

**ANALISIS PERANCANGAN LTE- A DENGAN TEKNIK CARRIER AGGREGATION INTERBAND PADA FREKUENSI 1800 MHz DAN 2300 MHz DI KOTA SEMARANG TENGAH (STUDY KASUS : PT. TELKOMSEL)**

**ANALYSIS OF DESIGNING LTE-A WITH CARRIER AGGREGATION INTERBAND TECHNIQUE ON FREQUENCY 1800 MHz AND 2300 MHz IN CENTRAL SEMARANG CITY (CASE STUDY : PT. TELKOMSEL )**

**Juwi Nanda Sinulingga<sup>1</sup> , Ade Wahyudin,S.T., M.T<sup>2</sup> ,Muntaqo Alfin Amanaf, S.ST., M.T**

<sup>123</sup>*Program Studi Teknik Telekomunikasi Intitut Teknologi Telkom Purwokerto, Jl. D.I Panjaitan, No 128, Purwokerto, Jawa Tengah*

<sup>1</sup>Jhoenandasinulingga@gmail.com<sup>2</sup>Adewahyudin@ittelkom-pwt.ac.id<sup>3</sup>Muntaqo@ittelkom-pwt.ac.id

**Abstrak**

*Carrier aggregation* merupakan teknologi LTE – *Advanced* dari generasi ke 4. Dengan adanya teknologi *carrier aggregation* ini dapat menambah nilai throughput yang pada sisi pelanggan *user* dengan memanfaatkan spectrum yang tersedia. Konsep *carrier aggregation* sendiri adalah teknik menggabungkan beberapa sinyal *carrier* menjadi satu sinyal *carrier*. Perancangan yang dilakukan berdasarkan data site eksisting dan data *trafik* yang diperoleh dari salah satu operator di Indonesia. Dan untuk parameter pengukuran yang telah dianalisis adalah nilai RSRP , CINR dan persentase *user connected*. Berdasarkan simulasi pada *software* Atoll 3.3. Diperoleh jaringan LTE-*Advanced* *release* 12 dengan teknik *carrier aggregation interband* dengan *signal level*  $\geq -80$  dBm sebesar 100 % , CINR *level*  $\geq 5$  dB sebesar 78.3 % , rata-rata persentase *user connected* 99.61 % dan *throughput* 2059.14 Mbps. Berdasarkan hasil analisis didapatkan hasil bahwa jaringan LTE *release* 12 dengan teknik *carrier aggregation interband* lebih baik dan layak diterapkan untuk memenuhi *throughput* yang lebih tinggi di Kota Semarang Tengah.

**Kata kunci : CA, LTE-A, Atoll**

**Abstract**

*Carrier aggregation* is a technology LTE – *Advanced* 4rd generation . With this aggregation of carrier technology can add value to the customer side throughput users by utilize the available spectrum. The concept of carrier aggregation i is a technique of merging several carrier signals into a single signal carrier. The design is done based on the existing site data and traffic data that is retrieved from one of the operators in Indonesia. And for measurement of the parameters analyzed are RSRP, CINR and percentage of users connected. Based on a software simulation on Atoll 3.3. LTE-*Advanced* Network obtained *release* 12 carrier aggregation technique with interband with *signal level*  $\geq -80$  dBm of 100%, CINR *level*  $\geq 5$  dB of 78.3%, the average percentage of users connected 99.61% and 2059.14 Mbps throughput. Based on the results the analysis of the obtained results that LTE networks *release* 12 carrier aggregation technique with interband better and worth are applied to meet the higher throughput in Semarang city.

**Keywords: Carrier Aggregation, LTE-Advanced, Atoll, Spectrum**

## 1. PENDAHULUAN

Dewasa ini tidak dapat dipungkiri lagi bahwa perkembangan teknologi sangat berkembang pesat. Penggunaan teknologi oleh manusia dalam menyelesaikan pekerjaan, merupakan hal yang menjadi keharusan dalam kehidupan..Dampak utama penggunaan teknologi dalam kehidupan sehari-hari adalah tingginya volume trafik . Oleh karena itu dibutuhkan suatu jaringan yang dapat memenuhi kebutuhan akan kapasitas dan mobilitas yang tinggi dalam proses komunikasi sehingga masalah akan kebutuhan trafik dapat terpenuhi.

Untuk memenuhi kebutuhan akan kapasistas dan trafik , 3GPP (*third generation Partnership Project*) menemukan suatu teknologi LTE-Advanced. LTE-Advanced memiliki kecepatan sampai 1 Gb/s di sisi *downlink* dan 300 Mb/s di sisi *uplink* [1]. Prinsip kerja dari *carreri aggregation* sendiri adalah menggabungkan *component carrier* dari 2 frekuensi yang berbeda maupun dengan frekuensi sama dengan memanfaatkan *bandwith* yang dimiliki suatu operator. Seperti yang diketahui bahwa *spectrum* frekuensi merupakan sumber daya yang terbatas dalam teknologi jaringan *wireless*. Metode yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah dengan simulasi perancangan menggunakan *software* penunjang Atoll. Perancangan jaringan LTE-Advanced pada tulisan ini dilakukan berdasarkan data *site* dan data *traffic* dari operator, dengan pengujian pada parameter jumlah *site* yang dibutuhkan,, nilai C/I dan rata-rata persentase *user connected*.

