



**PERENCANAAN PEMBANGUNAN JARINGAN 4G LTE
DI BANDUNG PADA FREKUENSI 2100 MHZ
MENGUNAKAN SOFTWARE ATOLL**

Bobby Juan Pradana¹, Achmad Setiaji²

^{1,2}AKADEMI TELKOM SANDHY PUTRA JAKARTA

¹bobbyjuan.p@gmail.com, ²achmadsetiaji291112@gmail.com



ABSTRAK

Pada penelitian proyek akhir ini perancangan LTE-Advanced menggunakan bandwidth 20 MHz pada frekuensi 2100 Mhz. Perancangan LTE-Advanced menggunakan metode coverage area di Kota Bandung.

Parameter yang dianalisis pada penelitian ini antara lain: jumlah site, signal level, dan CINR level, berdasarkan simulasi pada software Atoll 2.8.1. Untuk perancangan jumlah site diperoleh sebesar 34 site, signal level untuk klasifikasi daerah dense urban sebesar -78,21 dBm, klasifikasi daerah urban sebesar -84,96 dBm, klasifikasi daerah sub urban sebesar -88,94 dBm. Untuk nilai CINR didapatkan hasil dari klasifikasi daerah dense urban sebesar 8 dB, klasifikasi daerah urban sebesar 14 dB, klasifikasi daerah sub urban sebesar 10,5 dB. Berdasarkan hasil analisis didapatkan hasil bahwa jaringan dari setiap klasifikasi memenuhi syarat KPI Vendor Huawei atau dapat dikatakan memiliki kualitas yang baik.

Kata kunci : LTE-Advanced, signal level, CINR, parameter, dense urban, urban, sub urban, Atoll.

ABSTRACT

In this final project, the design of LTE - Advanced using a bandwidth of 20 MHz at a frequency of 2100 Mhz. Designing LTE - Advanced using the coverage area in Bandung.

The parameters analyzed in this study include: the number of sites, signal level, and CINR level, simulation based on software Atoll 2.8.1. To design a site number obtained by 34 sites, the signal level for a dense urban area classification of -78.21 dBm, the classification of urban areas amounted to -84.96 dBm, the classification of sub-urban areas of -88.94 dBm. For CINR value is obtained from the classification of dense urban areas by 8 dB, the classification of urban areas at 14 dB, the classification of sub-urban areas of 10.5 dB. Based on the results of the analysis showed that the network of each eligible classification KPI Vendor Huawei or can be said to have good quality.

Keywords: LTE-Advanced, signal level, CINR, parameter, dense urban, urban, sub urban, Atoll.

1. PENDAHULUAN

Teknologi dan komunikasi semakin berkembang pesat karena semakin banyak kebutuhan manusia dalam teknologi dan komunikasi. Perkembangan itu salah satunya adalah pada bidang telekomunikasi, saat pertama di gunakan masih memerlukan banyak kabel untuk menghubungkan satu sama lain. Tetapi di zaman sekarang yang sudah sangat banyak pengguna komunikasi, sangat tidak efektif jika masih menggunakan kabel untuk menghubungkan satu sama lain, karena sekarang pengguna layanan komunikasi lebih banyak menggunakan smartphone dan membutuhkan jaringan komunikasi seluler.

Performansi jaringan seluler di pengaruhi oleh beberapa faktor antara lain data rate, area cakupan, topologi, ukuran jaringan, dan konsumsi daya. Salah satu faktor tersebut adalah area cakupan antenna pada Base Transceiver Station (BTS). Area cakupan antenna BTS adalah persebaran sinyal dari antenna pada permukaan bumi untuk mencakup pengguna layanan seluler sehingga mendapatkan sinyal untuk melakukan segala aktifitas telekomunikasi.

Perencanaan *LTE-Advanced* menggunakan pendekatan *planning by coverage* dengan memperhatikan parameter-parameter yang akan diuji yaitu: jumlah *site* yang dibutuhkan, *signal level*, dan CINR.

