

ANALISIS PERFORMANSI PERENCANAAN LTE-UNLICENSED DENGAN METODE SUPPLEMENTAL DOWNLINK DAN CARRIER AGGREGATION DI WILAYAH JAKARTA PUSAT

PLANNING ANALYSIS OF LTE-UNLICENSED PERFORMANCE WITH SUPPLEMENTAL DOWNLINK AND CARRIER AGGREGATION METHODS IN JAKARTA PUSAT

Andi Achmad Akbar Wisani¹, Uke Kurniawan Usman², Ridha Muldina Negara³

^{1,2,3}Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
akbarwisani@gmail.com¹, ukeusman@telkomuniversity.ac.id², ridhanegara@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak

Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Komunikasi dan Informatika (Kemenkominfo) telah resmi membuka layanan akses internet berkecepatan tinggi yang kerap disebut 4G *Long Term Evolution* atau yang biasa disingkat LTE pada spektrum 1800 MHz. Komersialisasi 4G LTE pada frekuensi 1800 MHz yang telah dilakukan dipastikan akan berdampak pada ketersediaan spektrum di masa depan. Oleh karena itu diperlukan teknologi LTE Advanced yang mampu menggabungkan beberapa spektrum frekuensi. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan LTE in *Unlicensed Spectrum* (LTE-U) dengan metode *Carrier Aggregation* (CA). Pada Tugas Akhir ini perancangan LTE-U dibuat dengan 2 skenario, yaitu *supplemental downlink* dan *carrier aggregation*. Perancangan LTE-U ini dilakukan dengan menggunakan bandwidth 20 MHz di frekuensi licensed 1800 MHz (primary cell) dan 5 MHz di frekuensi unlicensed 2.4 GHz. Perancangan ini dilakukan dengan studi kasus wilayah Jakarta Pusat dengan menggunakan dengan Telkomsel sebagai operatornya. Perancangan ini dilakukan dengan metode *planning by capacity* dan *planning by coverage*. Pada Tugas Akhir ini didapatkan bahwa metode yang paling cocok untuk diterapkan di wilayah Jakarta Pusat adalah metode *carrier aggregation by capacity planning* dengan jumlah eNodeB 36 site. Pada simulasi, metode ini memiliki rata-rata *signal level* sebesar -75.36 dBm, rata-rata CINR level sebesar 13.39 dB, presentase *user connected* 89.4%, serta rata-rata *throughput* sebesar 5570,69 Mbps.

Keyword : LTE-U, WiFi, 1800MHz, 2.4 GHz, 5 GHz, *Dimensioning*

Abstract

The Government of Indonesia through the Ministry of Communications and Information Technology (Kemenkominfo) has officially opened its high-speed internet access service is often called 4G Long Term Evolution or commonly abbreviated LTE on 1800 MHz spectrum. Commercialization of 4G LTE on 1800 MHz frequency has done will certainly have an impact on the availability of spectrum in the future. Therefore, it is necessary LTE Advanced technology that is able to combine some of the frequency spectrum. One solution to solve the problem is with in Unlicensed Spectrum LTE (LTE-U) by the method of Carrier Aggregation (CA). In this final project design of LTE-U is made with two scenarios, the supplemental downlink and carrier aggregation. Designing LTE-U is performed using a frequency bandwidth of 20 MHz in the 1800 MHz licensed (primary cell) and 5 MHz in the 2.4 GHz unlicensed frequency. This design is done with a case study using the Central Jakarta area with Telkomsel as the operator. This design is done by the method of planning by capacity and planning by coverage. In this final project found that the most suitable method to be applied in Central Jakarta is the method of carrier aggregation by capacity planning by the number of eNodeB 36 site. In the simulation, this method has an average signal level of -75.36 dBm, the average CINR at 13:39 dB level, the percentage of users connected 89.4%, and the average throughput amounted to 5570.69 Mbps.

