

# ANALISIS PERENCANAAN JARINGAN LTE ADVANCED CARRIER AGGREGATION MENGGUNAKAN ANTENA MIMO 2X2 DAN 4X4 DI KOTA BANDUNG

## NETWORK DESIGN ANALYSIS LONG TERM EVOLUTION ADVANCED CARRIER AGGREGATION USING ANTENNA MIMO 2X2 AND 4X4 IN BANDUNG

Arifian<sup>1</sup>, Ir. Achmad Ali Muayyadi M.Sc., Ph.D.<sup>2</sup>, Ir. Uke Kurniawan Usman M.T<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Prodi S1 Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[ganangarifian@gmail.com](mailto:ganangarifian@gmail.com), <sup>2</sup>[alimuayyadi@telkomuniversity.ac.id](mailto:alimuayyadi@telkomuniversity.ac.id), <sup>3</sup>[ukekurniawanusman@telkomuniversity.ac.id](mailto:ukekurniawanusman@telkomuniversity.ac.id)

### Abstrak

LTE Advanced Feature adalah penggabungan antara *wifi* dan *cellular data*, maka *output data ratenya* akan menjadi *double*. LTE Advanced merupakan teknologi generasi ke 4 (4G) yang memberikan fitur-fitur terbaru demi mencapai *data rate* yang tinggi. *Data rate* untuk LTE Advanced diharapkan mencapai 1 Gbps untuk sisi downlink dan 300 Mbps untuk sisi uplink. Salah satu fitur yang menjadi faktor bertambahnya *data rate* adalah dengan teknik *Carrier Aggregation*. Fitur ini dapat menggabungkan dua atau lebih komponen carrier dengan bandwidth maksimum sebesar 20 MHz per carrier baik dalam satu band frekuensi maupun berbeda. Antena MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) merupakan sistem komunikasi yang menggunakan lebih dari satu antena dimana keduanya berfungsi sebagai *transmitter* dan *receiver* secara bersamaan. Dalam jurnal ini penggunaan *carrier aggregation* dapat mengoptimalkan frekuensi existing yang saat ini masih ditempati teknologi GSM. Parameter yang dianalisis pada jurnal kali ini adalah RSRP, CINR, *Connected user* dan *Throughput*.

**Kata Kunci :** LTE Advanced, Carrier Aggregation, MIMO

### Abstract

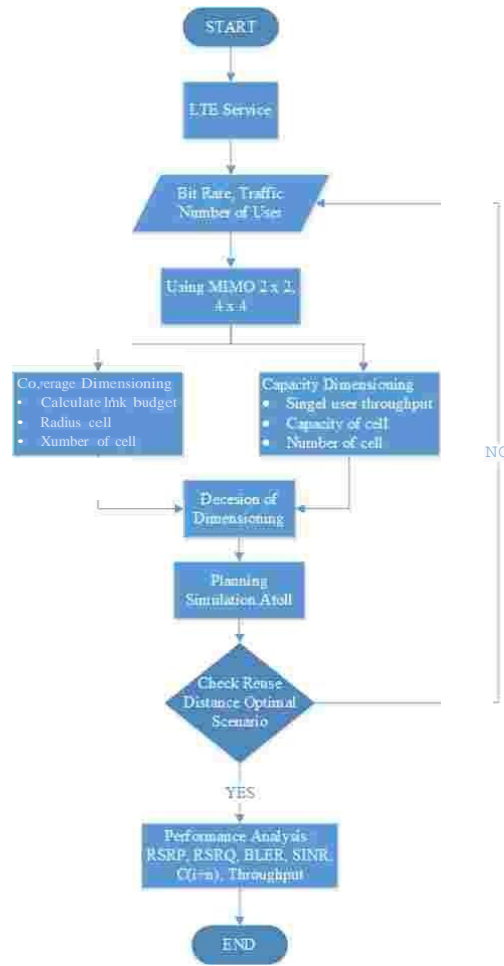
LTE Advanced Feature is the merger between *wifi* and *cellular data*, the *data output rate* is going to be a *double*. LTE Advanced technology is the 4th generation (4G), which provides the latest features to achieve high *data rate*. The *data rate* for LTE Advanced are expected to reach 1 Gbps for the downlink and 300 Mbps for the uplink. One feature is a factor increasing the *data rate* is the engineering *Carrier Aggregation*. This feature can combine two or more components of a carrier with a maximum bandwidth of 20 MHz per carrier either in one or a different frequency band. Antenna MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) is a communication system that uses more than one antenna which served both as a *transmitter* and *receiver* simultaneously. In this paper the use of *carrier aggregation* can optimize existing frequencies that are still occupied GSM. Parameter technologies analyzed in this journal is RSRP, CINR, *Connected user* and *Throughput*.

