

# Optimalisasi Penggunaan Frekuensi dan Peningkatan *Throughput* pada Jaringan LTE-A menggunakan Metode CADS2

HASANAH PUTRI, MINAL ABI PUTRA

Program Studi D3 Teknologi Telekomunikasi Telkom University, Indonesia  
Email : hasanahputri@tass.telkomuniversity.ac.id

*Received* 15 Juni 2020 | *Revised* 11 Juli 2020 | *Accepted* 28 Agustus 2020

## ABSTRAK

*Penelitian kali ini mengamati data Operating Support System (OSS) operator untuk wilayah Ciparay Bandung. Berdasarkan data OSS, Ciparay memiliki penetrasi jaringan LTE-A sebesar 90%, hal ini menunjukkan bahwa trafik di area tersebut sangat padat. Selain itu, nilai throughput jaringan LTE-A di area ini hanya sebesar 6.8 Mbps. Hal ini masih belum memenuhi standar operator dimana throughput > 16 Mbps. Untuk mengatasi hal ini, dilakukan optimalisasi penggunaan frekuensi dan peningkatan throughput menggunakan metode Carrier Aggregation Deployment Scenario 2 (CADS2) dimana dilakukan penggabungan dua buah component carrier pada bandwidth 15 MHz di band 3 (1800 MHz) dan bandwidth 20 di band 40 (2300 MHz). Dimana pada skenario I, band 3 dijadikan primary cell dan band 40 dijadikan secondary cell. Sedangkan pada skenario II, band 40 dijadikan primay cell dan band 3 dijadikan secondary cell. Hasil yang diperoleh yaitu terjadi peningkatan rata-rata throughput sebesar 94,87 %.*

**Kata kunci:** LTE-A, OSS operator, CADS2, throughput, Ciparay Bandung

## ABSTRACT

*This research examines operator Operating Support System (OSS) data for the Ciparay area of Bandung. Based on OSS data, Ciparay has an LTE-A network penetration of 90%, this shows that the traffic in the area is very dense. In addition, the value of LTE-A network throughput in this area is only 6.8 Mbps. This still does not meet operator standards where throughput is > 16 Mbps. To overcome this, optimization of frequency usage and increase in throughput are carried out using the Carrier Aggregation Deployment Scenario 2 (CADS2) method by combining two carrier components on a 15 MHz bandwidth in band 3 (1800 MHz) and bandwidth 20 in band 40 (2300 MHz). In scenario I, band 3 is set as a primary cell and band 40 is set as a secondary cell, whereas in scenario II, band 40 is set as a primay cell and band 3 is set as a secondary cell. The results obtained are an increase in average throughput of 94,87 %.*

**Keywords:** LTE-A, OSS operator, CADS2, throughput, Ciparay Bandung

## 1. PENDAHULUAN

Berdasarkan hasil identifikasi data trafik dari operator, diperoleh data bahwa trafik di area Ciparay yang berada di Kabupaten *Bandung* memiliki nilai *throughput* yang rendah. Salah satu penyebab hal tersebut adalah karena area ini merupakan kawasan padat pemukiman serta adanya pusat keramaian seperti pasar tradisional dan alun-alun. Selain itu, data juga menunjukkan rata-rata penetrasi jaringan LTE-A telah menyentuh angka 90%. Serta *payload* dari jaringan LTE-A telah menyentuh angka 243,5 Gigabyte dalam satu harinya dimana hal tersebut telah melebihi batas standar operator yaitu *payload* LTE-A sebesar 30 Gigabyte. Hal ini mengindikasikan bahwa kondisi trafik di area Ciparay sangat padat. Selain itu, rata-rata cakupan di area Ciparay masih jauh berada dibawah standar operator ditandai dengan jumlah rata-rata persentase parameter *Reference Signal Received Power* (RSRP) dengan nilai di atas -100 dBm hanya 52%.

