamaan (2) (**Putra, 2017**) dan hasilnya dapat ditunjukkan pada Tabel 3.

$$P_n = P_0 (1 + r)^n \quad (2)$$

Keterangan:

P_n : *Future population*

P_0 : *Current population*

r : *Growth factor*

n : *Number of forecasting years*

Tabel 3. Estimasi Pengguna LTE Tahun 2024

Parameter	Persentase (%)	Jumlah (jiwa)
Total Populasi	100	16.269
Populasi usia produktif (15 s.d 60 tahun)	80	13.015
Pengguna telepon seluler	100	13.015
Pengguna operator 3	7	911
Pengguna LTE operator 3	80	729

Dari hasil estimasi jumlah pengguna LTE yang dilakukan berdasarkan piramida *forecasting number of user*, diperoleh jumlah pengguna LTE operator 3 sebanyak 677 jiwa pada Februari 2019 dan sebanyak 729 jiwa pada Februari 2024 dengan persentase kenaikan yaitu 7 %. Berdasarkan perhitungan estimasi pengguna pada Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa setiap penduduk tidak dapat dikatakan sebagai pengguna, akan tetapi setiap pengguna merupakan bagian dari penduduk.

2.4 Identifikasi *Initial Drive Test*

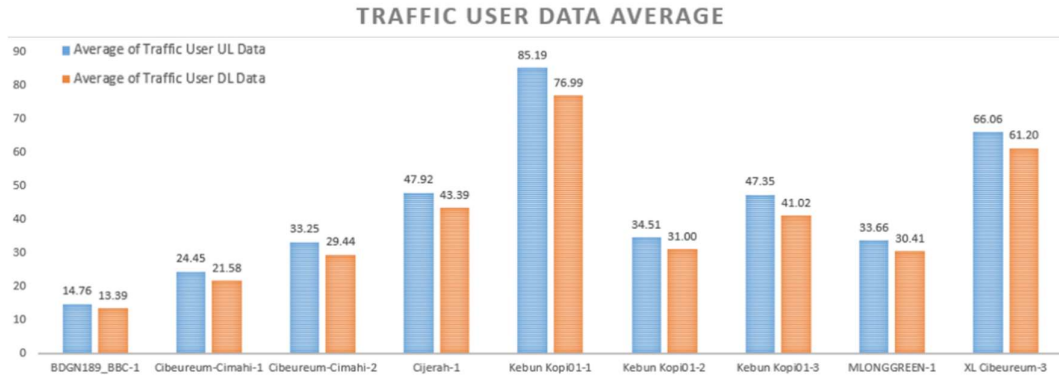
Berdasarkan *initial drive test* yang telah dilakukan bahwa terdapat beberapa area *bad spot* yang merepresentasikan rata-rata nilai RSRP < -100 dBm. Tampilan *initial drive test* di sepanjang Jalan Kebon Kopi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil *Initial Drive Test*