Keyword : LTE-U, WiFi, 1800MHz, 2.4 GHz, 5 GHz, *Dimensioning*

1. Pendahuluan

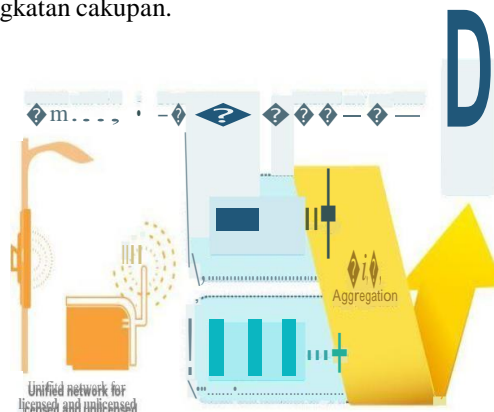
Penerapan teknologi LTE di Indonesia mengalami kendala pada regulasi spektrum yang akan digunakan. Pada awalnya LTE digunakan pada spektrum frekuensi 900 MHz, hal ini membuat kinerja dari LTE itu sendiri dinilai belum maksimal baik dari sisi kecepatan ataupun kualitas layanan. Spektrum merupakan sumber daya yang

terbatas, maka hal ini akan berdampak pada ketersediaan spektrum di masa depan. LTE Advanced yang merupakan release 10 3GPP didukung dengan fitur *carrier aggregation* (CA) dapat menjadi solusi dari masalah tersebut. *Carrier Aggregation* (CA) merupakan suatu teknik penggabungan dua atau lebih spektrum frekuensi dengan tujuan untuk memperbesar *bandwidth* sehingga dapat memenuhi kecepatan data yang tinggi. Salah satu contoh dari penerapan *Carrier Aggregation* ada pada *LTE in Unlicensed Spektrum* (LTE-U). LTE-U akan menggabungkan kekuatan jaringan di frekuensi 1800 MHz dengan frekuensi tak berlisensi (*unlicensed*) dalam hal ini yaitu di frekuensi 2,4 GHz yang biasanya dipake oleh WiFi. Perancangan LTE-U pada tugas akhir ini akan dilakukan melalui dua skenario, yaitu LTE-U *carrier aggregation* pada frekuensi 1800 MHz dan 2,4 GHz serta LTE-U *supplemental downlink* pada frekuensi 1800 dan 2,4 GHz di wilayah Jakarta Pusat. Perancangan LTE-U ini akan memperhatikan beberapa parameter yang akan diuji, yaitu: jumlah site yang dibutuhkan, CINR, *signal level*, *throughput* dan rata-rata presentase *user connected*. Pada tugas akhir ini diharapkan dapat mengetahui skenario mana yang lebih baik untuk diterapkan di wilayah Jakarta Pusat sehingga dapat mengoptimalkan penggunaan alokasi spektrum frekuensi yang ada tanpa mengurangi kecepatan dan kualitas layanan operator seluler di Indonesia.

2. Dasar Teori

A. LTE in Unlicensed Spectrum (LTE-U)^[2]

LTE-U pada awalnya dikembangkan oleh Qualcomm untuk penggunaan teknologi komunikasi radio 4G LTE di spektrum yang tidak berlisensi. LTE-U merupakan fitur baru yang inovatif dalam jaringan nirkabel LTE yang memanfaatkan gelombang radio di frekuensi yang tidak berlisensi seperti frekuensi 2,4 GHz dan 5 GHz yang biasanya digunakan oleh WiFi. LTE-U dirancang untuk menggabungkan kekuatan jaringan di frekuensi 1800 MHz (*licensed*) dengan frekuensi 5 atau 2,4 GHz (*unlicensed*) agar didapatkan *bandwidth* yang besar sehingga akan meningkatkan kapasitas jaringan. Dengan menggabungkan *unlicensed carrier* dengan lisensi FDD atau TDD operator di sel kecil, LTE-U menambah jaringan *mobile LTE* yang sudah ada untuk memberikan pengalaman *mobile broadband* terbaik kepada konsumen. Jaringan LTE-U memanfaatkan spektrum berlisensi dan tak berlisensi dapat menawarkan mobilitas mulus, kapasitas data yang lebih tinggi dan kecepatan data pengguna di atas rata-rata, dan peningkatan cakupan.



Gambar 1 Skema umum LTE-U^[2]

B. Prinsip LTE-Unlicensed

Untuk operator seluler yang memiliki jaringan LTE di spektrum berlisensi, LTE-U dapat dibuat dalam dua skenario, yaitu :

- *Supplemental Downlink* : spektrum tak berlisensi hanya digunakan pada sisi *downlink* saja.
- *Carrier Aggregation* : spektrum tak berlisensi digunakan pada lalu lintas *uplink* dan *downlink*.