Teknologi LTE-Advanced adalah teknologi yang mampu memberikan kecepatan *data rate* hingga 3 Gbps pada sisi *downlink* dan 1,5 Gbps pada sisi *uplink*. Salah satu fitur yang menjadi faktor bertambahnya *data rate* tersebut adalah dengan adanya teknik *Carrier Aggregation* (CA). Hingga saat ini teknik ini terus diteliti dalam implementasinya di lapangan. CA merupakan sebuah metode penggabungan dua atau lebih *Component Carrier* (CC) dengan *bandwidth* maksimum 100 MHz sehingga teknologi tersebut dapat memenuhi kebutuhan trafik layanan yang tinggi serta menghasilkan kecepatan *data rate* yang tinggi (Kurniawan, E. S., dkk, 2019). CA merupakan suatu teknik menggabungkan dua atau lebih *Component Carrier* (CC) secara bersamaan baik pada *band* frekuensi yang sama maupun berbeda dengan maksimum CC yang dapat dikumpulkan hingga 100 MHz untuk meningkatkan *data rate* di sisi pelanggan. Salah satunya yaitu *Carrier Aggregation Deployment Scenario* (CADS2) dimana *cell* pada frekuensi 1 (F1) dan frekuensi 2 (F2) saling *co-located* dan *overlay* dengan F1 and F2 pada *band* frekuensi yang berbeda. F1 yang memiliki *coverage* yang luas, sedangkan F2 digunakan untuk meningkatkan *throughput* (Gujral, E. & Jadon, 2016). Adanya fitur CA membuat penggunaan frekuensi yang dimiliki operator akan semakin optimal tanpa terhalang oleh *band* dan meningkatkan *throughput* di sisi pelanggan (Shen, Z., 2012) (Xi, 2013).

Dengan menggunakan skenario *intra-band CA throughput* dari CA yang tidak berdekatan memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan CA yang berdekatan. Sebaliknya di CA *intra-band* skenario, kombinasi CC dengan frekuensi yang lebih rendah menghasilkan kinerja *throughput* yang lebih baik (Fadlan, I., 2017) (Iskandar & Galih, 2015). Dari beberapa jenis CA, penelitian ini mengevaluasi konfigurasi CA terbaik pada parameter pengamatan yaitu *throughput* jaringan. *Bandwidth* agregat 30 MHz dan dua CC berfungsi sebagai PCell dan SCell digunakan dalam simulasi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa konfigurasi *bandwidth* PCell yang lebih luas menghasilkan kinerja yang lebih baik.

Dalam implementasi jaringan nyata tidak diketahui mana yang memiliki kinerja terbaik, di antara CA *Intra-band contiguous*, *Intra-band non contiguous*, dan *Inter-band*, misalnya kinerja *throughput* pengguna. Tidak banyak publikasi penelitian yang mengungkapkan hal terkait dengan kinerja *throughput* CA. Salah satu diantaranya yaitu diusulkan dalam (Kakishima, Y., 2011), makalah ini membahas eksperimen lapangan hasil pada tingkat kesalahan blok (BLER) dari kontrol *uplink* informasi (UCI) dan kinerja *throughput downlink* dengan metode CA. *Bandwidth* adalah asimetris antara *downlink* dan *uplink* dengan frekuensi tengah yaitu 3,92625 GHz dan 3,67125 GHz. Dari penelitian ini diperoleh nilai *throughput* lebih dari 100 Mbps. Namun demikian, frekuensi operasi, *bandwidth* antara *uplink* dan *downlink*, serta kombinasi CC dari CA mungkin tidak akan sama dalam kasus lain. Area layanan, nomor site, frekuensi operasi, *bandwidth*, dan jumlah pengguna mempengaruhi proses optimasi ini dan hasilnya.

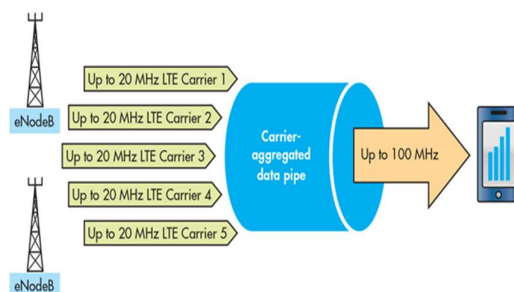
Dengan adanya data-data ini akan menjadi salah satu kontribusi dalam peningkatan *throughput* di area Ciparay.

CA merupakan suatu teknik menggabungkan dua atau lebih *component carrier* secara bersamaan baik pada *band* frekuensi yang sama maupun pada *band* frekuensi yang berbeda dengan maksimum CC yang dapat digabungkan hingga 100 MHz untuk meningkatkan *throughput* di sisi pelanggan (**Saputra, D. W., dkk, 2015**) (**Technology, 2011**). Pada artikel ini dilakukan optimalisasi penggunaan frekuensi LTE-A dengan metode *dualband* CADS2 menggunakan tipe *Inter-band carrier aggregation* yaitu dengan mengumpulkan dua CC pada dua buah *band* frekuensi yang berbeda dimana menggabungkan dua buah *component carrier* pada *bandwidth* 15 MHz di *band* 3 (1800 MHz) dan *bandwidth* 20 di *band* 40 (2300 MHz).