Penelitian terkait dalam perancangan jaringan LTE-A Ayu tika permatasari (2016) dilakukan perancangan *carrier aggregation* dengan metode *frequency reuse* sebagai *management interference* dan penambahan fitur *carrier aggregation* skema *frequency reuse* yang digunakan adalah *fractional frequency reuse* yaitu membagi sel menjadi dua daerah, *cell edge* dan *cell centre* dengan menggunakan daya pancar yang berbeda. Sedangkan skema penerapan *carrier aggregation* yang digunakan adalah *carrier aggregation deployment scenario 3* dengan menggunakan dua band frekuensi dan pola pancaran yang berbeda. Parameter yang dianalis pada jurnal tersebut adalah RSRP, CINR , *connected user* dan *throughput*. Dari hasil penelian terjadi peningkatan CINR namun *throughput* dan *connected user* mengalami penurunan.

Penelitian yang dilakukan Dharma Winata S dilakukan perancangan LTE-Advanced dengan metoda *carrier aggregation inter-band non-contiguous* dan *intra-band non contiguous* di Kota Bandar Lampung.Untuk perancangan dengan teknik *intra-band non-contiguous* diperoleh jumlah *site* sebesar 29, *signal level* -80 dBm sebesar 82.15%, CINR level 5 dB 71.98%, rata-rata persentase *user connected* 93.33%, dan rata-rata *throughput* 1364.22 Mbps. Sedangkan pada perancangan dengan teknik *inter-band non-contiguous* diperoleh jumlah *site* sebesar 21, *signal level* -80 dBm sebesar 86.13%, CINR level 5 dB 76.358%, rata-rata persentase *user connected* 87.3%, dan rata-rata *throughput* 1273.97 Mbps.

## 2. DASAR TEORI

Penelitian terkait dalam perancangan jaringan LTE-A dengan teknologi *carrier aggregation* (CA) dengan software simulasi Atoll 3.3. Berikut teori pendukung yang digunakan dalam penelitain ini.

### 2.1 LTE-Advanced

LTE- Advanced diperkenalkan 3GPP dalam rilis 10, 11 dan 12. LTE-Advanced merupakan teknologi terbaru sebagai evolusi dari LTE dan diharapkan mampu untuk memberikan kecepatan data rate yang lebih tinggi baik pada sisi *downlink* maupun di sisi *uplink*. Selain itu jaringan LTE – Advanced ini diharapkan juga dapat memberikan layanan yang efisien dalam penggunaan spectrum. Karena spectrum merupakan sumber daya terbatas dalam jaringan telekomunikasi untuk

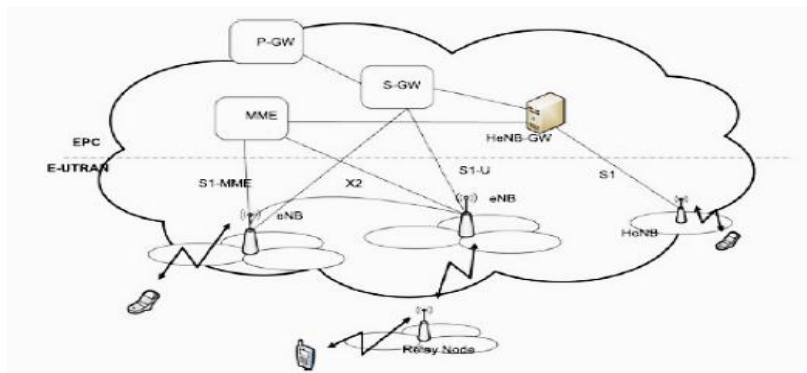
lebih jelasnya dapat dilihat pada table 1. 3GPP mengembangkan kemampuan LTE- *Advanced* sesuai dengan spesifikasi *release* 11 sebagai berikut [1].

1. Dukungan bandwidth yang lebih besar hingga mencapai 100 Mhz melalui *carrier aggregation* [1].
2. *Peak data rates* meningkatkan menjadi : 1Gbps di sisi downlink dan 500 Mbps disisi (*uplink*) [2].
3. Efisiensi *spectrum* yang lebih tinggi, dari yang semula hanya 16 bps/Hz di *release* 8 menjadi 30 bps/Hz di *release* 10 [2].
4. Enhanced MIMO [1].

Tabel 1 IMT-Advace Requirment dan LTE-Advanced Project Capability [2]

Item	IMT – Advaced Requirment	LTE – Advanced Projected Capability
Peak Data Rate DL		1 Gbps
Peak Data Rate UL		500 Mbps
Spectrum Allocation	Up to 40 Mhz	Up to 100 Mhz
Latency User Plane	10 msec	10msec
Latency Control Plane	100 msec	50 msec
Peak Spectral Efficiency DL	15 bps/Hz	30 bps/Hz
Peak Spectral Efficiency UL	6,75 bps/Hz	15 bps/Hz
Cell- Edge Spectral Efficinecy DL	0,06 bps/Hz	0,09 bps/Hz
Cell- Edge Spectral Efficinecy UL	0,03 bps /Hz	0,07 bps/Hz

## 2.2 Arsitektur LTE-Advanced



Gambar 1 Arsitektur LTE-Advanced

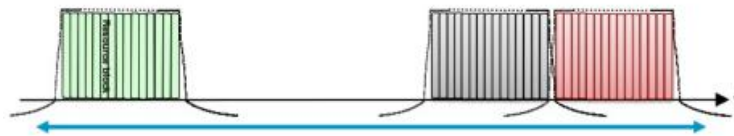
Dari gambar 1 dapat diketahui, secara garis besar arsitektur jaringan LTE-Advanced tidak jauh berbeda dengan arsitektur jaringan LTE. Terdapat tiga *level* utama yaitu: *User Equipment I* (UE), *Envolved UTRAN I* (E-UTRAN), dan *Envolved Packet Core* (EPC) [4].