3. Perancangan Jaringan LTE-Unlicensed

A. Planning by Capacity

Planning by capacity adalah metode perancangan jaringan yang mampu memenuhi kebutuhan trafik dengan memperhatikan kemampuan suatu perangkat jaringan untuk melayani kebutuhan trafik di suatu daerah layanan.

a. Forecasting Jumlah Pelanggan^[1]

Untuk mengestimasi jumlah pelanggan, perlu dilakukan *forecasting* untuk beberapa tahun ke depan. *Forecasting* jumlah pelanggan pada penelitian kali ini akan diambil dari data kependudukan Kota Jakarta Pusat tahun 2015. Dari data tersebut akan didapatkan jumlah penduduk pada tahun acuan (2015), usia produktif (15-64 tahun), serta laju pertumbuhan penduduk Kota Jakarta Pusat yang sebesar 1,11%. *Forecasting* jumlah pelanggan juga melibatkan beberapa parameter seperti *market share* operator di daerah tinjauan penulis yang sebesar 50% dan penetrasi LTE yang diramalkan sebesar 35%. Sehingga dapat diperoleh perhitungan sebagai berikut :

Tabel 1 Estimasi Jumlah Pelanggan LTE

No	Kecamatan	Total Usia Produktif (2015)	Total Usia Produktif (2020)	Total Pelanggan 2020	Total Pelanggan LTE 2020	Tipe Daerah
1	Tanah Abang	657.770	695.096	347.548	121.642	DENSE URBAN
2	Senen					
3	Johar Baru					
4	Cempaka Putih					
5	Kemayoran					
6	Sawah Besar					
7	Menteng	138.945	146.830	73.415	25.696	URBAN
8	Gambir					

b. Network Throughput dan Throughput per Cell

Perhitungan *Network Throughput* dilakukan untuk mengetahui jumlah *throughput* yang ditawarkan. Tabel trafik di bawah ini merupakan parameter model trafik yang nilainya ditentukan oleh operator dan vendor dengan pertimbangan pengembangan layanan dan strategi pemasaran. Nilai *throughput/session* pada sisi *uplink* dan *downlink* pada tabel trafik di bawah ini

Tabel 2 Throughput/Session Untuk Trafik Model^[3]

Traffic Parameters	UL				DL				UL	DL
	Bearer Rate (Kbps)	PPP Session Time (s)	PPP Session Duty Ratio	BLER	Bearer Rate (Kbps)	PPP Session Time (s)	PPP Session Duty Ratio	BLER	Throughput/Session (Kbit)	Throughput/Session (Kbit)
VoIP	26.90	80	0.4	1%	26.9	80	0.4	1%	869.4949	869.4949
Video Conference	62.53	1800	1	1%	62.53	1800	1	1%	113690.9	113690.9
Real Time Gaming	31.26	1800	0.2	1%	125.06	1800	0.4	1%	11367.27	90952.73
Streaming Media	31.26	3600	0.05	1%	250.11	3600	0.95	1%	5683.636	864016.4
IMS Signalling	15.63	7	0.2	1%	15.63	7	0.2	1%	22.10303	22.10303
Web Browsing	62.53	1800	0.05	1%	250.11	1800	0.05	1%	5684.545	22737.27
File Transfer	140.69	600	1	1%	750.34	600	1	1%	85266.67	454751.5
Email	140.69	50	1	1%	750.34	15	1	1%	7105.556	11368.79
P2P File Sharing	250.1	1200	1	1%	750.34	1200	1	1%	303163.6	909503

Setiap jenis layanan akan memiliki standar throughput yang berbeda untuk dapat diakses. Penetrasi trafik layanan dan nilai *Busy Hour Service Attempt* (BHSA) atau kemungkinan suatu layanan digunakan oleh single user pada saat jam sibuk dikelompokkan sesuai golongan daerah, yaitu : dense urban dan urban.

Hasil nilai trafik pada tabel ditentukan berdasarkan presentase *user* yang menggunakan layanan – layanan tersebut yang diadaptasi dari referensi untuk trafik model. Selain itu terdapat parameter lain yang dapat menjadi acuan untuk perhitungan *user throughput*, yaitu *Peak to Average Ratio* berdasarkan tipe daerah. *Peak to*

Average Ratio merupakan asumsi presentase tertinggi kemungkinan kelebihan beban pada suatu jaringan atau nilai lebih yang ditambahkan pada perhitungan untuk mengantisipasi bila terjadi lonjakan trafik pada daerah layanan.