2. Landasan Teori

2.1 Karakteristik LTE-Advanced

LTE-Advanced diperkenalkan 3GPP dalam rilis 10 dan 11. *LTE-Advanced* sebagai evolusi dari LTE diharapkan mampu untuk memberikan kecepatan data rate yang lebih tinggi baik pada sisi downlink maupun uplink. Selain itu, evolusi menuju *LTE-Advanced* ini diharapkan juga dapat memberikan efisiensi dalam penggunaan spectrum. 3GPP mengembangkan kemampuan *LTEAdvanced* sesuai dengan spesifikasi rilis 11 sebagai berikut [4]:

- Dukungan bandwidth yang lebih besar hingga mencapai 100 MHz melalui *Carrier Aggregation*
- *Enhanced MIMO*

- Dukungan Heterogeneous Network termasuk peningkatan *Inter-Cell Interference Coordination*(eICIC)
- *Coordinated Multipoint Transmission* (CoMP) dengan dua pendekatan yang diusulkan yaitu : *coordinated scheduling/beamforming* dan *joint processing/transmission*
- *Relay Nodes*

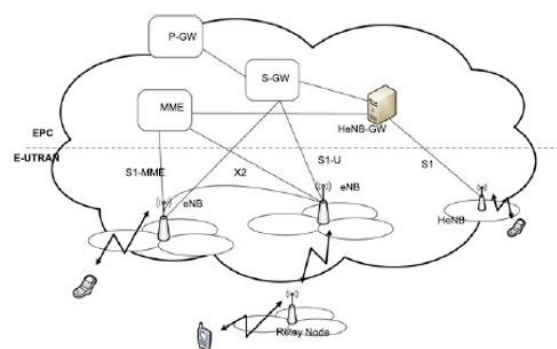
Teknologi *LTE-Advanced* bertujuan untuk memenuhi persyaratan teknologi *wireless next generation* atau yang biasa disebut *IMT-Advanced*^[4]. Pada tabel (2.1) dijelaskan mengenai persyaratan *IMT-Advanced* untuk *LTE-Advanced* dan kemungkinan proyeksi *LTE-Advanced*

Tabel 2.1 *IMT-Advanced Requirement dan LTE-Advanced Project Capability*^[13]

Item	IMT-Advanced Requirement	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	10 msec
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 Efficiency DL	0.06 bps/Hz	0.09 bps/Hz

2.2 Arsitektur LTE-Advanced

Gambar 2.1 mendeskripsikan arsitektur jaringan *LTE-Advanced*, dimana terdapat tiga level utama yaitu : *User Equipment* (UE), *Evolved UTRAN* (E-UTRAN), dan *Evolved Packet Core* (EPC).



Gambar 2.1 Arsitektur Jaringan *LTE-Advanced*^[1-3]

2.3 Perkembangan Teknologi Seluler

Teknologi seluler terus berkembang dari waktu ke waktu dengan perubahan teknologi sehingga merubah banyak fitur serta kecepatan akses didalamnya. Dalam perkembangannya teknologi seluler berkembang dari generasi pertama (1G) hingga generasi keempat (4G).^[14]

1. Generasi Pertama (1G)

2. Generasi Kedua (2G)
3. Generasi Dua Setengah (2.5G)
4. Generasi Ketiga (3G)
5. Generasi Tiga Setengah (3.5G)
6. Generasi Keempat (4G)

2.4 Pengenalan LTE

LTE atau Long Term Evolution merupakan generasi teknologi seluler keempat yang dikembangkan oleh 3GPP (3rd Generation Partnership Project) yang merupakan teknologi lanjutan dari UMTS (Universal Mobile Telephone Standard). Organisasi 3GPP memutuskan kriteria teknologi LTE sebagai berikut [14]:

- Kecepatan data puncak downlink mencapai 100Mbps saat pengguna bergerak cepat dan 1 Gbps saat bergerak pelan atau diam. Sementara untuk uplink kecepatan data puncak mencapai 50 Mbps.
- Delay sistem berkurang hingga 10 ms
- Efisiensi spektrum meningkat hingga empat kali lipat dari teknologi 3.5 G High Speed Packet Access (HSPA)
- Migrasi sistem yang hemat biaya dari HSPA ke LTE
- Meningkatkan layanan broadcast
- Bandwidth yang fleksibel mulai dari 1,4 MHz, 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz, hingga 20 MHz
- Dapat bekerja di berbagai spektrum frekuensi.
- Dapat bekerjasama dengan sistem 3GPP maupun sistem non 3GPP.

2.5 Perhitungan Maximum Allowable Path Loss (MAPL)

Maximum Allowable Path Loss merupakan nilai maksimum dari nilai propagasi antara perhitungan nilai dari perangkat eNodeB dan mobile station, yang mana nilai perhitungan MAPL ini dibagi menjadi dua untuk arah MAPL uplink dan downlink. Yang mana nilai uplink digunakan untuk menentukan nilai maksimum redaman propagasi dari mobile station ke eNodeB, dan nilai downlink merupakan nilai maksimum redaman propagasi dari eNodeB ke mobile station agar tetap dapat melayani keperluan dari komunikasi untuk seluruh user dalam suatu cakupan daerah.