## 2.3 Carrier Aggregation

*Carrier aggregation* (CA) adalah suatu teknik penggabungan dua atau lebih frekuensi carreri secara bersamaan baik pada *band* frekuensi yang sama maupun *band* frekuensi yang berbeda

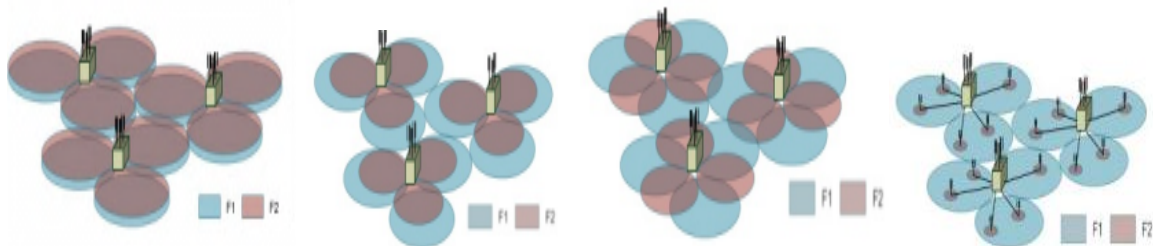
dengan tujuan untuk menambah lebar *bandwith* sehingga dapat memenuhi *peak data rates* yang ditetapkan oleh IMT *Advanced* [2] dengan maksimal CC yang dapat di agregasikan sebesar 100 Mhz [1]. Secara umum ada tiga scenario spectrum yang ada dalam teknologi *carrier aggregation* dapat dilihat seperti berikut:

1. *Carrier aggregation intra-band contiguous*
2. *Carrier aggregation intra-band non- contiguous*
3. *Carrier aggregation inter-band non-contiguous*



Gambar 2 Skenario CA *Inter-Band Non-Contiguous* [3]

Untuk meningkatkan *data rate* untuk pengguna yang berada dalam cakupan area banyak sel yang saling berhimpitan. Dengan *carrier aggregation*, terdapat macam-macam cara. Pada gambar 3 merupakan *scenario-scenario* yang digunakan dalam pengimplementasian teknologi *carrier aggregation*.



Gambar 3 *Carrier Aggregation DepelomentScenario 1, 2, 3, 3 dan 4* [3]

#### 2.4 KONDISI SPECTRUM FREKUESNI 1800 MHZ DAN 2300 MHZ

Pada skripsi ini menggunakan teknik *carrier aggregation* pada teknologi *LTE-Advanced* berdasarkan pita frekuesni yang dimiliki oleh operator Telkomsel. Telkomsel merupakan salah satu operator yang memiliki tingkat layanan yang terbaik saat ini. Untuk meningkatkan layanan, dimana pada tahun 2017 operator Telkomsel resmi memiliki frekuensi 2300 Mhz yang memiliki *bandwith* 30 Mhz dan pada frekuensi 1800 Mhz memiliki *bandwith* 22,5 Mhz. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gamabr 4 dibawah ini.



Gambar 4 Spektrum Frekuensi 1800 MHz Di Indonesia. [4]

### 2.5 Planning Jaringan

Pada penelitian ini menggunakan data *site* dan data *traffic throughput* dari operator Telkomsel sebagai acuan dalam penelitian yang berjumlah 36 *site*. Untuk besaran *traffic* tidak akan dicantumkan karena dokumen tersebut bersifat rahasia.

Pada penelitian ini menggunakan model propagasi COST231-Hatta. Model propagasi ini bekerja pada frekuensi 1500 – 2000 MHz. Untuk persamaannya sendiri dapat dilihat pada persamaan dibawah ini [5].

$$Pl (dB) = 46.3 + 33.9 \log f - 13.02 \log hb - a(hr) + [44.9 - 6.55 \log (hb)] * \log d + c$$

Dimana : -  $a(hr) = 3,2 (\log(11,75hr))^2 - 4,97$  ; daerah Urban

- Pl = Free Space loss
- d = Jari-jari sel
- hb = Tinggi eNodeB
- hr = Tinggi *user Equipment*

Dan Untuk menguji hasil *user connected* dan *throughput* menggunakan metode *Monte Carlo*. Simulasi monte carlo melibatkan penggunaan *user* secara acak dalam memodelkan system. Untuk persamaanya dapat dilihat pada persamaan berikut:

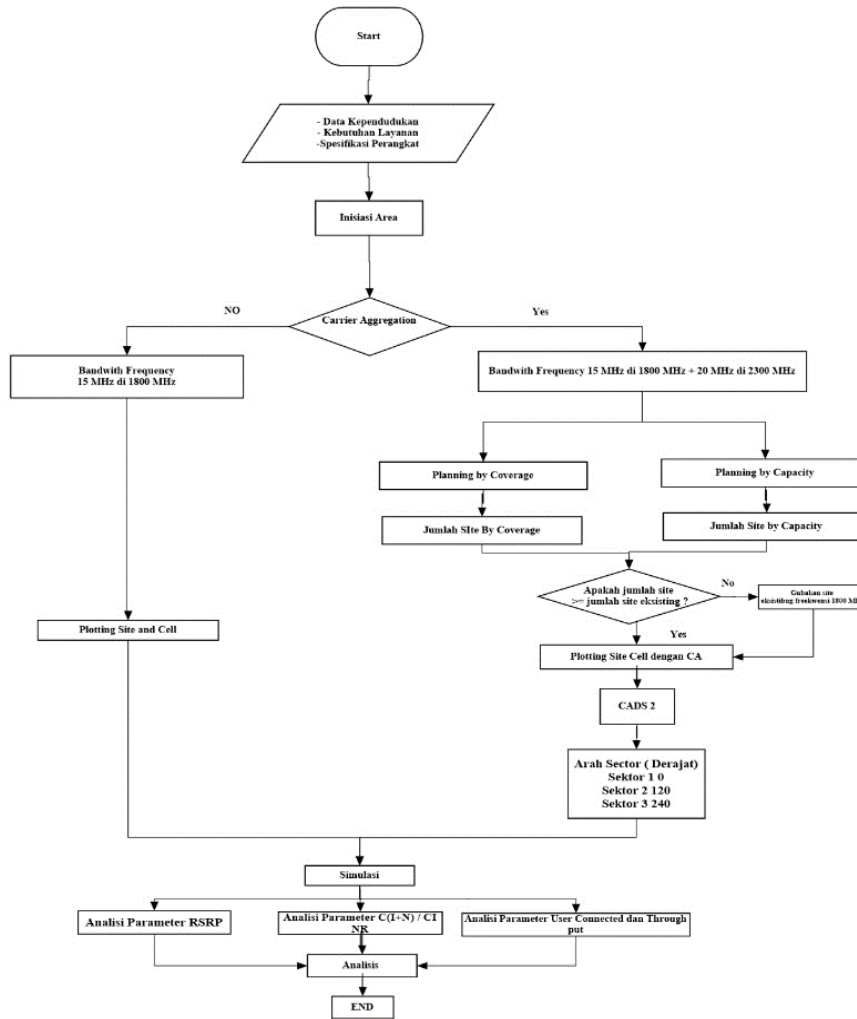
$$P_i = f_i/n$$

Dimana

- $P_i$  = Probalitas kejadian *i*
- $f_i$  = Frekuensi kejadian *i*
- $n$  = Jumlah frekuensi semua kejadian.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini, dilakukan analisis perancangan jaringan *LTE-Advanced* dengan menggunakan teknologi *carrier aggregation* dan tanpa *carrier aggregation*. Penggunaan *site* mengacu pada kondisi kordinat *existing site* pada frekuensi 1800 Mhz dengan lebar pita bandwidth 15 MHz pada lokasi perancangan. Untuk mencapai hasil yang diharapkan pada penelitian ini dilakukan alur alur pengerjaan sesuai alur kerja pada gambar 1 sebagai berikut :



Gambar 1 Alur Kerja Diagram Sistem

**3.1. Lokasi Penelitian**

Untuk lokasi penelitian dilakukan pada Kota Semarang Tengah. Pada tahap ini Semarang Tengah diklarifikasikan sebagai daerah urban, dikarenakan kepadatan penduduk di Semarang Tengah mencapai 6.651 orang dalam satu kilometer persegi, Untuk peta wilayah Kota Semarang dapat dilihat pada gambar 5 dibawah ini [7].



Gambar 5 Peta Kota Semarang [6]Tabel 2 Data Kependudukan Kota Semarang [6]

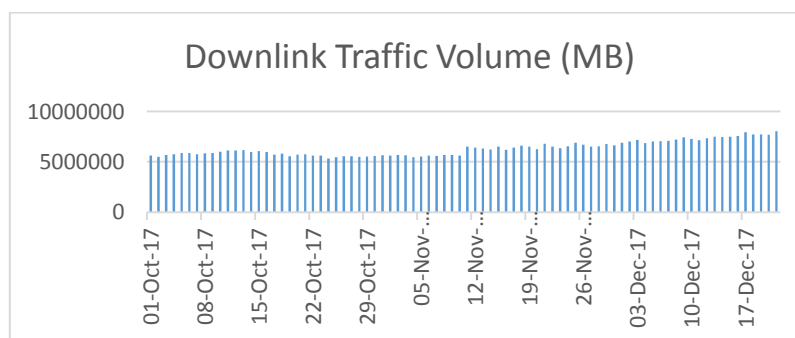
NO	Nama Kecamatan	Usia Produktif (15-49 thn) jiwa	Klasifikasi Tipe Daerah	Laju Pertumbuhan Penduduk (%) periode tahun 2020
1	Mijen	33809	Urban	2.2
2	Gunung Pati	46414	Urban	0.81
3	Gajah mungkur	38191	Urban	-0.28
4	Semarang Selatan	47700	Urban	1.37
5	Candisari	45946	Urban	0.45
6	Tembalang	92863	Urban	0.77
7	Pedurungan	108848	Urban	-0.19
8	Genuk	57699	Urban	0.35
9	Gayamsari	44293	Urban	-0.26
10	Semarang timur	44915	Urban	-0.64
11	Semarang utara	74272	Urban	-1.27
12	Semarang tengah	40839	Urban	0.84
13	Semarang barat	93398	Urban	1.28
14	Tugu	19340	Urban	-0.6
15	Ngaliyan	75602	Urban	0.67
16	Banyumanik	78344	Urban	0.53