### 1. Pendahuluan

Penggunaan perangkat *user* pada era ini seperti *smartphone* dan perangkat akses Internet lainnya menawarkan pengalaman user yang meningkat dengan aplikasi-aplikasi *high-bandwidth-consumption* seperti *download data*, *interactive*, *video streaming* dan *mobile cloud* menyebabkan trafik data meningkat. Namun ketersediaan bandwidth untuk teknologi LTE masih terbatas sehingga dibutuhkan suatu teknik untuk menambah kapasitas yaitu dengan metode *carrier aggregation*. Dengan mengadopsi metode *carrier aggregation* maka penambahan perangkat antenna MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) sangatlah penting, guna mengatasi pergerakan data yang cepat dan tepat. Maka antenna mimo adalah solusi yang tepat dengan kemampuan penerima dan pemancaran yang sama baiknya,

### 2 Teori dan Tahap Perencanaan

Sebelum merancang jaringan LTE hal yang dilakukan adalah mengetahui kebutuhan jaringan pada daerah tinjauan. Kebutuhan tersebut antara lain traffic demand, kapasitas sel dan jumlah site. Setelah itu penerapan skema dapat dilakukan pada hasil perancangan dengan menyesuaikan hasil perancangan dengan CA.



Gambar 2. 1 Alur Perancangan

### 2.1 LTE Capacity Planning [7]

Capacity planning merupakan metode perancangan yang memperhitungkan kebutuhan *demand traffic* sejumlah pelanggan. Pada metode ini dibutuhkan data statistik kependudukan pada daerah tinjauan. Data ini dibutuhkan untuk mengestimasi jumlah user untuk beberapa tahun kedepan. Langkah-langkah yang dalam melakukan *capacity planning* yaitu : *forecasting* pelanggan, *throughput* pelayanan, *single user throughput* dan kapasitas sel.

#### 2.1.1 Forecasting Pelanggan

Forecasting dilakukan untuk mendapatkan estimasi jumlah user untuk beberapa tahun kedepan. Untuk menghitung forecasting pelanggan dapat menggunakan persamaan (1).

$$P_n = P_o (1 + GF)^n \tag{1}$$

$P_n$  adalah jumlah penduduk pada tahun ke- $n$ ,  $P_o$  merupakan jumlah tahun saat perencanaan dan  $GF$  adalah faktor pertumbuhan penduduk. Pada daerah tinjauan, terdapat market share untuk operator  $X$  yang menggunakan layanan LTE. Secara lebih jelas bisa dilihat pada persamaan berikut :

$$Total\ target\ user = P_n \times A \times B \times C \tag{2}$$

Dengan  $P_n$ =jumlah penduduk tahun ke- $n$  ;  $A$  = presentase jumlah penduduk usia produktif ;  $B$  = presentase market share operator  $X$  ;  $C$  = presentase penetrasi user LTE operator  $X$

#### 2.1.2 Throughput Layanan

Jaringan yang dirancang harus mampu memberikan throughput minimal untuk setiap layanan agar layanan yang disediakan mampu terakses oleh user. Perhitungan throughput/session diperoleh dari persamaan berikut :

$$Throughput/session = Bearer\ Rate \times PPP\ Session\ Time \times PPP\ Session\ Duty\ Ratio \times [1/(1-BLER)] \tag{3}$$

Dengan: Throughput/session = Throughput minimal yang harus disediakan jaringan(Kbit) ; Bearer Rate : data rate yang harus disediakan oleh service application layer (IP) (Kbps) ; PPP Session Rate : rata-rata durasi setiap layanan(s), PPP Session Duty Ratio=rasio data yang dikirimkan setiap sesi merupakan rata-rata durasi penggunaan layanan(s) ; BLER= Block error rate yang diizinkan per sesi.