2.6 Klasifikasi Daerah

Pengklasifikasian daerah bertujuan untuk memudahkan dalam perhitungan serta penempatan site pada proses perancangan jaringan di daerah perencanaan, karena masing-masing wilayah memiliki kebutuhan trafik yang berbeda-beda sehingga tidak bisa disamakan. Klasifikasi daerah dibagi menjadi 4 type yaitu [13]:

- Dense Urban

- Urban
- Sub Urban
- Rural

2.7 Perencanaan Jaringan Seluler

Perencanaan jaringan seluler meliputi, yaitu coverage planning. Coverage planning merupakan perencanaan dengan memperhatikan spesifikasi alat dan parameter input jaringan secara teknik, diantaranya dengan mempertimbangkan daya pancar, daya terima, path loss, sensitivitas alat, dan lain-lain. [13]

2.7.1 Planning by coverage

Planning by coverage merupakan perhitungan jumlah sel yang dibutuhkan untuk dapat mencakup seluruh daerah yang direncanakan dengan memperhatikan redaman maksimum yang diperbolehkan. Dalam melakukan planning by coverage, langkah-langkah yang dilakukan meliputi: Menghitung link budget, penentuan model propagasi, perhitungan luas sel, perhitungan jumlah site. [13]

2.7.1.1 Perhitungan link budget

Perhitungan radio link budget ini digunakan untuk mengetahui estimasi nilai maksimum dari pelemahan sinyal yang diperbolehkan antara UE (User Equipment) dengan eNode B, nilai pelemahan sering disebut dengan Maximum Allowable Path Loss (MAPL). Pelemahan sinyal terbagi dua arah yaitu uplink dari UE ke eNodeB dan downlink dari eNodeB ke UE.

Untuk menghitung MAPL arah uplink kita dapat menggunakan persamaan [2]:

$$MAPL_{uplink} = EIRP_{subcarrier} - MSRS - PL - SF$$

$$MSRS = RSeNodeB + L_{cable} + IM - GR$$

$$RSeNodeB = SINR + TNeNodeB + NFeNodeB$$

Dimana [13]:

MAPL _{uplink} (dB)	: Maximum Allowable Path Loss uplink (dB)
EIRP _{subcarrier} (dBm)	: Equivalent Isotropic Radiated Power subcarrier (dBm)
MSRS (dBm)	: Minimum signal reception strenght (dBm)
PL (dB)	: Penetration loss (dB)
SF (dB)	: Shadow fading margin (dB)
RSeNodeB (dBm)	: Receiver Sensitivity eNodeB (dBm)
L _{cable} (dB)	: Loss cable receiver (dB)
IM (dB)	: Interference Margin (dB)
GR (dB)	: Gain antenna receiver (dB)
NFeNodeB (dB)	: Noise Figure eNodeB (dB)
TNeNodeB (dBm)	: Thermal Noise per sub-carrier (dBm)
SINR	: Required Signal Interference Noise Ratio

2.7.1.2 Perhitungan jari-jari sektor

Jari-jari sektor dapat diketahui dengan memasukkan nilai MAPL ke dalam persamaan model propagasi yang diinginkan. Pada tugas akhir ini Cost 231 - Hatta dipilih sebagai model propagasi yang digunakan^[8]. Persamaan model propagaasi Cost 231 - Hatta sebagai berikut^[13]:

$$PathLoss = 46.3 + 33.9 \log f - 13.82 \log ht - a(hm) + [44.9 - 6.55 \log ht] \log d + CM$$

Keterangan:

Dimana

f = Frekuensi (MHz)

ht = Tinggi antenna BS (meter)

hm = Tinggi antenna MS atau smartphone (meter)

d = jarak antara BS-MS

a = $3.2(\log 11.75 hm)^2 - 4.97$ (untuk large city)

$[1.1 \log(f) - 0.7]hm - [1.56 \log(f) - 0.8]$ (untuk small atau medium city)

2.7.1.3 Perhitungan jumlah sel

Dengan hasil perhitungan link budget dan dengan menggunakan persamaan pathloss di atas dapat dihitung coverage range dan juga jumlah sel yang diperlukan untuk mengcover area tertentu.