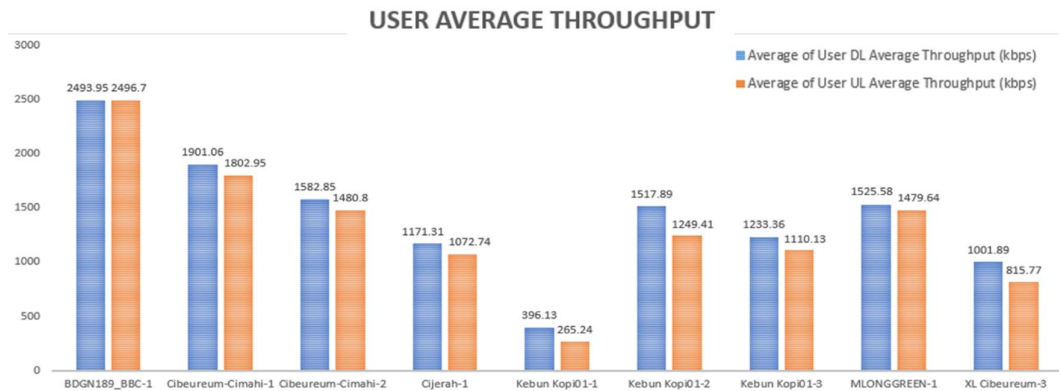
2.5 Identifikasi OSS

Berdasarkan identifikasi OSS, diketahui bahwa sektor 1 untuk *existing site* Kebun Kopi01-Cibeureum (1005291) merupakan sektor dengan intensitas paling banyak diakses oleh pengguna layanan operator 3, yaitu dalam waktu 24 jam terdapat rata-rata sekitar 85 pengguna yang mengakses layanan dari sisi *uplink* dan sekitar 76 pengguna yang mengakses layanan dari sisi *downlink*. Jumlah tersebut merupakan rata-rata tertinggi dari data harian (*daily*) yang diperoleh dari hasil identifikasi selama tujuh hari, yakni 4 hingga 10 Februari 2019. Grafik dari identifikasi ini dapat ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Traffic User Data Average

Kemudian, dari identifikasi OSS ini juga diperoleh hasil bahwa sektor 1 Kebun Kopi01-Cibeureum merupakan sektor dengan rata-rata penerimaan *throughput* paling rendah, yaitu sebesar 265 kbps pada sisi *uplink (UL)* dan 396 kbps pada sisi *downlink (DL)*. Kondisi ini menyatakan bahwa sektor tersebut mengalami *user overload* yang berdampak pada penerimaan *throughput* yang rendah, yakni berada pada nilai di bawah 800 kbps. Grafik dari identifikasi ini dapat ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. User Average Throughput

Dari identifikasi ini dapat disimpulkan bahwa sektor 1 Kebun Kopi01-Cibeureum (1005291) perlu dilakukan pemecahan kapasitas agar dapat meningkatkan penerimaan *throughput* di daerah cakupan sel sektor tersebut. Selain itu, identifikasi ini juga merupakan salah satu acuan dalam penentuan batas wilayah perencanaan, khususnya *focus zone*.

2.6 Identifikasi *Timing Advance (TA)*

Timing Advance merupakan waktu yang diperlukan oleh sinyal untuk menempuh jarak antara *e-NodeB* dengan UE. *e-NodeB* akan memberikan sebuah TA ke UE berdasarkan jarak yang ditempuhnya. TA sangat penting untuk mengetahui posisi setiap UE serta mengetahui persebaran UE dengan acuan dari *e-NodeB*. Identifikasi TA ini dilakukan dengan menganalisis jumlah pengguna pada jarak tertentu.

Mengacu dari identifikasi OSS sebelumnya, bahwa perlu dilakukan pemecahan kapasitas pada sektor 1 Kebun Kopi01-Cibeureum dengan membangun sebuah *microcell* di sekitar sektor tersebut. Dalam pembangunan *microcell* ini, identifikasi TA sangat berperan dalam

menentukan posisi yang tepat untuk meletakkan *microcell* karena dengan identifikasi ini dapat diketahui kepadatan pengguna pada jarak tertentu yang dapat menjadi referensi peletakan *microcell* tersebut. Peletakan *microcell* yang tepat dapat mengatasi permasalahan yang terjadi sehingga akan meningkatkan performansi jaringan.