**2.1.3 Single User dan Network Throughput**

Setiap user memiliki kebiasaan yang beragam dalam menggunakan layanan LTE. Throughput tiap user pada kondisi jam sibuk dapat diperoleh dengan persamaan berikut :

$$SUT = \frac{\sum_{h=1}^H h \cdot B_{HSA} \cdot P_{h,PAR} \cdot (1+P_{h,PAR})}{3600} \tag{4}$$

Dimana : SUT = Single User Throughput (kbps); B<sub>HSA</sub>=Inisiasi penggunaan layanan selama jam sibuk ; Penetration rate= penetrasi penggunaan layanan pada daerah tinjauan ; PAR(Peak to Average Ratio) = estimasi lonjakan trafik.

Kemudian untuk menentukan kebutuhan throughput keseluruhan pada daerah yang ditinjau (network throughput) dapat diperoleh dengan persamaan berikut :

$$Network\ Throughput = Total\ Target\ User \times SUT \tag{5}$$

**2.1.4 Kapasitas Sel**

Kapasitas sel dapat diperoleh dengan menggunakan pendekatan berikut :

$$DL\ Cap. + CRC = (168-36-12) \times C_b \times C_r \times N_{rb} \times C \times 1000 \tag{6}$$

Dengan : CRC=24, C<sub>b</sub> (Code Bits)=efisiensi modulasi, C<sub>d</sub> (Code Rate) = channel coding rate, N<sub>rb</sub>= jumlah resource block yang digunakan dan C = mode antenna MIMO.

**2.1.5 Cell Dimensioning**

Jumlah sel yang dibutuhkan untuk dapat menangani trafik berdasarkan perhitungan capacity planning dapat diperoleh dengan persamaan :

$$Jumlah\ sel = \frac{Network\ Throughput}{Kapasitas\ Sel} \tag{7}$$

**2.3 Coverage Planning [6]**

Coverage planning mempertimbangkan gain dan loss dari spesifikasi perangkat. Model propagasi yang digunakan juga akan mempengaruhi hasil radius sel. Dalam coverage planning, yang pertama dilakukan adalah menghitung link budget yaitu untuk mengetahui nilai maximal allowed path loss (MAPL) antara transmitter dan receiver. Perhitungan link budget dapat dilihat pada Tabel 2.3

**2.3.1 Propagation Model**

Pada perancangan ini digunakan frekuensi primary cell untuk skenario tanpa CA dan dengan CA yaitu frekuensi 1800 MHz. Model propagasi yang paling mendekati dengan frekuensi tersebut adalah COST 231. Kemudian radius sel dapat diketahui dengan persamaan model propagasi COST 231 berikut :

$$L_p\ (dB) = A + B \log_{10}(d) + C \tag{8}$$

Dimana :  $A = 46.3 + 33.9 \log_{10}(f_c) - 13.28 \log_{10}(h_b) - a(h_m)$  (9)

$B = 44.9 - 6.55 \log_{10}(h_b)$  (10)

$C = 0$  : untuk *medium city* dan area suburban ;  $3$  : untuk area metropolitan

Pada model propagasi COST 231, terdapat parameter factor koreksi untuk area tertentu, yaitu parameter a(hm). Untuk persamaan a(hm) dapat dilihat sebagai berikut :

Urban a(hm) =  $3.2 (\log(11.75h_m))^2 - 4.97\ db$  (11)

Rural dan Suburban =  $1.1 \log(f) - 0.7 h_m - (1.58f - 0.8)$  (12)

Keterangan :