Perhitungan jumlah sel berdasarkan radius jangkauan menggunakan luas daerah yang di cakup terhadap luas daerah tinjauan. Coverage area untuk satu sel omni directional, bisectoral, trisectoral dapat dihitung dengan persamaan^[10]:

$$\text{Omni directional} \quad L = 2.6 * d^2$$

$$\text{Bisectoral} \quad L = 1.3 * 2.6 * d^2$$

$$\text{Trisectoral} \quad L = 1.95 * 2.6 * d^2$$

Dimana

L = Coverage Area

d = radius sel

Jumlah sel yang dibutuhkan dapat diperoleh dari hasil bagi antara luas daerah perencanaan dengan luas cakupan suatu sel, sehingga dapat diperoleh jumlah sel yang dibutuhkan yaitu dengan persamaan^[13]:

$$\sum_{sel} = \frac{Luas\ area}{Luas\ sel}$$

$\sum_{LTE\ Cell}$: Jumlah site LTE pada suatu daerah

Luas area : Luas daerah perencanaan

Luas sel : Luas sel LTE

3. Perancangan

3.1 Pendahuluan

Pada proyek akhir ini, dilakukan perencanaan pembangunan jaringan 4G LTE di Bandung pada frekuensi 2100 MHz menggunakan software atoll. Selanjutnya, penulis membuat perencanaan pembangunan jaringan 4G LTE di Bandung Pada frekuensi 2100 MHz yang bertujuan agar tidak ada blankspot di daerah Kota Bandung.

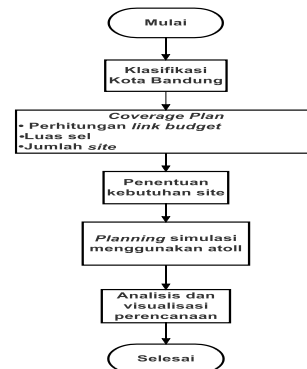
Perencanaan ini membutuhkan data-data diantaranya :

1. Peta administrasi Kota Bandung.

2. Jumlah penduduk Kota Bandung.
3. Link Budget atau perhitungan sesuai dengan parameter yang digunakan.

3.2 Diagram Alir

Untuk mencapai tujuan yang diharapkan, maka perlu dilakukan beberapa tahap pengerjaan sebagai alur kerja. Gambar 3.1 merupakan alur kerja dalam pengerjaan tugas akhir ini.^[13]



Gambar 3.1 Flowchart Perencanaan Jaringan 4G

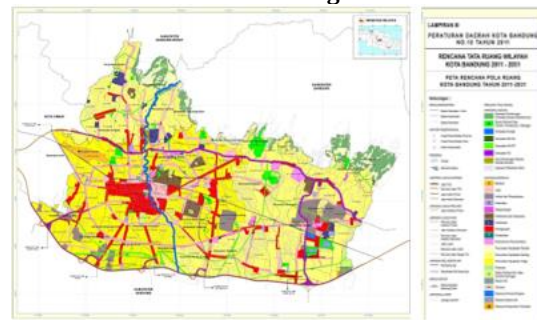
3.3 Map Kota Bandung



Gambar 3.2 Peta administrasi Kota Bandung^[1]

Kota Bandung dikelilingi oleh pegunungan, sehingga bentuk morfologi wilayahnya bagaikan sebuah mangkok raksasa, secara geografis kota ini terletak di tengah-tengah provinsi Jawa Barat, serta berada pada ketinggian ± 768 m di atas permukaan laut, dengan titik tertinggi di berada di sebelah utara dengan ketinggian 1.050 meter di atas permukaan laut dan sebelah selatan merupakan kawasan rendah dengan ketinggian 675 meter di atas permukaan laut. Kota Bandung memiliki luas wilayah 167,7 km² yang terdiri dari 30 kecamatan dan 153 kelurahan.^[3]

3.4 Klasifikasi Kota Bandung



Gambar 3.3 Peta klasifikasi wilayah Kota Bandung^[6]

Setelah dilakukan pembagian wilayah berdasarkan kepadatan Kota Bandung pada gambar 3.4 dilihat dari warna di peta, selanjutnya kecamatan-kecamatan di Kota Bandung diklasifikasikan berdasarkan tipe daerah, yaitu dense urban, urban, dan sub urban. Pengklasifikasian ini bertujuan untuk memudahkan dalam perhitungan serta penempatan site pada proses perancangan jaringan di Kota Bandung, karena masing-masing wilayah memiliki kebutuhan trafik yang berbeda-beda sehingga tidak bisa disamakan. Berikut ini merupakan klasifikasi kecamatan yang ada di Kota Bandung.^[7]