Berdasarkan hasil identifikasi TA yang telah dilakukan, diperoleh hasil bahwa kepadatan pengguna tertinggi yang mengakses sektor 1 Kebon Kopi01-Cibeureum berada pada rentang jarak sekitar 234 m, yakni sekitar 21.418 pengaksesan (*attempt*). Informasi mengenai *measurement sample* pada TA ini dapat ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Measurement Sample TA

<i>Transmitter Name</i>	<i>Distance (m)</i>					
	0	78	234	546	1014	1950
Kebon Kopi01 - Cibeureum-1	579	5.560	21.418	1.196	27	21
Kebon Kopi01 - Cibeureum-2	565	8.700	11.576	4.046	130	0
Kebon Kopi01 - Cibeureum-3	710	9.030	9.355	2.198	235	2

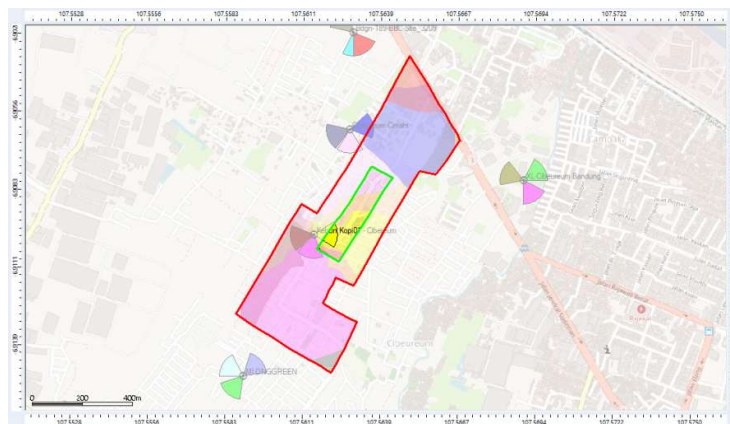
Berdasarkan *measurement sample* ini, dapat disimpulkan bahwa posisi tepat *microcell* dapat diletakkan pada jarak sekitar 79 m - 234 m dari sektor 1 Kebon Kopi01-Cibeureum.

2.7 Identifikasi Existing Site

Dalam perencanaan *microcell* ini, melibatkan beberapa *existing site* yang berada di wilayah Cibeureum, khususnya di sekitar Jalan Kebon Kopi. Setelah mengetahui letak dan kondisi *existing site* dari *engineering parameter*, kemudian dilakukan impor letak site tersebut dengan menggunakan *software Atoll 3.3*. Hasil impor data dapat dilihat pada Gambar 7.

Name	Longitude	Latitude	Altitude (m)	Comments	Support Height (m)	Support Type	Max S1 interface throughput (DL) (kbps)	Max S1 interface throughput (UL) (kbps)
Bdgn-189-BBC-Site_3209	107,56288	-6,90269	[730]		30	Microwave Tower	50.000	50.000
Cibeureum-Cimahi	107,56279	-6,90614	[724]		21	Microwave Tower	50.000	50.000
Cijerah	107,56433	-6,91842	[709]		28,5	Microwave Tower	50.000	50.000
Kebon Kopi01 - Cibeureum	107,561496	-6,909916	[718]		30	Microwave Tower	50.000	50.000
MLONGGREEN	107,559	-6,91497	[708]		22	Microwave Tower	50.000	50.000
XL-Cibeureum Bandung	107,569	-6,90792	[725]		26	Microwave Tower	50.000	50.000

Gambar 7. Existing Site by Atoll 3.3



Gambar 8. Letak Existing Site by Atoll 3.3

Sebelum melakukan prediksi, terlebih dahulu dilakukan pembatasan untuk wilayah perencanaan. Pada Gambar 8 terdapat area yang dibatasi dengan garis merah dan garis hijau. Garis merah disebut dengan *computation zone* yang berarti area yang akan dikalkulasikan dalam simulasi, sedangkan garis hijau disebut dengan *focus zone* yang berarti area yang akan difokuskan dalam simulasi.