Tabel 3 Peak to Average Ratio^[3]

Morphology	Dense Urban	Urban
Peak to Average Ratio	40%	20%

Dari beberapa faktor di atas, maka akan diperoleh nilai *single user throughput* baik *uplink* maupun *downlink* dengan melakukan perhitungan sesuai. Untuk layanan *VoIP* pada sisi *uplink* dan *downlink*, nilai *single user throughput* daerah dense urban dapat diperoleh :

Tabel 4 Single User Throughput^[3]

User Behavior	Single User Throughput		Single User Throughput	
	DENSE URBAN		URBAN	
	UL	DL	UL	DL
VoIP	1704.21	1704.21	1356.4	1356.4
Video Phone	247.5935	247.5935	169.7784	169.7784
Video Conference	6366.69	6366.69	3069.7	3069.7
Real Time Gaming	954.8509	7640.03	545.6	4365.7
Streaming Media	238.712	36288.7	153.5	23328.4
IMS Signalling	61.884	61.9	31.8	31.8
Web Browsing	4775.017	19099.3	2728.6	10913.9
File Transfer	7162.4	38199.1	4092.8	21828.1
Email	397.9111	636.7	255.8	409.3
P2P File Sharing	16977.2	50932.2	21827.8	65484.2
Total	38886.4685	161176.4	34231.78	130957.3
Single User Throughput in busy hour	10.8018	44.7712	9.5088	36.37703

Tabel 5 Average SINR distribution untuk frekuensi 1800 MHz

No	MCS	Code Bits	Code rate	SINR(min) (dB)	SINR Probability (Pn)	DL MAC Throughput (Mbps)	UL MAC Throughput (Mbps)
1	QPSK 1/3	2	0.33	-1.5 - 0.3	0.45	15.84	19.008
2	QPSK 1/2	2	0.5	0.3 - 2	0.3	24	28.8
3	QPSK 2/3	2	0.67	2 - 4.5	0.25	32.16	38.6
4	16QAM 1/2	4	0.5	4.5 - 6	0.2	48	57.6
5	16QAM 2/3	4	0.67	6 - 8.5	0.1	64.32	77.2
6	16QAM 4/5	4	0.8	8.5 - 10.8	0.08	76.8	92.2
7	64QAM 1/2	6	0.5	10.8 - 12.5	0.05	72	86.4
8	64QAM 2/3	6	0.67	12.5 - 13.5	0.03	96.48	115.8

Tabel 6
SINR

Average

distribution untuk frekuensi 2,4 GHz

No	MCS	Code Bits	Code rate	SINR(min) (dB)	SINR Probability (Pn)	DL MAC Throughput (Mbps)	UL MAC Throughput (Mbps)
1	QPSK 1/3	2	0.33	-1.5 - 0.3	0.3	3.96	4.752
2	QPSK 1/2	2	0.5	0.3 - 2	0.25	6	7.2
3	QPSK 2/3	2	0.67	2 - 4.5	0.2	8.04	9.648
4	16QAM 1/2	4	0.5	4.5 - 6	0.18	12	14.4
5	16QAM 2/3	4	0.67	6 - 8.5	0.12	16.08	19.296
6	16QAM 4/5	4	0.8	8.5 - 10.8	0.07	19.2	23.04
7	64QAM 1/2	6	0.5	10.8 - 12.5	0.03	18	21.6
8	64QAM 2/3	6	0.67	12.5 - 13.5	0.01	24.12	28.944

Setelah diperoleh nilai *cell average throughput* (MAC), maka dilakukan konversi dari MAC *layer throughput* menuju IP *layer throughput* pada jaringan LTE. Proses perhitungannya dapat dilihat pada tabel (3.9) di bawah ini.