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian kali ini dilakukan perencanaan jaringan LTE-A dengan menerapkan *dual band* CADS2 tipe *inter-band* CA menggunakan *band* 3 sebesar 15 MHz dan *band* 40 sebesar 20 MHz. Alasan pemilihan *band* ini adalah penambahan *bandwidth* yang lebih lebar dibandingkan *band* lain yaitu 1,4 MHz, 3 MHz, 5 MHz dan 10 MHz (**Sesia, S., dkk, 2012**). Proses perencanaan dimulai dengan melalui pendekatan *capacity planning*. Tahap ini meliputi perencanaan LTE-A untuk memperoleh nilai *network throughput*, *cell average throughput*, dan jumlah *site*. Setelah itu dilakukan perhitungan jarak jangkauan dari frekuensi *band* 3 dan frekuensi *band* 40. Untuk penggunaan frekuensi 2300 MHz dengan *bandwidth* 20 MHz akan dijadikan *Primary Cell* (Pcell). Untuk penggunaan frekuensi 1800 MHz dengan *bandwidth* 15 MHz akan dijadikan *Secondary Cell* (Scell). Penggunaan frekuensi 1800 MHz dengan *bandwidth* 15 MHz dijadikan Pcell dan frekuensi 2300 MHz dengan *bandwidth* 20 MHz dijadikan Scell pada simulasi menggunakan *software Atoll* pada CA terdapat berbagai potensi skenario yang dapat digunakan.

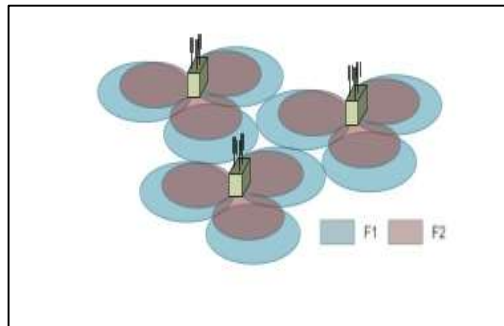
CA memungkinkan pemilihan *band* secara fleksibel guna meningkatkan *coverage* dan *mobility*. Gambar 1 berikut ini merupakan ilustrasi pemilihan *band* dengan menerapkan metode CA.



**Gambar 1. Ilustrasi Metode Carrier Aggregation (Iskandar & Galih, 2015)**

Sel dengan *carrier frequency* F1 dan F2 letaknya *co-located* dan saling tumpang tindih. Namun pada skenario CADS2 ini sel dengan *carrier frequency* F2 memiliki cakupan yang lebih kecil sehingga meningkatkan laju data dan *throughput*. Sedangkan sel dengan *carrier frequency* F1 memiliki cakupan yang lebih luas untuk mendukung mobilitas. Biasanya skenario ini diterapkan ketika F1 dan F2 pada *band* frekuensi (**Cox, 2012**).

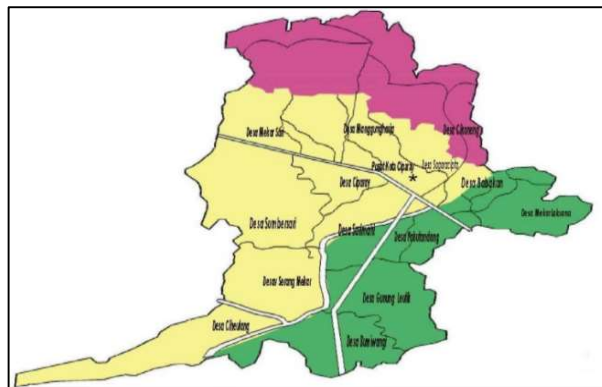
Gambar 2 merupakan ilustrasi dari skenario CADS2.



**Gambar 2. Ilustrasi CADS2 (Cox, 2012)**

### 2.1 Identifikasi Area

Dalam melakukan perencanaan jaringan seluler hal yang perlu diperhatikan adalah analisis area. Karena setiap area memiliki karakteristik yang berbeda-beda, seperti kontur bumi, kepadatan penduduk, dan kepadatan bangunan. Hal tersebut mempengaruhi sebaran kualitas sinyal pada suatu tempat, sehingga dilakukan analisis area untuk mengoptimalkan perencanaan jaringan LTE-A. Untuk perencanaan jaringan LTE-A dengan menggunakan *dualband* CADS2 dipilih daerah Kecamatan Ciparay Kabupaten Bandung. Gambar 3 merupakan orientasi Kecamatan Ciparay. Kecamatan Ciparay terbagi ke dalam 14 (empat belas) desa dengan jumlah penduduk 173.594 jiwa dan luas wilayah 48.36 km<sup>2</sup>.