$L_p$  = pathloss (dB);  $f$ = frekuensi transmisi (MHz) ;  $h_b$ = tinggi antenna efektif eNode B (m) ;  $d$  = jarak (km)

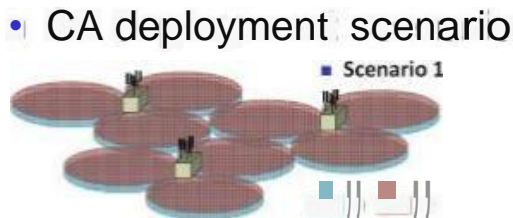
Tabel 2.1 Perhitungan MAPL

Parameter	Value	Unit
Tx (User Equipment)		
Tx power (dBm)	23	A
Allocated Resource Block	4	B
Subcarrier to Distribute Power	48	C
subcarrier power (dBm)	6.188	$D=A-10*\text{Log}(C)$
Tx Body Loss(dB)	0	E
EIRP per subcarrier (dBm)	6.188	$F=D-E$
Rx (eNode B)		
Thermal Noise per subscriber (dB)	-132.22	G
SINR (dB)	-7	H
Rx Noise Figure (dB)	2.3	I
Receiver Sensitivity (dBm)	-136.92	$J=G+H+I$
Rx Antenna Gain (dBi)	18	K
Rx Cable loss (dB)	0.5	L
Interference Margin (dB)	1	M
Min Signal Reception Strength (dBm)	-153.42	$N=J-K+L+M$
Path Loss & shadow margin		
Penetration Loss (dB)	18	O
Shadow fading Margin (dB)	9.4	P
Path Loss(dB)	132.204	$Q=G-N-O-P$

2.4 Sites Plotting

2.4.1 Carrier Aggregation Deployment Scenario 3

Pada simulasi *carrier aggregation deployment scenario 1*, terdapat *primary cell* dan *secondary cell*. Pada skenario CADS 1 ini tidak ada perbedaan pada nilai azimuth pada setiap antenna *primary cell* dan *secondary cell*.



Gambar 2.2 Carrier Aggregation Deployment Scenario 1

*Plotting site* untuk skema CADS1, menggunakan jumlah site berdasarkan perhitungan *capacity planning* dengan kapasitas sel yang sudah diagregasi antara *primary cell* dan *secondary cell*.

3. Hasil Perancangan

Pada *capacity planning* menghasilkan site yang sama besar dengan hasil *coverage planning*, yaitu berjumlah 9 site.

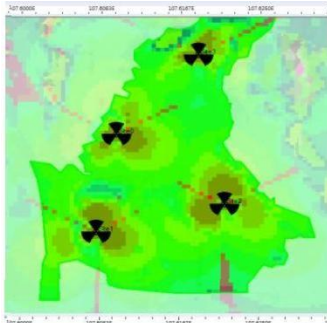
Tabel 3.1 Jumlah Site *Capacity Planning* dan *Covergae planning*

	Capacity				Covergae			
	Dense Urban	Urban	Sub Urban	Rural	Dense Urban	Urban	Sub Urban	Rural
Jumlah site	3	3	2	1	4	2	2	1
Total Site	9				9			

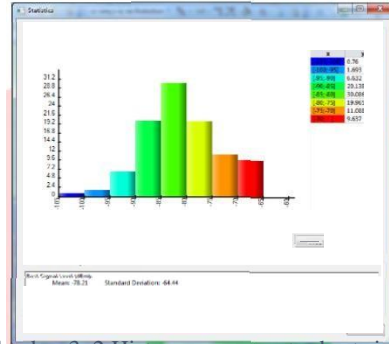
### 3.1 Hasil Simulasi

#### 3.1.1 Best Signal

Perubahan parameter best signal level tidak terlalu tampak significant di bandung dengan parameter lainnya. Hal ini di karenakan penambahan carrier aggregation yang telah diaktifkan pada saat simulasi, sehingga hasil yang di dapat cukup baik