Tabel 7 Radio Overhead^[3]

Protocol Layer	Average Packet Size (Byte)	Relative Efficiency	Symbol
IP	300	-	-
PDCP	302	$300/302*100\% = 0.993377$	A
RLC	304	$302/304*100\% = 0.993421$	B
MAC	306	$304/306*100\% = 0.993464$	C
PHY	-	-	-

Tabel 8 Cell Capacity Setiap Frekuensi

Frekuensi (MHz)	Cell Capacity	
	UL	DL
1800	60.06	50.04
CA (1800 & 2400)	72.43	60.35
Supplemental DL	60.06	60.35

Pada tabel (9) di atas dapat dilihat bahwa *cell capacity* metode *carrier aggregation* baik *uplink* ataupun *downlink* akan lebih besar jika dibandingkan dengan metode yang hanya menggunakan satu frekuensi saja. Sedangkan pada metode *supplemental downlink*, *cell capacity uplinknya* akan sama dengan frekuensi 1800 MHz yang dalam hal ini sebagai *primary cell* dan *cell capacity downlinknya* sama dengan metode *carrier aggregation*.

c. Jumlah Site

Tabel 9 Jumlah Sel dan Site Tanpa CA

No	Tipe Daerah	Kecamatan	Total Pelanggan LTE 2020 (Jiwa)	Network Throughput (Mbps)		Jumlah Sel		Jumlah Site	
				UL	DL	UL	DL	UL	DL
1	DENSE URBAN	Tanah Abang	121.642	1319.9	5438.9	22	109	8	36
2		Senen							
3		Johar Baru							
4		Cempaka Putih							
5		Kemayoran							
6		Sawah Besar							
7	URBAN	Menteng	25.696	244.3	934.7	5	19	2	7
8		Gambir							
JUMLAH			147.338	1564.2	6373.6	27	128	10	43

Tabel 10 Jumlah Sel dan Site Dengan CA dan SDL

No	Tipe Daerah	Kecamatan	Total Pelanggan LTE 2020 (Jiwa)	Network Thoroughput (Mbps)		Jumlah Sel		Jumlah Site	
				UL	DL	UL	DL	UL	DL
1	DENSE URBAN	Tanah Abang	121.642	1319.9	5438.9	19	89	7	30
2		Senen							
3		Johar Baru							
4		Cempaka Putih							
5		Kemayoran							
6		Sawah Besar							
7	URBAN	Menteng	25.696	244.3	934.7	3	16	1	6
8		Gambir							
JUMLAH			147.338	1564.2	6373.6	22	105	8	36

B. Planning by Coverage^[4]

Planning by Coverage adalah suatu metode untuk menentukan luas *coverage* dan estimasi jumlah site yang dibutuhkan pada daerah layanan. Metode ini mengestimasi cakupan eNodeB dengan tetap memperhatikan kualitas sinyal layanan yang diterima hingga ke *cell edge*. Dalam perancangan ini, nilai radius dan luas sel yang diperoleh tergantung pada tipe daerahnya. Langkah – langkah dalam *planning by coverage*, yaitu : menghitung *link budget*, perhitungan radius sel, perhitungan luas sel, dan menentukan jumlah site.

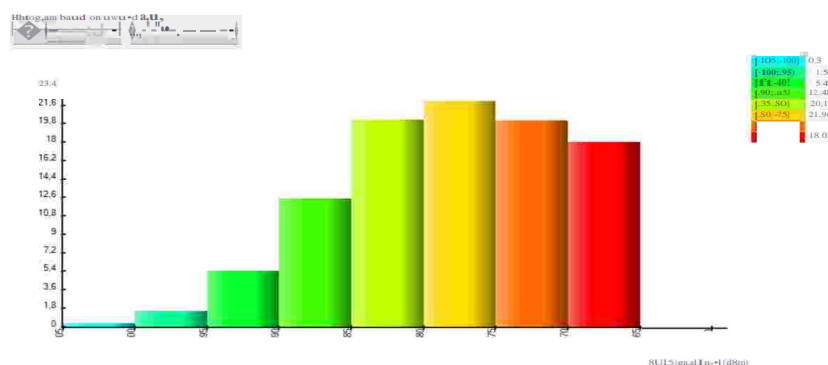
Tabel 11 Hasil Perhitungan *Planning by Coverage*

	Dense Urban	Urban
MAPL (dB)	132.18	132.18
Radius (km)	0.7851 km	0.9614 km
Luas Sel (km ²)	1.2019	1.802
Luas Area (km ²)	32.1	14.13
Jumlah Site	27	8