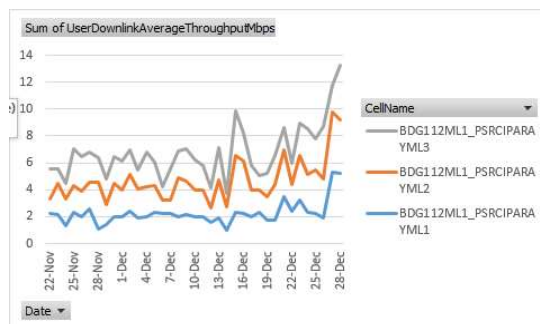


**Gambar 3. Peta Area Ciparay (BPS, 2019)**

### 2.2 Identifikasi *Operating Support System* (OSS)

Gambar 4 berikut merupakan grafik dari data trafik operator yang menampilkan nilai *throughput* pada salah satu *site* yaitu BDG112ML1\_PSRCIPARAY di Kecamatan Ciparay. Data diambil pada rentang 22 November hingga 26 Desember 2019, diketahui nilai *throughput* yaitu 6,8 Mbps. Sedangkan operator memiliki nilai standar *throughput* > 16 Mbps, hal ini menunjukkan bahwa kondisi ini perlu diperbaiki.

## Optimalisasi Penggunaan Frekuensi dan Peningkatan Throughput pada Jaringan LTE-A menggunakan Metode CADS2



**Gambar 4. Data OSS Throughput**

Selain evaluasi terhadap data trafik, dari hasil identifikasi area ini juga diketahui bahwa Operator Tsel pada masing-masing *site*-nya telah dipasang antena yang berada pada rentang frekuensi 1800 MHz hingga 2300 MHz. Selain diketahui bahwa tingginya trafik dan rendahnya *throughput* di area tersebut, jika dibandingkan dengan membangun *tower* baru atau *new site*, maka jauh lebih efektif dan efisien jika dilakukan optimasi dengan penambahan *port* untuk antena baru.

### 2.2 Perencanaan Jaringan menggunakan Metode CADS2

Pada tahap ini dijelaskan proses perencanaan jaringan LTE-A menggunakan *dualband* CADS2 dengan tipe *inter-band* CA menggunakan *band* 3 sebesar 15 MHz dan *band* 40 sebesar 20 MHz. Tabel 1 berikut ini merupakan spesifikasi perencanaan jaringan menggunakan CADS2.

**Tabel 1. Spesifikasi Perencanaan**

Spesifikasi	
<i>Carrier Aggregation</i>	Inter-band
Klasifikasi Wilayah	Urban
Frekuensi <i>Band</i>	1800 MHz & 2300 MHz
Daya	43 dBm
Tinggi Antena	20 m
Model Propagasi	Cost-231

Proses perencanaan dimulai dengan melakukan pendekatan *capacity planning*. Tahap ini meliputi perencanaan LTE-A untuk menghasilkan nilai *network throughput*, *cell average throughput*, dan *jumlah site*. Setelah itu dilakukan perhitungan *coverage planning* untuk mengetahui jarak yang dapat dicakup dari frekuensi *band* 3 dan frekuensi *band* 40. Setelah melakukan pendekatan *capacity* dan *coverage planning*, selanjutnya adalah *plotting site* berdasarkan kondisi awal. Untuk penggunaan frekuensi 2300 MHz dengan *bandwidth* 20 MHz dijadikan PCell, untuk penggunaan frekuensi 1800MHz dengan *bandwidth* 15 MHz dijadikan SCell (**Huawei LTE RNP, 2010**).

### 2.3 Coverage Planning

*Coverage planning* pada dasarnya bertujuan untuk mendapatkan jumlah *site* berdasarkan luas daerah dan luas *site*. Namun, pada penelitian ini perhitungan bertujuan untuk mengetahui *radius cell* antara frekuensi 1800 MHz dan 2300 MHz sehingga dapat diketahui bahwa frekuensi tinggi memiliki cakupan yang lebih kecil sedangkan frekuensi rendah memiliki cakupan yang lebih besar (**Cox, 2012**) (**Ltd, 2009a**). Pada pendekatan ini dilakukan tiga perhitungan antara lain *Maximum Allowable Pathloss* (MAPL), radius sel, dan *cell coverage*.