### 3.2 Pemilihan Carrier Aggregation

Pada tugas akhir ini dilihat kinerja dari LTE-Advanced menggunakan Carrier Aggregation berdasarkan Component Carrier yang dimiliki oleh operator Telkomsel. Skenarion Carrier Aggregation Development Scenario 2.

#### 3.2.1 Planning by Capacity

Planning by Capacity merupakan metode perancangan untuk mempertimbangkan kebutuhan sejumlah trafik pada suatu daerah. Throughput demand adalah trafik permintaan yang dibutuhkan di suatu daerah dan throughput per cell adalah besarnya throughput yang dapat dilayani oleh suatu sel atau sering juga disebut sebagai kapasitas sel [7].



Gambar 6 Grafik Data Trafik Kota Semarang

Berdasarkan hasil perhitugnann, diperoleh jumlah site dalam memenuhi throughput di Kota Semarang Tengah pada jaringan LTE release 8 berjumlah 70 site dan pada jaringan LTE-

*Advanced release 12* berjumlah 20 site sedangkan data *site* eksisting yang diperoleh dari operator berjumlah 36 *site*. Lebih lengkapnya dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3 Jumlah *site* tanpa *carrier aggregation* dan dengan *carrier aggregation*

Klasifikasi Daerah	Network Throughput (Mbps)		Tanpa CA		Dengan CA	
	UL	DL	Jumlah site		Jumlah site	
			UL	DL	UL	DL
Urban	2742.11	29260.5	5	70	5	20

### 3.2.2 Planning by Coverage

Pada perancangan berdasarkan *Coverage*, parameter yang paling berpengaruh adalah *radio link budget* dan model propagasi yang digunakan pada penelitian ini menggunakan propagasi Cost231-Hatta. Setelah melakukan perhitungan *link budget* diperoleh *site* pada jaringan LTE *release 8* dan LTE-*Advanced* berjumlah 3 *site*. Mengapa pada kedua jaringan memiliki jumlah *site* yang sama dikarenakan pada LTE-*Advanced* menggunakan frekuensi 1800 Mhz sebagai *primary cell* yang dimana pada LTE *release 8* juga menggunakan frekuensi tersebut. Berikut luas *site* dan jumlah *site* pada jaringan LTE *release 8* dan LTE-*Advanced release 12* :

Tabel 4 Hasil Perhitungan *Planning By Coverage*

	Urban Frekuensi
<i>MAPL (dB)</i>	127.288
Radius (km)	1.06
Luas Sel (km <sup>2</sup> )	2.08
Kebutuhan Site	3 site

## 4. ANALISIS SIMULASI

Setelah melakukan simulasi pada *software* Atoll 3.3 maka dapat dianalisa hasil sebagai berikut :

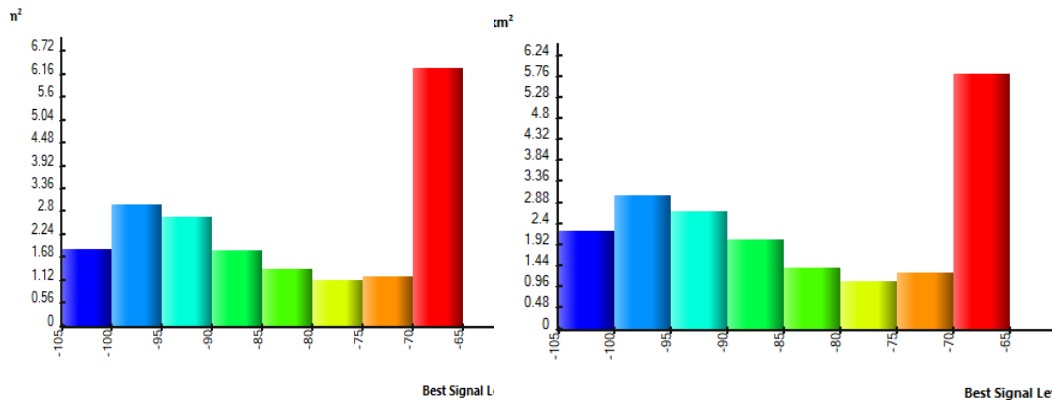
### 4.1 Analisis Perencanaan *Capacity Planning*

Pada penelitian tugas akhir ini, *Capacity planning* , yang dilakukan menggunakan data trafik yang diperoleh dari operator Telkomsel di Kota Semarang. Sehingga penulis tidak menggunakan parameter- parameter perhitungan seperti jenis layanan, *bearer rate per* layanan, *busy hour service attempt*, serta penetrasi kebutuhan layanan suatu daerah .Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, jumlah *site* yang didapatkan untuk LTE-*Advanced release 12* dengan fitur *carrier aggregation inter-band* berjumlah 20 *site*, Hanya saja dikarenakan pada penelitian ini penulis menggunakan *carrier aggregation development 2* maka jumlah *site* pada perancangan tetap mengacu pada jumlah *site* eksisting yang sudah ada yaitu berjumlah 36 *site*.