4. Analisis dan Perancangan

A. Signal Level Non Carrier Aggregation

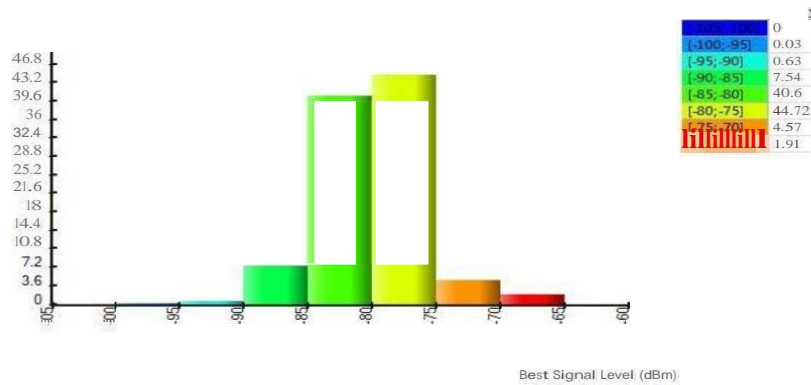
Setelah melakukan *plotting site*, maka akan terlihat daerah-daerah yang tercakup sinyal. Di bawah ini merupakan gambar histogram signal level pada Jakarta Pusat dengan metode *non carrier aggregation*.



Gambar 2 Histogram Signal Level Non CA

Berdasarkan gambar (4.1) diatas, dapat diketahui nilai signal level > -85 dBm dengan wilayah tinjauan sebesar 60.09% dan 39.86% < -85 dBm. Dari hasil simulasi statistik juga dapat diketahui bahwa kuat sinyal rata-rata dengan metode *non carrier aggregation* untuk daerah Jakarta Pusat adaah sebesar -77.82 dBm.

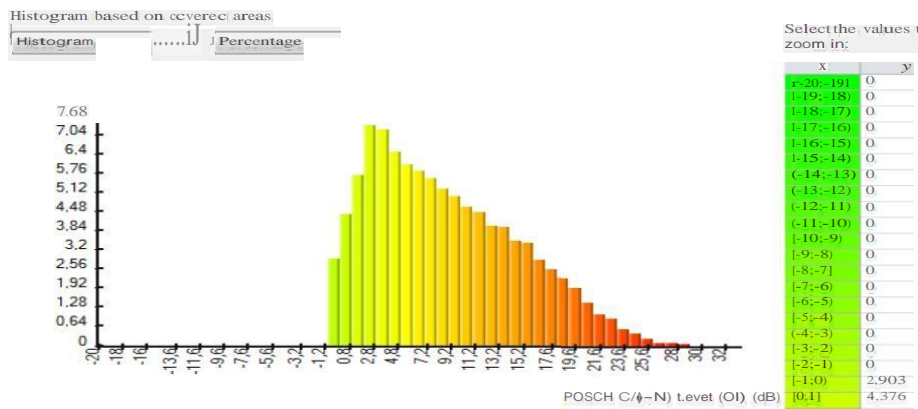
B. Signal Level Carrier Aggregation dan Supplemental Downlink



Gambar 3 Histogram Signal Level CA dan SDL

Berdasarkan gambar (4.3) di atas, didapatkan bahwa > -80 dBm dengan wilayah tinjauan sebesar 51.2% dan 48.8% < -80 dBm. Dari hasil simulasi statistik juga dapat diketahui bahwa kuat sinyal rata-rata metode *carrier aggregation* dan *supplemental downlink* di wilayah Jakarta Pusat adaah sebesar -75.36 dBm.

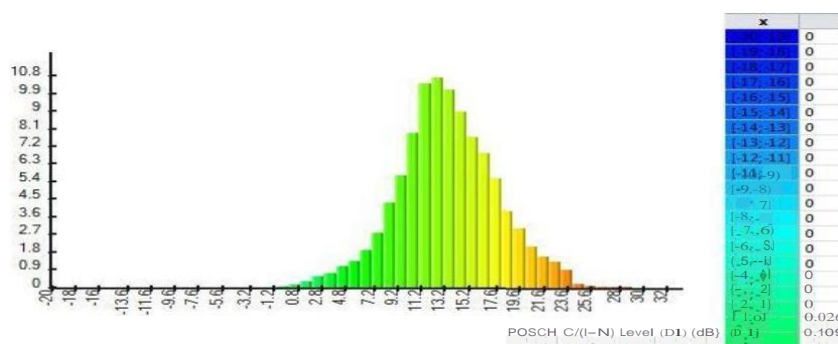
C. CINR Non Carrier Aggregation



Gambar 4 Histogram CINR Non CA

Berdasarkan gambar (4.4) di atas maka didapatkan nilai rata-rata CINR *non carrier aggregation* untuk seluruh wilayah Jakarta Pusat adalah sebesar 8.72 dB.