2.8 Coverage Planning

Perhitungan berdasarkan pendekatan *coverage planning* ini dilakukan melalui beberapa tahapan, diantaranya menentukan luas wilayah perencanaan, mengidentifikasi klasifikasi wilayah perencanaan, menentukan frekuensi kerja, menentukan penggunaan model propagasi, mempersiapkan standar *Maximum Allowable Path Loss* (MAPL), serta memperhitungkan kebutuhan *site* berdasarkan persamaan yang telah ditentukan. Namun sebelum dilakukan perhitungan berdasarkan pendekatan tersebut, terlebih dahulu menyiapkan spesifikasi perhitungan yang akan dilakukan. Spesifikasi tersebut ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Spesifikasi Perhitungan Coverage Planning

Parameter	Variabel	Unit	Nilai
Model propagasi	-	-	Cost-231
Klasifikasi wilayah	-	-	Urban
Luas wilayah	L	km ²	0,371
Frekuensi kerja	f	MHz	1800
Tinggi antena eNodeB	h _b	m	15
Tinggi antena UE	h _m	m	1,5
MAPL	PL	dB	UL=128,136 & DL=126,108
Faktor koreksi daya	cm	dB	0

Berdasarkan spesifikasi perhitungan di atas, diketahui nilai MAPL sisi *uplink* sebesar 128,136 dB dan MAPL sisi *downlink* sebesar 126,108 dB. Maka dari itu, dalam proses perhitungan ini menggunakan MAPL sisi *downlink* karena dengan nilai MAPL yang lebih rendah dibandingkan *uplink*, namun dapat mencakup kebutuhan dari kedua sisi. Proses perhitungan kebutuhan jumlah *site* ini dilakukan berdasarkan Persamaan (3) hingga (6) (V. H. Mac Donald, 2008) (Wardhana, 2015).

$$a(h_m) = (1,1 \log f - 0,7)1,5 - (1,56 \log f - 0,8) \tag{3}$$

$$a(h_m) = (1,1 \log 1800 - 0,7)1,5 - (1,56 \log 1800 - 0,8)$$

$$a(h_m) = 0,043$$

$$PL = 46,33 + 33,9 \log f - 13,83 \log(h_b) - a(h_m) + [44,9 - 6,55 \log(h_b)] \log d \tag{4}$$

$$PL = 46,33 + 33,9 \log 1800 - 13,82 \log 15 - 0,043 + [44,9 - 6,55 \log 15] \log d$$

$$PL = 156,647 - 16,252 - 0,243 + 37,198 \log d$$

$$126,108 = 140,379 + 37,198 \log d$$

$$-0,383 = \log d$$

$$d = 0,414 \text{ km}$$

$$L_{microcell} = 3 \times 1,95 \times d \tag{5}$$

$$L_{microcell} = 3 \times 0,334$$

$$L_{microcell} = 1,002 km^2$$

$$\sum_{microcell} = \frac{LuasWilayah}{LuasSel} \quad (6)$$

$$\sum_{microcell} = \frac{0,371}{1,002}$$

$$\sum_{microcell} = 0,37 \cong 1$$

Berdasarkan pendekatan *coverage planning* ini, diperoleh sebanyak 0,37 *site* yang kemudian dibulatkan menjadi 1 *site*. Jumlah *site microcell* keseluruhan yang dibutuhkan untuk melayani pengguna di Jalan Kebon Kopi yaitu sebanyak 1 *site*.

2.9 Spesifikasi dan Peletakan *Microcell*

Proses peletakan *microcell* ini dilakukan berdasarkan referensi dari identifikasi-identifikasi yang telah dianalisis. Pada identifikasi OSS diperoleh hasil bahwa sektor 1 untuk *existing site* Kebon Kopi01-Cibeureum (1005291) mengalami *user overload*. Selain dari hasil identifikasi OSS, hal ini juga dibuktikan dari hasil identifikasi *initial drive test* sehingga dapat disimpulkan bahwa permasalahan jaringan terjadi di sekitar wilayah cakupan sektor 1 Kebon Kopi01-Cibeureum.