### 4.2 Analisis Simulasi *Coverage by signal level*

Berdasarkan hasil simulasi *coverage by signal level* yang telah dilakukan, terdapat perbedaan nilai antara perancangan jaringan LTE *release 8* dan jaringan LTE *release 12*. Gambar 7 dibawah ini menunjukkan perbandingan histogram pada masing-masing jaringan.





Gambar 7 Nilai Coverage by signal level pada jaringan LTE release 8 dan LTE release 12

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat perbandingan *signal level* antara masing-masing jaringan LTE dapat dilihat pada tabel berikut :

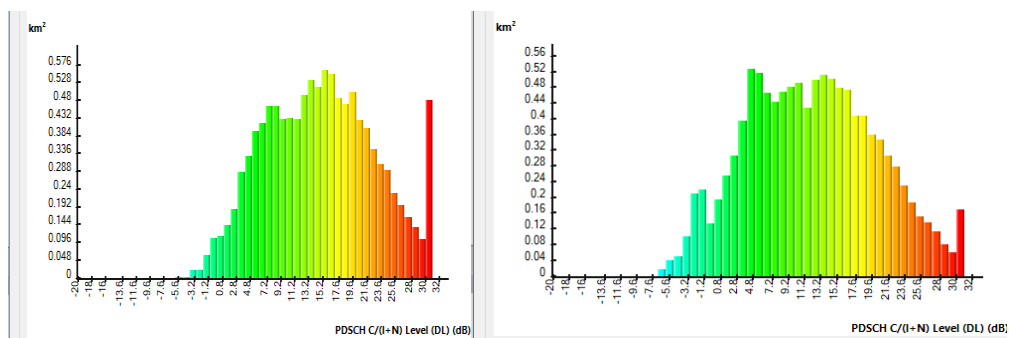
Tabel 5 Perbandingan *Signal Level* LTE release 8 dan LTE release 12 DI Kota Semarang Tengah

Parameter	LTE release 8	LTE release 12
Persentase <i>signal level</i> ( $\geq -80$ dBm)	100 %	100%
Rata- rata <i>signal level</i> (dBm)	25.19	-62.67

Mengacu pada tabel 4.4 diatas dapat dilihat bahwa *signal level* pada jaringan LTE release 8 tanpa *carrier aggregation* dan pada jaringan LTE release 12 dengan teknik *carrier aggregation inter-band* memiliki kualitas yang sama sama baik . Dapat dilihat perbedaan pada rata-rata *signal level* dengan selisih hanya 87.86 dBm lebih unggul LTE release 8 dibanding dengan LTE release 12. Hal ini dikarenakan pada perancangan LTE release 12 dengan teknik *carrier aggregation inter-band* memiliki antenna *primary cell* dan *secondary cell*. Sehingga pada perhitungan statistik rata-rata *signal level* memperhitungkan 2 frekuensi yaitu frekuensi *primary* 1800 MHz dan *secondary* 2300 MHz.

### 4.3 Analisis Simulasi Coverage by CINR Level

Dari hasil simulasi *CINR level* yang telah dilakukan pada jaringan LTE release 8 dan LTE-Advanced release 12 dengan teknik *carrier aggregation interband* diperoleh seperti pada gambar 8. Perbandingan nilai *CINR level* pada perancangan kedua jaringan tersebut dapat dilihat pada gambar histogram berikut :



Gambar 8 Nilai CINR Level Pada Jaringan LTE release 8 dan LTE-Advanced release 12

Untuk lebih jelasnya, perbandingan CINR level antara kedua jaringan LTE dapat dilihat pada table 6 dibawah ini :

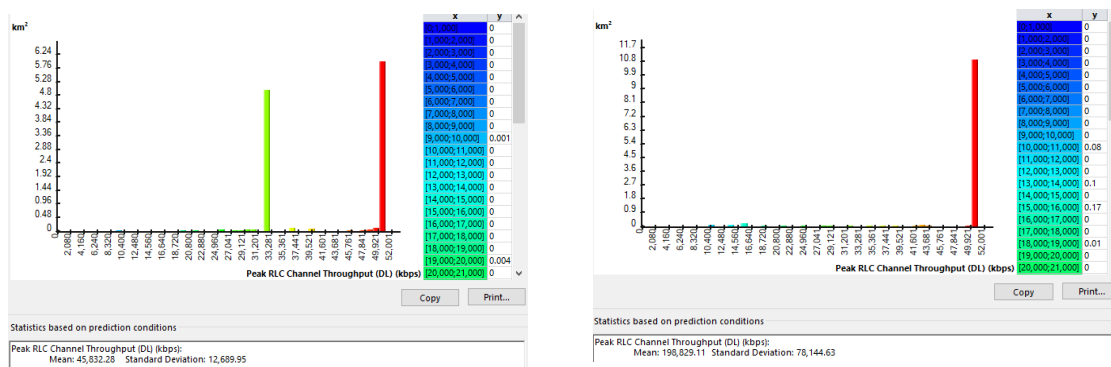
Tabel 1 Perbandingan CINR Level Jaringan LTE release 8 dan LTE-Advanced release 12 Dengan Teknik Carrier Aggregation Interband Di Kota Semarang