Tabel 3.2 Kelompok daerah Sub Urban^[2]

No	Klasifikasi Daerah	Nama Kecamatan	Luas Daerah (Km ²)	Luas Sel (Km ²)	Jumlah Site
1	Dense Urban	Bandung Kulon	64.8	3,626	18
2		Babakan Ciburay			
3		Bojongloa Kidul			
4		Regal			
5		Bojongloa Kaler			
6		Astana Anyar			
7		Batununggal			
8		Lengkong			
9		Kiaaracondong			
10		Sumur Bandung			
11		Cicendo			
12		Bandung Wetan			
13		Andir			
14	Urban	Bandung Kidul	90.08	6,675	14
15		Buah Batu			
16		Rancasari			
17		Gedebage			
18		Cinambo			
19		Panyileukan			
20		Arcamanik			
21		Antapani			
22		Sukaadi			
23		Sukasari			
24		Coblong			
25		Cibeunying Kaler			
26		Cibeunying Kidul			
27		Mandalajati			
28		Ujungberung			
29	Sub Urban	Cidadap	12.43	13,578	1
30		Cibiru			
Jumlah			167.31	23,879	33

No	Nama Kecamatan	Jumlah Penduduk Produktif 2014 (Jiwa/Km ²)	Luas (Km ²)	Keterangan
1	Bandung Kulon	142,697	7.45	Dense Urban
2	Babakan Ciburay	147,388	6.46	
3	Bojongloa Kidul	85,992	6.26	
4	Regal	81,635	4.3	
5	Bojongloa Kaler	120,644	3.03	
6	Astana Anyar	68,694	2.89	
7	Batununggal	120,555	5.03	
8	Lengkong	71,333	5.9	
9	Kiaaracondong	131,566	6.12	
10	Sumur Bandung	35,749	3.4	
11	Cicendo	99,468	6.86	
12	Bandung Wetan	30,805	3.39	
13	Andir	97,278	3.71	
Jumlah		1,233,804	64.8	

Tabel 3.3 Kelompok daerah Dense Urban^[2]

No	Nama Kecamatan	Jumlah Penduduk Produktif 2014 (Jiwa/Km ²)	Luas (Km ²)	Keterangan
1	Cidadap	58,175	6.11	Sub Urban
2	Cibiru	70,068	6.32	
Jumlah		128,241	12.43	

Tabel 3.4 Kelompok daerah Urban^[2]

No	Nama Kecamatan	Jumlah Penduduk Produktif 2014 (Jiwa/Km ²)	Luas (Km ²)	Keterangan
1	Bandung Kidul	59,075	6.06	Urban
2	Buah Batu	94,946	7.93	
3	Rancasari	75,144	7.33	
4	Gedebage	35,757	9.58	
5	Cinambo	24,663	3.68	
6	Panyileukan	39,169	5.1	
7	Arcamanik	67,999	5.87	
8	Antapani	74,234	3.79	
9	Sukaadi	108,045	4.3	
10	Sukasari	81,659	6.27	
11	Coblong	131,435	7.35	
12	Cibeunying Kaler	70,878	4.5	
13	Cibeunying Kidul	107,727	5.25	
14	Mandalajati	62,875	6.67	
15	Ujungberung	75,151	6.4	
Jumlah		1,108,757	90.08	

3.5 Perancangan Jaringan LTE Coverage

Pada perancangan berdasarkan Coverage, parameter yang paling berpengaruh adalah *radio link budget* dan model propagasi Hata COST-231. Sehingga didapatkan jumlah site dari sisi coverage. Berikut luas site dan jumlah site dari setiap klasifikasi :

Tabel 3.8 Jumlah site perencanaan di kota Bandung

4. Analisis Data Dan Penerapan Pada Software Atoll

4.1 Pendahuluan

Pada penelitian proyek akhir ini, tiap tahapan yang telah dibahas dan diperhitungkan kemudian disimulasikan pada software Atoll 2.8.1 untuk mengetahui performansi pada jaringan di Kota Bandung^[13].

Tahapan perencanaan ini berdasarkan simulasi beberapa parameter yaitu :

1. Coverage by Signal Level, digunakan untuk mengetahui kuat sinyal yang diterima UE pada suatu sel berdasarkan perhitungan pathloss.
2. Coverage by CINR Level, digunakan untuk mengetahui bagaimana kualitas suatu sel terhadap pengaruh pemancar lainnya dalam hal ini eNodeB, terutama yang berada di dekatnya.