Perhitungan MAPL menggunakan (1).

$$MAPL = 46,3 + 33,9 (\text{Log } f) - 13,82 \text{Log } h_b - a(h_m) + (44,9 - 6,55 \text{Log } h_b) \text{Log } d - C_m a(h_m) \quad (1)$$

Faktor koreksi antenna *mobile station* untuk area Urban adalah (2):

$$a(h_m) = (1,1 \text{Log } f - 0,7) h_m - (1,56 \text{Log } f - 0,8) \quad (2)$$

Keterangan:

f = frekuensi (MHz)

$h_b$  = tinggi antenna eNodeB (m)

$h_m$  = tinggi antenna MS (m)

$a(h_m)$  = faktor koreksi antenna *mobile station* (m)

$C_m$  = faktor jenis-jenis daerah

$C_m$  untuk kota besar = 3

$C_m$  untuk kota medium = 0

$C_m$  untuk area suburban =  $-2(\log f(28))^2 - 5.4$

$C_m$  untuk area rural =  $-4.78(\log(f))^2 + 18.33\log(f) - 40.94$

Langkah selanjutnya yaitu perhitungan radius sel menggunakan (3) dan (4).

$$P_L = 46,33 + 33,9 \text{Log}(h_b) - a(h_m) + [44,9 - 6,55 \log(h_b)] \log d \quad (3)$$

$P_L$  = Pathloss (dB)

$h_b$  = tinggi eNode B (m)

$a(h_m)$  = faktor koreksi antenna UE

d = radius (km)

$$a(h_m)_{urban} = (1,1 \log f - 0,7) h_m - (1,56 \log f - 0,8) \quad (4)$$

$P_L$  = Pathloss (dB)

f = frekuensi (MHz)

$h_b$  = tinggi eNode B (m)

$h_m$  = tinggi UE (m)

d = radius (km)

$a(h_m)_{urban}$  = faktor koreksi antenna UE untuk area urban

Setelah mendapatkan radius sel, selanjutnya dilakukan perhitungan *cell coverage* untuk sektorisasi *trisectoral* menggunakan (5).

$$\text{Luas cakupan sel} = 1,95 \times d^2 \quad (5)$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh bahwa luas cakupan sel untuk frekuensi 1800 MHz adalah 1,528 km<sup>2</sup> dan untuk frekuensi 2300 MHz adalah 0,606 km<sup>2</sup>.

Hasil perhitungan melalui pendekatan *coverage planning* ini dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

**Tabel 2. Hasil Perhitungan Coverage Planning**

Parameter	Variabel	Unit	Nilai	
Frekuensi	f	MHz	1800	2300
Tinggi antena BS	$h_b$	m	20	20
Tinggi antena MS	$h_m$	m	1,5	1,5
MAPL (DL)	PL	dB	136,706	133,0172
Faktor koreksi daya	$C_m$	dB	0	0
Radius sel	d	km	0,885	0,557
Luas cakupan sel	<i>Cell coverage</i>	km <sup>2</sup>	1,528	0,606

## 2.4 Capacity Planning

*Capacity planning* adalah metode yang digunakan dalam perencanaan jaringan seluler yang mempertimbangkan kebutuhan trafik pelanggan di suatu daerah untuk masa yang akan datang. Kebutuhan trafik yang dihitung mengacu pada berbagai macam layanan yang diperkirakan akan digunakan oleh *user*. Sebelum dilakukan perhitungan kebutuhan trafik yang ada, perlu dilakukan estimasi jumlah total penduduk atau pelanggan yang ada dalam beberapa tahun kedepan. Sehingga kapasitas dari trafik yang ada dalam jaringan mampu untuk memenuhi kebutuhan trafik tiap pelanggannya. Perhitungan berdasarkan pendekatan *capacity planning* ini dilakukan untuk memperoleh jumlah *site* yang dapat menggunakan CA berdasarkan jumlah pengguna yang berada di wilayah perencanaan (**Ltd, 2009b**).

Perhitungan *forecasting number of users* dilakukan dengan menggunakan Persamaan (6) .

$$Future\ population = P_0[(1 + GF)^n] \quad (6)$$

Keterangan:

- $P_0$  = *Current population*
- GF = *Grow factor*
- N = *Number of forecasting years*

*Single User Throughput (SUT)* merupakan perhitungan yang digunakan untuk memastikan *throughput* maksimum yang diterima oleh pengguna. Untuk mengetahui nilai SUT dilakukan perhitungan menggunakan Persamaan (7).

$$([\sum(Throughput/Session) \times BHSA \times Penetration\ Ratio \times (1 + Peak\ to\ average\ ratio)])/3600 \quad (7)$$

Keterangan:

- BHSA (h) = *Busy Hour Service Attempt*
- Penetration ratio = *How good services can affect costumers*

Langkah selanjutnya dilakukan perhitungan kebutuhan trafik pada jaringan atau *network throughput* menggunakan Persamaan (8) dan (9) berikut.