Peletakan *microcell* dalam simulasi perencanaan ini dilakukan pada koordinat *longitude* 107,563394° dan *latitude* -6,90858°. Lokasi tersebut dipilih berdasarkan identifikasi lapangan dan identifikasi TA sebagai data pendukung yang mengindikasikan bahwa kepadatan pengguna di Jalan Kebon Kopi berada pada sekitar 79 m hingga 234 m dari sektor 1 Kebon Kopi01-Cibeureum, serta di sekitar lokasi tersebut juga terdapat sebuah bangunan dengan ruang kosong di bagian atas sehingga memungkinkan dapat dibangun sebuah *microcell* dengan konsep *building roof*. Seperti yang telah dijelaskan, bahwa pada wilayah tersebut pihak operator tidak dapat memperoleh IMB karena kondisi wilayah yang sudah cukup padat sehingga perencanaan *microcell* ini hanya dapat diletakkan di atas bangunan. Perencanaan *microcell* ini menggunakan tiga sektor antena (*transmitter*) yang diarahkan sesuai dengan target *potential market* untuk memaksimalkan performansi jaringan di wilayah tersebut. Informasi mengenai spesifikasi perencanaan *microcell* ini dapat ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Spesifikasi Perencanaan *Microcell*

Parameter	Unit	Spesifikasi
Frekuensi kerja	MHz	1800
<i>Bandwidth</i>	Mhz	10
Daya	dBm	38
<i>Longitude</i>	°	107,563394
<i>Latitude</i>	°	-6,90858
<i>Altitude</i>	m	725
Jumlah antena	Buah	3
Tinggi antena	m	15
<i>Mechanical downtilt</i>	°	$T_x^1=4; T_x^2=4; T_x^3=4$
<i>Electrical downtilt</i>	°	$T_x^1=0; T_x^2=0; T_x^3=0$
<i>Mechanical azimuth</i>	°	$T_x^1=20; T_x^2=130; T_x^3=230$

Proses penentuan tinggi *microcell* (h_b) ini dilakukan melalui perhitungan trigonometri yang mengacu pada Gambar 1, jika diketahui target cakupan sejauh 200 m dan nilai *mechanical tilt* sebesar $3,86^\circ \sim 4^\circ$.

$$\tan x = \frac{y}{z}$$

$$\tan 3,86 = \frac{y}{200}$$

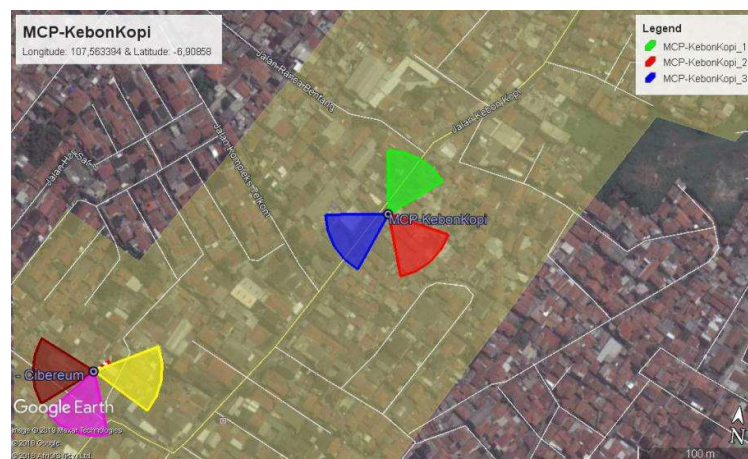
$$y = 13,5m$$

$$h_b = h_m + y$$

$$h_b = 1,5 + 13,5$$

$$h_b = 15m$$

Dari perhitungan tersebut, maka digunakan tiga sektor antena setinggi 15 m yang disesuaikan dengan tinggi bangunan 5 m dan tinggi *microcell pole* 10 m. Masing-masing sektor antena tersebut memiliki nilai *mechanical downtilt* sebesar 4° serta berurutan memiliki nilai *azimuth* sebesar 20° , 130° , dan 230° untuk memaksimalkan area *focus zone*. Kemudian, untuk daya yang digunakan yaitu sebesar 5 watt atau sekitar 38 dBm berdasarkan standar *base station* konvensional untuk *microcell*. Setelah mengetahui spesifikasi *microcell* yang akan direncanakan, kemudian melakukan simulasi peletakannya pada *software Atoll 3.3* sesuai dengan koordinat yang telah ditentukan. Setelah itu, dilanjutkan dengan mengatur parameter sesuai dengan spesifikasi yang ditunjukkan pada Tabel sebelumnya. Hasil dari peletakan *microcell* ini dapat ditunjukkan pada Gambar 9.