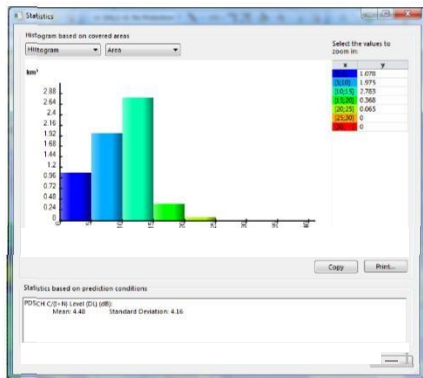


Gambar 3. 1 Jumlah site pada daerah dense urban

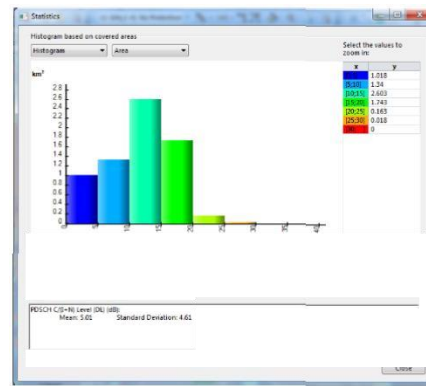


Gambar 3. 2 Histogram parameter best signal

#### 3.1.2 Analisis Coverage by CINR

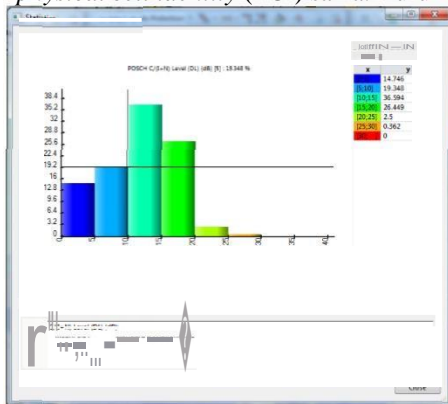


Gambar 3. 3 CINR CA Interband Antena mimo 4x4

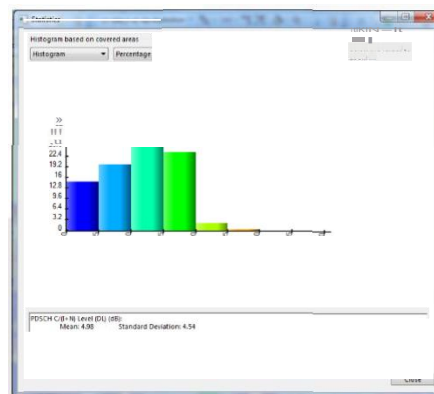


Gambar 3.4. CINR CA Interband Antena mimo

Carrier to Interference Noise Ratio (CINR) merupakan perbandingan antara daya sinyal carrier terhadap penginterferensi dan noise. Interferensi yang berpengaruh pada simulasi tugas akhir ini adalah interferensi *co-channel* yang disebabkan oleh sel lain yang memiliki *physical cell identity* (PCI) sama. Buruknya nilai CINR akan memengaruhi kualitas layanan yang diberikan.



Gambar 3.5 CINR CA Intraband antenna mimo 4x4



Gambar 3.6 CINR CA Intraband antenna mimo 2x2

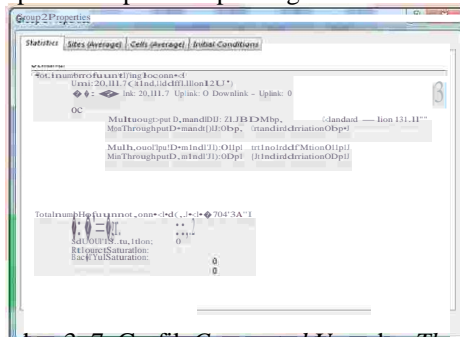
Pada skema plotting site dapat dilihat bahwa persebaran CINR tidak mencapai tepi sel. Hal ini diakibatkan karena pada skema initial masih terdapat *co-channel interference* yaitu interferensi yang terjadi karena penggunaan kanal yang sama pada sel bertetangga yang terlalu dekat.