$$Network\ Throughput\ (Uplink) = Total\ user \times SUT_{uplink} \quad (8)$$

$$Network\ Throughput\ (Downlink) = Total\ user \times SUT_{downlink} \quad (9)$$

Untuk memperoleh nilai *site capacity* menggunakan Persamaan (10) dan (11) berikut.

$$Site\ Capacity\ (Downlink) = Cell\ average\ throughput\ downlink \times 3 \quad (10)$$

$$Site\ Capacity\ (Uplink) = Cell\ average\ throughput\ uplink \times 3 \quad (11)$$

Pada saat perencanaan, banyaknya jumlah *site* yang dibutuhkan pada suatu daerah perencanaan harus diketahui. Jumlah *site* diperoleh dengan menggunakan Persamaan (12).

$$Number\ of\ Site = (Network\ Throughput)/(Site\ Capacity) \quad (12)$$

Jumlah *site* yang dibutuhkan dalam perencanaan ini adalah 1 *site* untuk arah *uplink* dan 3 *site* untuk arah *downlink*. Hasil perhitungan berdasarkan pendekatan *Capacity Planning* ini ditunjukkan pada Tabel 3 berikut.

**Tabel 3. Hasil Perhitungan *Capacity Planning***

Parameter	Unit	Nilai (UL)	Nilai (DL)
Perkiraan jumlah penduduk	Jiwa	17243	
<i>Single user throughput</i>	Kbps	9,872	37,271
<i>Network throughput</i>	Mbps	173,602	655,429
<i>Site capacity</i>	Mbps	366,236	305,197
Jumlah <i>site</i>	Site	0,474 ~ 1	2,147 ~ 3

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Konfigurasi CA

Simulasi yang dilakukan terbagi menjadi dua skenario, dimana konfigurasi CA menggunakan kombinasi *bandwidth* yang dimiliki operator Tsel. Skenario I yaitu berdasarkan kondisi awal jaringan di Ciparay yaitu *intra-band* CA: *Band* 40 (2300 MHz) dengan *bandwidth* 20 MHz. Skenario II yaitu dengan konfigurasi sesuai dengan *Aggregated Transmission Bandwidth Configuration* (ATBC): *Band* 3 (1800 MHz) dengan *bandwidth* 15 MHz. Konfigurasi pertama yaitu CA\_3A-40A dan konfigurasi kedua yaitu CA\_40A-3A.

**Tabel 4. Konfigurasi CA**

Type CA & Duplex	CA Configuration	Aggregated Bandwidth (MHz)	Max Number of CC
<i>Inter-band</i> FDD-TDD	CA_3A-40A	35	2
<i>Inter-band</i> TDD-FDD	CA_40A-3A	35	2

Pada Tabel 4 di atas, menunjukkan dua konfigurasi CA yang terbagi dalam 2 skenario pada saat proses simulasi. Skenario I yaitu kondisi awal jaringan atau *intra-band* CA. Skenario II yaitu menggunakan dua konfigurasi, konfigurasi pertama CA\_3A-40A dan CA\_40A-3A. Pada konfigurasi pertama frekuensi *band* 3 dijadikan sebagai *Primary Component Carrier* (PCC) dan *band* 40 sebagai *Secondary Component Carrier* (SCC).

CC dari CA\_3A memiliki satu *carrier* dengan total *Number of Resource Block* (NRB) < 100 *Resource Block* (RB) sehingga termasuk ke dalam *bandwidth class* A karena memiliki jumlah 75 RB dari penggunaan *bandwidth* 15 MHz. CC dari CA\_40A memiliki satu *carrier* dengan total



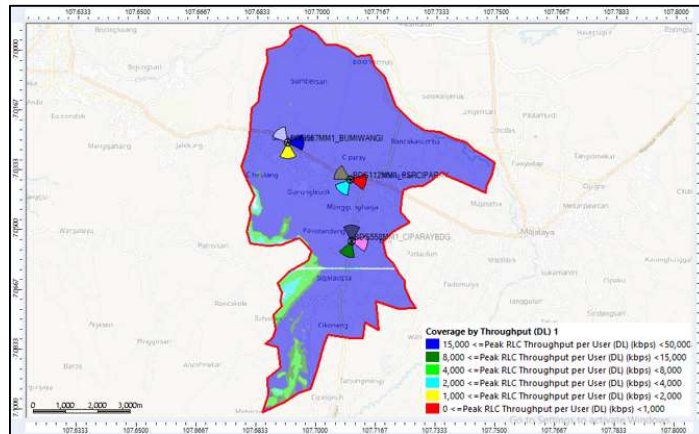
## Optimalisasi Penggunaan Frekuensi dan Peningkatan Throughput pada Jaringan LTE-A menggunakan Metode CADS2

NRB < 100 sehingga termasuk ke dalam *bandwidth class* A karena memiliki jumlah 100 RB dari penggunaan *bandwidth* 20 MHz.