Gambar 9. Letak *Microcell* by Google Earth

3. HASIL PERENCANAAN






Setelah proses perencanaan dan peletakan *microcell* dilakukan, kemudian dilanjutkan dengan simulasi *cell splitting* pada *software Atoll 3.3*. Simulasi ini dimaksudkan untuk membuktikan teori mengenai *cell splitting* yang dapat meningkatkan performansi jaringan, khususnya dari sisi kapasitas. Simulasi ini juga dilakukan berdasarkan referensi dan data-data yang telah diperoleh antara lain hasil identifikasi, hasil perhitungan, dan spesifikasi perencanaan.

Simulasi *cell splitting* ini terbagi atas dua skenario, yaitu dengan *mechanical tilting* dan *mechanical azimuth*. Skenario 1: *mechanical tilting*, dilakukan dengan mengubah kemiringan (*tilt*) sektor *neighbours* dan skenario 2: *mechanical azimuth*, dilakukan dengan mengubah arah pancar (*azimuth*) sektor *microcell*. Hasil simulasi dari kedua skenario untuk masing-masing parameter ditunjukkan pada Tabel 7 hingga Tabel 9.






Tabel 7. Hasil Simulasi RSRP

Nilai (dBm)	Kategori	Warna	Skenario		
			Existing Site (%)	Skenario 1 (%)	Skenario 2 (%)
-80 sampai -40	Sangat baik		0	16,92	17
-90 sampai -80	Baik		58,98	78,56	81,21
-100 sampai -90	Cukup baik		41,01	4,51	1,77
-110 sampai -100	Cukup buruk		0	0	0
-140 sampai -110	Buruk		0	0	0
Rata-rata			-89,76 dBm	-82,84 dBm	-82,58 dBm
Target KPI 70%>-100 dBm			100 %	100 %	100 %

Tabel 8. Hasil Simulasi SINR

Nilai (dBm)	Kategori	Warna	Skenario		
			Existing Site (%)	Skenario 1 (%)	Skenario 2 (%)
12	Sangat baik		5,28	39,12	43,84
8 sampai 12	Baik		38,47	15,7	13,27
5 sampai 8	Cukup baik		29,52	17,86	16,84
0 sampai 5	Cukup buruk		26,72	26,94	25,71
0	Buruk		0	0,35	0,31
Rata-rata			7,25 dB	9,47 dB	9,87 dB
Target KPI 70%>5 dBm			73,27 %	72,68 %	73,95 %

Tabel 9. Hasil Simulasi Throughput

Nilai (kbps)	Kategori	Warna	Skenario		
			Existing Site (%)	Skenario 1 (%)	Skenario 2 (%)
5.000 sampai 20.000	Sangat baik		0	0	3,34
3.000 sampai 5.000	Baik		0	4,77	5,96
1.500 sampai 3.000	Cukup baik		3,47	46,37	42,04
800 sampai 1.500	Cukup buruk		17,35	39,67	38,87
500 sampai 800	Buruk		21,19	8,5	9,09
Rata-rata			590 kbps	1.660 kbps	1.811 kbps
Target KPI 70%>800 kbps			20,82 %	90,81 %	90,21 %

Berdasarkan hasil simulasi skenario 1 yang telah dilakukan, diketahui bahwa terjadi peningkatan performansi jaringan, yakni nilai RSRP mencapai -82,84 dBm dengan persentase kenaikan sebesar 7 %, SINR mencapai 9,47 dB dengan persentase kenaikan sebesar 30 %, dan *throughput* mencapai 1.660 kbps untuk setiap pengguna dengan persentase kenaikan sebesar 181 %.