4.2 Perencanaan coverage area planning

Berdasarkan hasil perhitungan coverage area yang telah dilakukan, dapat diketahui jumlah kebutuhan site setiap klasifikasi daerah. Berikut jumlah site pada perencanaan coverage area planning untuk masing-masing daerah klasifikasi.

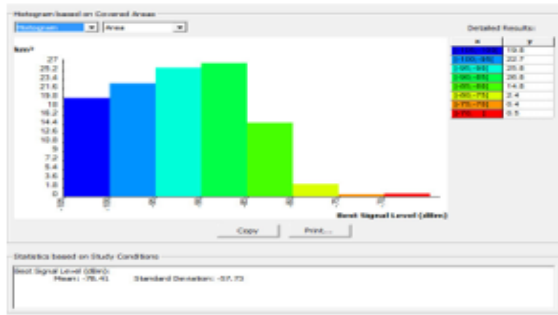
Tabel 4.2 Jumlah site di setiap klasifikasi berdasarkan coverage area

No	Daerah	Jumlah site
1	Dense Urban	18
2	Urban	14
3	Sub Urban	1
Jumlah site		33

Pada penelitian ini, diperoleh jumlah site yang menggunakan teknik coverage area adalah 33 eNodeB untuk melingkupi seluruh Kota Bandung^[13].

4.3 Simulasi Coverage area planning by signal level

4.3.1 Dense Urban Simulasi signal level



Gambar 4.2 Histogram signal level LTE klasifikasi dense urban.

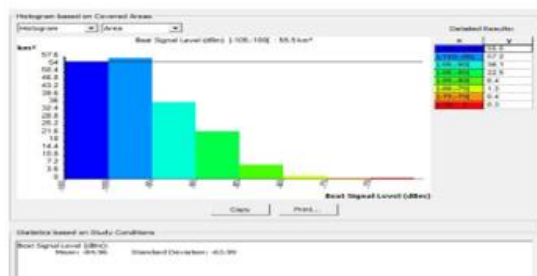
Berdasarkan histogram pada gambar 4.2 nilai rata-rata signal level untuk klasifikasi daerah dense urban di Kota Bandung adalah -78,41 dBm. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa warna merah hingga hijau merupakan daya penerimaan sinyal terbaik yaitu pada range -60 sampai -90 dBm.

Tabel 4.3 Hasil simulasi signal level dense urban

KPI Vendor Huawei ^[1]	Hasil Simulasi
Signal Level (-60dBm -(-90dBm)	-78.41

Dari hasil simulasi didapatkan nilai rata-rata dari Signal Level dalam keadaan layak atau baik, karena berada di range nilai sesuai dengan KPI Vendor Huawei yaitu nilai rata-rata signal level klasifikasi dense urban adalah -78,41, dengan nilai Signal Level terbaik yaitu -60 sampai -90 dBm tercover daerah seluas 44,9 km².

4.3.2 Urban Simulasi signal level



Gambar 4.4 Histogram signal level LTE klasifikasi urban.

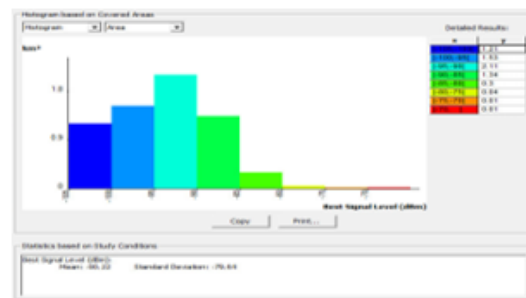
Berdasarkan histogram pada gambar 4.4 nilai rata-rata signal level untuk klasifikasi daerah urban di Kota Bandung adalah -84,96 dBm. Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat bahwa warna merah hingga hijau merupakan penerimaan sinyal terbaik yaitu pada range -60 sampai -90 dBm