D. CINR Carrier Aggregation dan Supplemental Downlink



Gambar 5 Histogram CINR CA dan SDL

Berdasarkan gambar (4.5) di atas maka didapatkan nilai rata-rata CINR metode *carrier aggregation* dan *supplemental downlink* untuk wilayah Jakarta Pusat sebesar 13.39 dB.

E. Analisis Hasil Simulasi *User Connected dan Throughput*

Simulasi trafik dilakukan untuk mengetahui kemampuan jaringan dalam menangani demand trafik dan menentukan kelayakan jaringan memberi pelayanan kepada user. Hasil simulasi ini berupa *user connected dan throughput*. Simulasi ini dilakukan pada atoll dengan menggunakan fitur simulasi Monte Carlo. Monte Carlo merupakan teknik untuk mengetahui probabilitas dengan melakukan penyebaran menggunakan variabel acak.

F. Analisa Akhir

Setelah melakukan perhitungan dan simulasi terhadap parameter – parameter *signal level, CINR, user connected, dan throughput* terhadap metode *non carrier aggregation, carrier aggregation, serta supplemental downlink* pada wilayah Jakarta Pusat, maka didapatkan rangkuman pada tabel (4.6) di bawah ini.

Tabel 12 Rangkuman Simulasi

Parameter uji	<i>Non Carrier Aggregation</i>	<i>Carrier Aggregation</i>	Supplemental Downlink
<i>Planning by capacity</i> (Jumlah site)	43	36	36
<i>Planning by coverage</i> (Jumlah site)	35	35	35
Rata-rata <i>signal level</i> (dBm)	-77.82	-75.36	-75.36
Rata-rata CINR level (dB)	8.72	13.39	13.39
Rata-rata persentase <i>user connected</i> (%)	75.4	89.4	89.1
Rata-rata <i>throughput</i> (Mbps)	4707.49	5585.68	5570.69

Pada tabel di atas dapat terlihat beberapa perbedaan masing-masing metode. Metode *carrier aggregation* dan *supplemental downlink* memiliki kesamaan yang tinggi dikarenakan penggunaan frekuensi yang sama, baik *primary cell* ataupun *secondary cell*. Adapun metode *non carrier aggregation* tidak memiliki keunggulan jika dilihat dari segi parameter yang telah ditetapkan di atas.

Berdasarkan pada parameter-parameter di atas, maka metode *carrier aggregation* adalah metode yang paling cocok untuk diterapkan di wilayah Jakarta Pusat. Selain itu, metode ini juga membutuhkan jumlah site yang lebih sedikit sehingga dapat menghemat biaya dalam penerapannya.

5. Kesimpulan

Jumlah site yang dibutuhkan dalam perencanaan jaringan *LTE-Unlicensed* di wilayah Jakarta Pusat sebesar 36 site dengan *planning by capacity* menggunakan metode *carrier aggregation*. Hal ini mengacu pada hasil perhitungan dan simulasi yang menunjukkan bahwa metode *carrier aggregation* adalah metode yang paling cocok untuk diterapkan di wilayah Jakarta Pusat. Metode *carrier aggregation* dan *supplemental downlink* dalam perencanaannya memiliki banyak terdapat kesamaan. Ini diakibatkan karena kedua metode ini menggunakan *bandwidth* pada *primary cell* dan *secondary cell* yang sama. Perbedaannya hanya terletak pada sisi *uplink* saja.

Daftar Pustaka

1. BPS Jakarta Pusat Dalam Angka 2016 (2016). *Jakarta Pusat Dalam Angka*. Jakarta Pusat : Badan Pusat Statistik Jakarta Pusat.
2. Dampier, Phillip. “lte unlicensed how the wireless industry plans to conquer your and the cable industrys home wifi hotspot”. 20 Februari 2016. <http://stopthecap.com/2015/05/11/lte-unlicensed-how-the-wireless-industry-plans-to-conquer-your-and-the-cable-industrys-home-wi-fi-hotspot/>
3. Huawei. (2010). *LTE Radio Network Capacity Dimensioning*. Huawei Technologies Co.
4. Huawei. (2010). *LTE Radio Network Coverage Dimensioning*. Huawei Technologies Co.