Berdasarkan hasil simulasi skenario 2 yang telah dilakukan, bahwa terjadi peningkatan performansi jaringan, yakni nilai RSRP mencapai -82,58 dBm dengan persentase kenaikan sebesar 8 %, SINR mencapai 9,87 dB dengan persentase kenaikan sebesar 36 %, dan *throughput* mencapai 1.811 kbps untuk setiap pengguna dengan persentase kenaikan sebesar 207 %.

4. KESIMPULAN

Dari kedua skenario yang telah dilakukan diketahui bahwa kedua skenario tersebut mampu memperbaiki kualitas dan kapasitas jaringan LTE. Hal ini dibuktikan dengan tercapainya nilai RSRP > -100 dBm, SINR > 5 dB, dan *throughput* > 800 kbps untuk setiap pengguna. Penggunaan skenario 2 lebih menunjukkan peningkatan yang signifikan yaitu nilai RSRP mencapai -82,58 dBm dengan persentase kenaikan sebesar 8 %, SINR mencapai 9,87 dB dengan persentase kenaikan sebesar 36 %, dan *throughput* mencapai 1.811 kbps untuk setiap pengguna dengan persentase kenaikan sebesar 207 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada pihak provider seluler 3 yang telah membantu dalam memberikan dan melakukan identifikasi data OSS guna terselesaikannya penelitian ini. Sangat diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi salah satu referensi bagi pihak provider seluler 3 dalam membangun *microcell* di area kota Cimahi-Bandung.

DAFTAR RUJUKAN

- Cox, C. (2014). *An Introduction To LTE*. A John Wiley & Sons, Ltd.
- Lu, Yun Fei, He, Ming, & Gao, X. (2013). LTE Network Parameters Optimization Based on Automatic Cell Planning. *Applied Mechanics and Materials*, 380–384, 1931–1934.
- Muryono, A. H., Hendranto, G, dan Kuswidiastuti, D. (2013). Desain dan Analisa Kinerja Femtocell LTEAdvanced Menggunakan Metode Inter Cell Interference Coordination. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(2), 282–286.
- Nugroho, R. A., Vidyaningtyas, H., & Usman, K. U. (2015). Perencanaan Jaringan Mikrosel 4G LTE di Skywalk Cihampelas. *E-Proceeding Engineering*.
- Ohaneme C.O., Onoh G.N., Ifeagwu E.N., E. I. I. (2012). Improving Channel Capacity of a Cellular System Using Cell Splitting. *IJSER Journal*.
- Putra, D, Kurnia, I. D. (2017). *4G LTE Advanced for Beginner & Consultant*. Prandia Self Publishing.
- Rappaport, T. S. (2006). *Wireless Communication Principle and Practice Second Edition*. Prentice hall.
- Sunomo. (2003). *Pengantar Sistem Komunikasi Nirkabel*.
- V. H. Mac Donald. (2008). The Cellular Concept. *The Bell Technical Journal*, 5(1).
- Wahyudin, A., Amanaf, M.A., & Ratnasasi, I.K., (2019). Perancangan dan Analisis LTE

- Advanced 850 Mhz untuk Meningkatkan Penetrasi Mobile Broadband di Indonesia. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 7(1).
- Wang, L. C., Stuber, G.L., & Lea, C.-T. (2007). Architecture design, frequency planning, and performance analysis for a microcell/macrocell overlaying system. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 46(4), 836–848.
- Wang, Y. C., & Lee, S. (2018). *Small-cell planning in LTE HetNet to improve energy efficiency*. 31(5), 106–110.
- Wardhana, L. (2015). *4G Handbook Jilid 2*. Jakarta: nulis buku.