### 3.2 Hasil Simulasi Trafik

#### 3.2.1 Hasil Simulasi *Connected User* dan Simulasi *Throughput*

Nilai throughput yang menunjukkan user throughput yaitu throughput yang bisa didapatkan oleh setiap user pada daerah tinjauan. User throughput yang dimaksud adalah *application throughput* yang merupakan *throughput* akhir yang dapat dirasakan oleh user tanpa memperdulikan *coding* (redundansi, *overhead*, *addressing* dll).

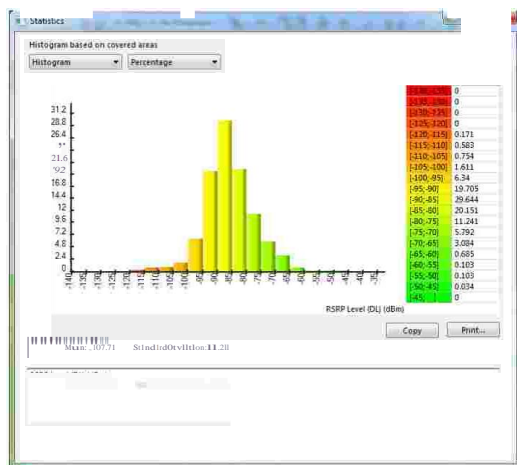
Simulasi throughput dilakukan pada setiap skema plotting site.



Gambar 3.7 Grafik *Connected User* dan *Throughput*

#### 3.2.2 RSRP Coverage Prediction

Parameter RSRP (Reference Signal Receive Power) adalah perhitungan daya rata-rata untuk setiap resource element yang membawa reference signal dalam suatu bandwidth. RSRP akan terukur pada user sebagai level kuat daya sinyal yang memiliki peranan penting untuk melakukan handover dan cell selection and reselection.



Gambar 3.8 RSRP Dense Urban CA interband mimo 4



Gambar. 3.9 RSRP Dense Urban CA intraband mimo 2x2

### 4. Kesimpulan

1. Kebutuhan jumlah site untuk melingkupi beberapa kecamatan di Bandung pada perencanaan dengan teknik *carrier aggregation intra-band non-contiguous* sebesar 9 site, hasil yang sama dengan *carrier aggregation inter-band non-contiguous* yang hanya 9 site. Hal ini terjadi karena pada penelitian tugas akhir ini, frekuensi *primary* untuk *carrier aggregation inter-band non-contiguous* adalah 900 MHz, lebih rendah dibanding *carrier aggregation intra-band non-contiguous* yaitu 1800 MHz.
2. Berdasarkan simulasi *predictions coverage by signal level* (DL) di dalam software Atoll 3.2.1, didapatkan nilai *signal level*  $\geq -80$  dBm sebesar 82.15% dengan rata-rata kuat sinyal sebesar -69,245 dBm untuk *carrier aggregation intra-band non-contiguous*. Sedangkan untuk *carrier aggregation inter-band non-contiguous* didapatkan nilai *signal level*  $\geq -80$  dBm sebesar 86.13% dengan rata-rata kuat sinyal sebesar -69,30 dBm.

Perencanaan dengan teknik *carrier aggregation inter-band non-contiguous* lebih unggul dengan selisih persentase *signal level*  $\geq -80$  dBm sebesar 3.98% dan rata-rata *signal level* sebesar 1.69 dBm.