Tabel 4.4 Hasil simulasi signal level urban

KPI Vendor Huawei ^[1]	Hasil Simulasi
Signal Level (-60dBm -(-90dBm)	-84.96

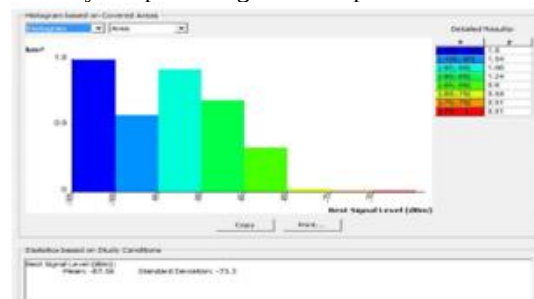
Dari hasil simulasi didapatkan nilai rata-rata dari Signal Level dalam keadaan layak atau baik, karena berada di range nilai sesuai dengan KPI Vendor Huawei yaitu nilai rata-rata signal level klasifikasi dense urban adalah -84,96, dengan nilai Signal Level terbaik yaitu -60 sampai -90 dBm tercover daerah seluas 29,6 km² di daerah urban kota Bandung.

4.3.3 Sub Urban Simulasi signal level



Gambar 4.6 Histogram site A signal level klasifikasi sub urban.

Berdasarkan histogram pada gambar 4.6 nilai rata-rata signal level untuk klasifikasi daerah sub urban di Kota Bandung adalah -90,22 dBm. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa warna merah hingga hijau merupakan daya penerimaan sinyal terbaik yaitu pada range -60 sampai -90 dBm.



Gambar 4.7 Histogram site B signal level klasifikasi sub urban.

Berdasarkan histogram pada gambar 4.7 nilai rata-rata signal level untuk klasifikasi daerah sub urban di Kota Bandung adalah -87,56 dBm. Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat bahwa warna merah hingga hijau merupakan penerimaan sinyal terbaik yaitu pada range -60 sampai -90 dBm.

Maka nilai rata-rata dari klasifikasi daerah sub urban adalah

$$-90,22 + (-87,66) = -177,88 : 2 = -88,94$$

Tabel 4.5 Hasil simulasi signal level sub urban

KPI Vendor Huawei ^[1]	Hasil Simulasi
Signal Level (-60dBm -(-90dBm)	-88.94

Dari hasil simulasi didapatkan nilai rata-rata dari Signal Level dalam keadaan layak atau baik, karena berada di range nilai sesuai dengan KPI Vendor Huawei yaitu nilai rata-rata signal level klasifikasi dense urban adalah -88,94. Dengan nilai Signal Level terbaik yaitu -60 sampai -90 dBm tercover daerah seluas 3,6 km² di daerah sub urban kota Bandung.

4.4 Simulasi coverage area planning by CINR level

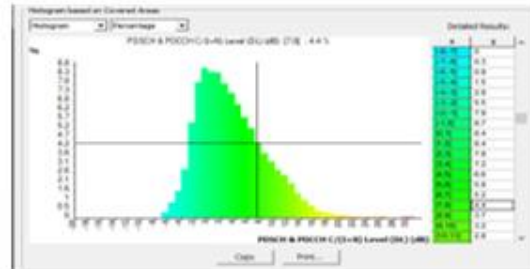
Parameter carrier to interference and noise ratio adalah parameter yang menggambarkan perhitungan daya signal carrier terhadap daya sinyal penginterferensinya. Dari simulasi ini dapat terlihat bagaimana kualitas suatu sel yang mencakup suatu area terhadap pengaruh pemancar lainnya, terutama yang berada di dekatnya.

Simulasi ini menggunakan fitur predictions coverage by C/(I+N) level (DL) pada software Atoll 2.8.1. Berikut merupakan standar CINR yang digunakan dalam proyek akhir ini:

Tabel 4.6 CINR level quality

KPI Vendor Huawei ^[1]
C/(I+N) = (≥ 6 dB)

4.4.1 Dense Urban CINR level



Gambar 4.9 Histogram CINR level dense urban

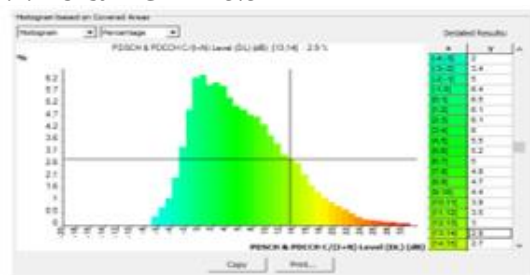
Berdasarkan gambar 4.9 menunjukkan persentase dari interferensi yang didapatkan, dari gambar tersebut nilai 4,4% yang didapatkan jika hasilnya dalam bentuk dB menjadi sebesar 8 dB.