Parameter	LTE release 8	LTE-Advanced release 12
Persentase CINR level ( $\geq 5$ dB)	88 %	78.3 %
Rata-rata CINR level (dB)	15	12.15

Dari perbandingan hasil simulasi pada tabel 6, dapat dilihat bahwa CINR level pada jaringan LTE release 8 memiliki kualitas yang lebih baik dibanding dengan LTE-Advanced release 12 dengan selisih persentase CINR level  $\geq 5$  dB sebesar 9.7 % dan rata-rata CINR level sebesar 2.85 dB. Hal ini dikarenakan pada LTE release 8 hanya memiliki 1 frekuensi kerja yaitu pada band 3 (1800 MHz) sehingga interferensi lebih kecil, sedangkan pada LTE-Advanced release 12 mempunyai 2 frekuensi kerja dalam 1 eNodeB yaitu pada band 3 (1800 MHz) dan band 40 (2300 MHz) sehingga interferensi terhadap sel bukan hanya pada band 3 (1800 MHz) saja melainkan band 3 (1800 Mhz) dan band 40 (2300 MHz). Besar kecil nilai CINR level sendiri dapat disebabkan karna sedikit banyaknya jumlah site eNodeB dan pada satu daerah yang dimana site tersebut dalam 1 frekuensi kerja yang sama.

4.4 Analisis Simulasi Throughput Cell

Dari hasil simulai yang telah dilakukan pada jaringan LTE release 8 dan LTE-Advanced release 12 diperoleh perbedaan besar rata-rata throughput. Pada jaringan LTE release 8 diperoleh rata-rata throughput cell sebesar 45,83 Mbps, dan pada jaringan LTE-Advanced release 12 diperoleh rata-rata throughput cell sebesar 198,82 Mbps. Perbedaan besar throughput cell terjadi karena pada jaringan LTE release 8 hanya menggunakan 1 component carrier dengan bandwidth sebesar 15 Mhz sedangkan pada LTE-Advanced release 12 menggunakan 2 component carrier dengan total bandwidth 35 MHz. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 9 yang ditunjukkan dibawah ini.



Gambar 9 Nilai Average Throughput Cell pada jaringan LTE release 8 dan LTE-Advanced release 12

5.4 Analisis Simulasi User Connected dan Throughput

Simulasi Monte Carlo dilakukan sebanyak 10 kali untuk mendapatkan rata-rata persentase user connected dan throughput jaringan. Setelah melakukan simulasi Mon Carlo sebanyak 10 kali simulasi. Hasil Simulasi user connected pada jaringan LTE release 8 dan LTE release 12 dapat dilihat pada table 7 sebagai berikut :

Tabel 7 Perbedaan Rata-Rata Persentase *User Connected* dan *Throughput* pada jaringan LTE *release 8* dengan LTE-*Advanced release 12* Do Kota Semarang Tengah

Parameter	LTE <i>release 8</i>	LTE <i>release 12</i>
Persentase <i>User Connected</i> (%)	97.44	99.61
Throughput (Mbps)	1995	2059.14