Hasil simulasi kemudian dibandingkan dengan memperhatikan parameter *throughput* berdasarkan standar Operator Tsel. Perbandingan dilakukan untuk simulasi *existing site*, skenario I, dan skenario II.

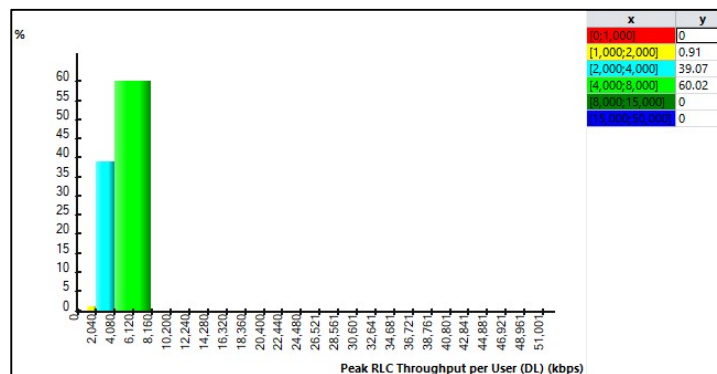
### 3.2 Konfigurasi CA\_3A-40A

Gambar 5 dan 6 berikut ini menunjukkan hasil simulasi cakupan untuk *throughput* konfigurasi CA\_3A-40A yang diterima oleh *user* pada area pengamatan.



**Gambar 5. Throughput Konfigurasi CA\_3A-40A**

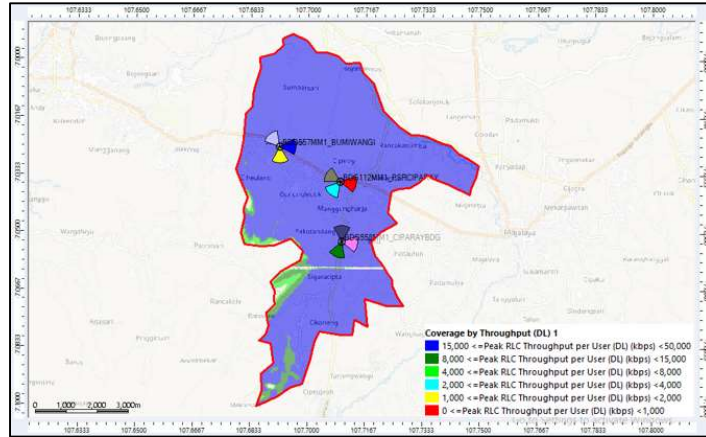
Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai rata-rata *throughput* yang didapatkan adalah 23,4 Mbps.



**Gambar 6. Histogram Throughput Konfigurasi CA\_3A-40A**

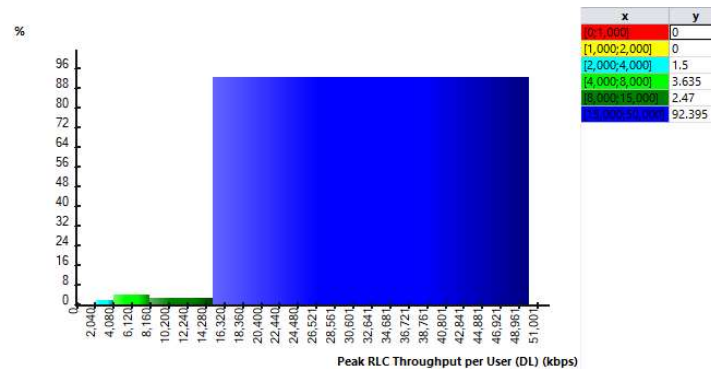
### 3.2 Konfigurasi CA\_40A-3A

Gambar 7 dan 8 berikut ini menunjukkan hasil simulasi cakupan untuk *throughput* konfigurasi CA\_40A-3A yang diterima oleh *user* pada area pengamatan.



**Gambar 7. Throughput Konfigurasi CA\_40A-3A**

Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai rata-rata *throughput* yang didapatkan adalah 26,1 Mbps.



**Gambar 8. Histogram Throughput Konfigurasi CA\_40A-3A**

Tabel 5 berikut merupakan perbandingan nilai parameter *throughput* untuk masing-masing skenario.