3. Berdasarkan simulasi *predictions coverage by C/(I+N) level* (DL) di dalam *software* Atoll 3.2.1, didapatkan nilai CINR *level*  $\geq 5$  dBm sebesar 71.98% dengan rata-rata CINR *level* sebesar 11,585 dB untuk *carrier aggregation intra-band non-contiguous*. Sedangkan untuk *carrier aggregation inter-band non-contiguous* didapatkan nilai CINR *level*  $\geq 5$  dBm sebesar 76.358% dengan rata-rata CINR *level* sebesar 11,875 dB. Perencanaan dengan teknik *carrier aggregation inter-band non-contiguous* lebih unggul dengan selisih persentase CINR *level*  $\geq 5$  dB sebesar 4.378% dan rata-rata CINR *level* sebesar 0.12 dB.
4. Berdasarkan simulasi di dalam *software* Atoll 3.2.1, didapatkan rata-rata persentase *throughput* 81,428 Mbps pada teknik *carrier aggregation intra-band non-contiguous*, pada jaringan *carrier aggregation inter-band non-contiguous* didapatkan rata-rata persentase *throughput* 80,823 Mbps, pada jaringan. Pada perancangan jaringan dengan teknik, *carrier aggregation intra-band non-contiguous* lebih unggul dengan selisih rata-rata *throughput* sebesar 81,428 Mbps.
5. Berdasarkan simulasi-simulasi yang dilakukan dalam *software* Atoll 3.2.1, telah didapatkan bahwa teknik *carrier aggregation inter-band non-contiguous* memiliki keunggulan pada 4 parameter uji sedangkan *carrier aggregation intra-band non-contiguous* hanya memiliki keunggulan pada 2 parameter uji. Selain itu, penerapan teknik *carrier aggregation inter-band non-contiguous* dapat menghemat biaya karena membutuhkan jumlah site yang lebih sedikit dibandingkan *carrier aggregation intra-band non-contiguous* sehingga *carrier aggregation inter-band non-contiguous* lebih baik untuk diterapkan.

## 5. Daftar Pustaka

1. Ryaavi Research. (2013, Agustus). *Mobile Broadband Explosion*. Ryaavy Research.
2. Uke, Galuh dkk. 2013. *Fundamental Teknologi Seluler LTE*. Rekayasa Sains, Indonesia.
3. Akyidilz, I. (2010). *The evolution to 4G cellular systems: LTE-Advanced*. Atlanta: School of Electrical and Computer Engineering Georgia Institute of Technology.
4. Holma, H. (2009). *LTE FOR UMTS OFDMA AND SC-FDMA BASED RADIO ACCESS*. London: Wiley.
5. Wannstrom, J(2013). *LTE-Advanced*. 3GPP.
6. 4GAmericas. (2014). *LTE Carrier Aggregation Technology Development and Deployment Worldwide*. 4GAmericas.
7. 3GPP. (2014, September 24). *Workplan 3GPP*. 3GPP.
8. Setiawan, D. D. (2013). *Ekosistem dan Regulasi*. Jakarta: Ditjen SDPPI – Kementerian Kominfo.
9. Huawei. (2011). *LTE Radio Access Network Planning Guide*. Huawei Technologies Co.
10. Huawei. (2010). *LTE Radio Network Capacity Dimensioning*. Huawei Technologies Co.
11. Huawei. (2010). *LTE Radio Network Coverage Dimensioning*. Huawei Technologies Co.
12. Song, L. (2011). *Evolved Cellular Network Planning and Optimization for UMTS and LTE*. New York: CRC Press Taylor & Francis Group.
13. Badan Pusat Statistik Kota Bandung
14. Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Bandung
15. Indonesia, Indosat. (2016). *Subscriber Real Time Report 2016*. Bandung.
16. HUAWEI. (2012). *LTE KPI DT GUIDE & MEASURE METHOD*. Huawei LTE RNP.
17. Edinburgh. (2010, Mei 28). *Value of C/(I+N) threshold for LTE*. Retrieved from Finetopix:[http://www.finetopix.com/showthread.php?9960-value-of-C-\(I-N\)-threshold-for-LTE](http://www.finetopix.com/showthread.php?9960-value-of-C-(I-N)-threshold-for-LTE)
18. Daily LTE Performance Network
19. C. Cox, *An Introduction to LTE*, Chichester: John Wiley & Sons, 2012.

- 20. Mohammed Abduljawad M.Al Shibby, Mohamed Hadi Habaebi and Jalel Chibil, "Carrier Aggregation In Long Term Evolution-Advanced," *IEEE*, pp. 154-159, 2012.
- 21. Costa Nelson and Haykin Simon, Wiley, Theory and Practice, Multiple-Input Multiple-Output, Channel Models, 2010.