Pada Tabel 7 dapat dilihat bahwa jaringan LTE *release 12* dengan teknik *carrier aggregation inter-band* memiliki ppersentase *user connected* dan *throughput* yang lebih besar dibandingkan dengna jaringan LTE *release 8 non carrier aggregation*. Sehingga perancangan jaringan LTE *release 12* dengan teknik *carrier aggregation* layak untuk diimplementasikan. Berdasarkan tabel 4.9 terlihat bahwa jaringan LTE *release 8* memiliki rata-rata *user connected* sebesar 97.44 % dan *throughput* sebesar 1995 Mbps, Sedangkan pada jaringan LTE *release 12* dengan teknik *carrier aggregation inter-band* memiliki rata-rata *user connected* sebesar 99.61 % dan *throughput* sebesar 2059 Mbps. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa jaringan LTE *release 12* dengan teknik *carrier aggregation inter-band* lebih unggul. Hal ini dikarenakan pada jaringan LTE *release 12* dengna teknik *carrier aggregation* memiliki 2 *component carrier* untuk melayani 1 user berbeda dengan LTE *release 8* yang hanya memiliki 1 *component carrier*.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kebutuhan *site* untuk melingkupi Kota Semarang Tengah pada perancangan jaringan jika dihitung berdasarkan nilai MAPL hanya berjumlah 3 *site*, sangat berbeda dengan jumlah *site* yang penulis peroleh dari operator yang berjumlah 36 *site*. Hal ini dikarenakan pada perhitungan nilai MAPL memperhitungkan jangkauan terjauh yang dapat dilayani oleh satu eNodeB berbeda dengan kondisi *real* yang lebih memperhitungkan kepuasan layanan kepada *user*
2. Kebutuhan *site* untuk melayani kebutuhan *user (planning by capacity)* pada perancangan jaringan tanpa ca berjumlah 70 *site* dan jika dihitung dengan CA berjumlah 20 *site*.
3. Berdasarkan simulasi *prediction coverage by signal level (DL)* di aplikasi penunjang Atoll 3.3 didapatkan nilai *signal level*  $\geq - 80$  dBm sebesar 100 % dengan rata-rata kuat sinyal 25.19 pada jaringan LTE *release 8*. Sedangkan untuk jaringan LTE *release 12* dengan teknik *carrier aggregation interband* didapatkan nilai *signal level*  $\geq - 80$  dBm sebesar 100 % dengan rata-rata kuat sinyal sebesar -62.67 dBm. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa jaringan LTE *release 8* lebih unggul disbanding dengan LTE *release 12 carrier aggregation interband* dengan selisih persentase *signal level*  $\geq - 80$  dBm sebesar 87.83 dBm.
4. Berdasarkan simulasi *prediction coverage by C/(I+N) level (DL)* di aplikasi penunjang Atoll 3.3, didapatkan nilai CINR level  $\geq 5$ dB sebesar 88 % dengan rata-rata CINR level sebesar 15 dB untuk jaringan LTE *release 8 non CA*, sedangkan untun jaringan LTE *release 12* dengan teknik *carrier aggregation interband* didapatkan nilai CINR level  $\geq 5$  dB sebesar 78.3 % dengan rata-rata CINR level sebesar 12.15 dB. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa jaringan LTE *release 8* lebih unggul disbanding dengan LTE *release 12* dengan teknik *carrier aggregation interband*. Dengan selisih persentase CINR level  $\geq 5$  dB sebesar 9.7 % dan rata-rata CINR level sebesar 2.85 dB. Hal ini dikarenakan pada jaringan LTE *release 12* dengan teknik *carrier aggregation* daalam memperhitungkan nilai CINR memperhitungkan 2 frekuensi yaitu frekuensi 1800 MHz sebagai *primary cell* dan 2300 MHz sebagai *secondary cell*, berbeda dengan jaringan LTE *release 8* yang hanya menghitung *interferensi* pada 1800 MHz saja.

5. Berdasarkan simulasi Monte Carlo di aplikasi penunjang Atoll 3.3 didapatkan rata-rata *user connected* jaringan LTE release 8 sebesar 97.44 % dengan *throughput* 1995 Mbps, sedangkan pada jaringan LTE release 12 dengan teknik *carrier aggregation interband* didapatkan rata-rata *user connected* sebesar 99.61 % dengan *throughput* 2059.14 Mbps. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa performansi jaringan LTE release 12 dengan teknik *carrier aggregation interband* lebih baik dibandingkan jaringan LTE release 8 dengan selisih rata-rata persentase *user connected* sebesar 2.17 % dan *throughput* sebesar 64.14 Mbps.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] M. Zemedede, "LTE-Advanced Design dan Test Challenges- Carrier Aggregation," in *Agilent Technologies, Calofornia, Agilent Technologies*, 2012, p. 5.
- [2] D. W. Saputra, "ANALISIS PERENCANAAN LTE-ADVANCED DENGAN METODA CARRIER AGGREGATION INTER-BAND NON-CONTIGUOUS DAN INTRA-BAND NON-CONTIGUOUS," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 2, no. 2, p. 3145, 2015.
- [3] P. Muhrahman, "Mekanisme Carrier Aggregation Pada Jaringan 4G LTE-Advanced," *Skripsi*, vol. 2, no. 2, p. 27, 2016.
- [4] A. Himaturokhman, *4G Handbook Edisi Bahasa Indonesia edisi 2*, Jakarta Selatan: [www.nulisbuku.com](http://www.nulisbuku.com), 2015.
- [5] D. Setiawan, "Alokasi Frekuensi," in *Kebijakan dan perencanaan spektrum Indonesia*, Jakarta, Departemen Komunikasi dan Informatika , 2010, p. 220.
- [6] M. T. S. H. K. a. R. U. Noman Shabbir1, "COMPARISON OF RADIO PROPAGATION MODELS FOR LONG TERM EVOLUTION (LTE) NETWORK," *International Journal of Next-Generation Networks (IJNGN)*, vol. 3, no. 3, p. 30, 2011.
- [7] B. P. Statistik, "Kota Semarang Dalam Angka," in *Badan Pusat Statistik Kota Semarang*, Semarang, 2017, p. 22.
- [8] Administrator, - 2015. [Online]. Available: <http://semarangkota.go.id/main/menu/48/peta-wilayah>.
- [9] J. Alen, "Throughput Port Demand Forecasting," January 2011. [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/profile/Alen\\_Jugovic/publication/269786588\\_Traffic\\_Demand\\_Forecasting\\_for\\_Port\\_Services/links/55d73bf008ae9d65948d860f/Traffic-Demand-Forecasting-for-Port-Services.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alen_Jugovic/publication/269786588_Traffic_Demand_Forecasting_for_Port_Services/links/55d73bf008ae9d65948d860f/Traffic-Demand-Forecasting-for-Port-Services.pdf).
- [10] M. M. Group, june 2017. [Online]. Available: <http://www.internetworldstats.com/top20.html>.