**Tabel 5. Hasil Perbandingan Parameter Throughput**

Nilai (kbps)	Kategori	Warna	Kondisi Awal	Skenario I: CA_3A-40A	Skenario II: CA_40A-3A
15000 hingga 50000	Outstanding	Dark Blue	0 %	92,40 %	95,1 %
8000 hingga 15000	Excellent	Medium Blue	0 %	2,47 %	3,44 %
4000 hingga 8000	Good	Light Blue	60,02%	3,64 %	1,53 %
2000 hingga 4000	Fair	Cyan	39,07 %	1,5 %	0 %
1000 hingga 2000	Poor	Yellow	0,91 %	0 %	0 %
0 hingga 1000	Bad	Red	0 %	0 %	0 %
Rata-rata			4,889 Mbps	23,456 Mbps	26,161 Mbps

Dari Tabel 5 dapat diketahui bahwa penerapan skenario II memperoleh nilai *throughput* yang lebih tinggi dibandingkan skenario I. Hal ini disebabkan karena pada skenario II dilakukan penggabungan dua buah frekuensi pada *band* frekuensi yang berbeda. Dimana frekuensi 1800

MHz memberikan cakupan yang lebih baik, sedangkan frekuensi 2300 MHz digunakan untuk meningkatkan *throughput*.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi CADS2 pada penggunaan CA dengan *bandwidth* 15 MHz *band* 3 (1800 MHz) dan *bandwidth* 20 MHz *band* 40 (2300 MHz) untuk konfigurasi CA\_3A-40A didapatkan nilai rata-rata *throughput* 23,456 Mbps, sedangkan konfigurasi CA\_40A-3A didapatkan nilai rata-rata *throughput* 26,161 Mbps. Dari kedua skenario simulasi yang telah dilakukan diketahui bahwa *inter-band* CA mampu meningkatkan *throughput* dibandingkan dengan simulasi kondisi awal jaringan, dengan presentasi kenaikan *throughput* sebesar 94,87%.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada pihak operator Tsel yang telah mendampingi dalam pengamatan OSS dan membantu dalam menganalisis kondisi trafik *user* di area Ciparay Bandung. Data ini sangat berarti dalam penyelesaian penelitian ini.

#### DAFTAR RUJUKAN

- BPS. (2019). Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat.
- Cox, C. (2012). *An Introduction to LTE*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Fadlan, I., & T. J. (2017). Performance Analysis of Inter-band and Intra-band Carrier Aggregation on Planning and Dimensioning LTE-Advanced in Bandung City. *The 3rd International Conference on Wireless and Telematics 2017*, (pp. 129–133).
- Gujral, E., & Jadon, J. S. (2016). LTE Evolution towards Carrier Aggregation (LTE-advanced). *Journal of Telecommunications System & Management*, 5(1).
- Huawei LTE RNP. (2010). *LTE KPI Drive Test Guide and Measure method*.
- Iskandar, & Galih, R. (2015). Throughput Evaluation in LTE-Advanced Network Access Using Carrier Aggregation. *1st International Conference on Wireless and Telematics (ICWT)*, (pp. 1–5).
- Kakishima, Y., D. (2011). Experimental Evaluation on Throughput Performance of Asymmetric Carrier Aggregation in LTE-Advanced. *Proceeding of IEEE 73rd Vehicular Technology Conference (VTC Spring)*, (pp. 1–5).
- Kurniawan, E. S., Wahyudin, A., & Danisya, A. R. (2019). Analisis Perbandingan LTE-Advanced Carrier Aggregation Deployment Scenario 2 dan 5 di Semarang Tengah. *TECHNO*, 20(2), 77–86.
- Ltd, C. H. T. (2009a). LTE Link Budget Intoduction. In *Huawei Confidential* (pp. 3–17).
- Ltd, C. H. T. (2009). LTE Radio Network Planning Introduction. In *Huawei Confidential* (pp.

- 14–20).
- Saputra, D. W., Usman, U. K., & Meylani, L. (2015). Planning LTE-Advanced Using Carrier Aggregation Intra-Band Non-Contiguous and Inter-Band Non-Contiguous Method. *IEEE Asia Pacific Conference on Wireless and Mobile*, (pp. 36–40).
- Sesia, S., Toufik, I., & Baker, M. (2012). *LTE – The UMTS Long Term Evolution From Theory to Practice*. John Wiley & Sons, Ltd.,
- Shen, Z., D. (2012). Overview of 3GPP LTE-Advanced Carrier Aggregation for 4G Wireless Communications. *IEEE Communications Magazine*, 122–130.
- Technology, H. (2011). *Long Term Evolution (LTE) Radio Access Network Planning Guide*.
- Xi, C. (2013). *Analysis of the Impact of TD-LTE on Mobile Broadband*.