Tabel 4.7 Hasil simulasi CINR level dense urban

KPI Vendor Huawei ^[1]	Hasil Simulasi
C/(I+N) = (≥ 6 dB)	8 dB

Dari hasil simulasi atoll menunjukkan bahwa perencanaan dalam kondisi yang layak atau baik, karena nilai rata-rata CINR sebesar 8 dB. Berdasarkan histogram gambar 4.8, nilai CINR ≥ 6 dB didapatkan mampu mengcover luas daerah 38,5 km² pada daerah klasifikasi dense urban.

4.4.2 Urban CINR level



Gambar 4.11 Histogram CINR level urban

Berdasarkan gambar 4.11 menunjukkan persentase dari interferensi yang didapatkan, dari gambar tersebut nilai 2,9% yang didapatkan jika hasilnya dalam bentuk dB menjadi sebesar 14 dB.

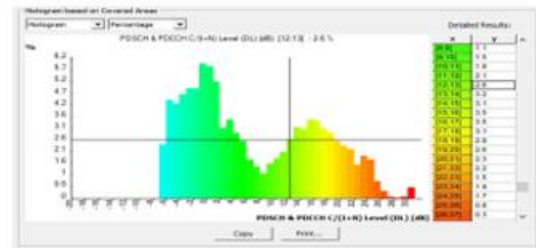
Tabel 4.8 Hasil simulasi CINR level urban

KPI Vendor Huawei ^[1]	Hasil Simulasi
C/(I+N) = (≥ 6 dB)	14 dB

Dari hasil simulasi atoll menunjukkan bahwa perencanaan dalam kondisi yang layak atau baik, karena nilai rata-rata CINR sebesar 14 dB. Berdasarkan histogram gambar 4.11, nilai CINR ≥ 6

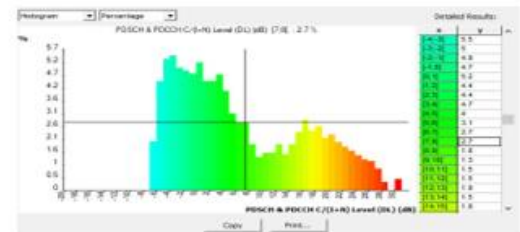
dB didapatkan mampu mengcover luas daerah 94,2 km² pada daerah klasifikasi urban.

4.4.3 Sub Urban CINR level



Gambar 4.13 Histogram site A CINR level klasifikasi sub urban

Pengaruh interferensi yang didapatkan pada daerah ini jika dijadikan dalam persentase maka pengaruh interferensi sebesar 2,6% atau jika hasilnya dalam bentuk dB maka nilai rata-rata C/(I+N) adalah sebesar 13 dB.



Gambar 4.14 Histogram site B CINR level klasifikasi sub urban

Pengaruh interferensi yang didapatkan pada daerah ini jika dijadikan dalam persentase maka pengaruh interferensi sebesar 2,7% atau jika hasilnya dalam bentuk dB maka nilai rata-rata C/(I+N) adalah sebesar 8 dB.

Maka nilai rata-rata dari klasifikasi daerah sub urban adalah

$$13 + 8 = 21 : 2 = 10,5 \text{ dB}$$

Tabel 4.9 Hasil simulasi CINR level sub urban

KPI Vendor Huawei ^[1]	Hasil Simulasi
C/(I+N) = (≥ 6 dB)	10,5 dB

Dari hasil simulasi didapatkan nilai rata-rata dari CINR dalam keadaan layak atau baik, karena berada di range nilai sesuai dengan KPI Vendor Huawei yaitu nilai rata-rata klasifikasi dense urban adalah 10,5 dB. Dari hasil simulasi atoll menunjukkan bahwa perencanaan dalam kondisi yang layak atau baik, karena nilai rata-rata CINR sebesar 10,5 dB. Berdasarkan histogram gambar 4.13, nilai CINR ≥ 6 dB didapatkan mampu mengcover luas daerah 11,69 km² pada daerah klasifikasi sub urban.

4.5 Hasil Analisa Perancangan

Dari hasil analisa perancangan LTE di Kota Bandung berdasarkan setiap klasifikasi daerah yang telah dilakukan pada proyek akhir ini didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Setelah dilakukan simulasi perancangan jaringan LTE di Kota Bandung, maka didapatkan hasil optimal dari setiap klasifikasi daerah di Kota Bandung sebanyak 34 site, melebihi 1 site di daerah

klasifikasi sub urban karena kondisi wilayah di klasifikasi ini terpisah, sehingga membutuhkan 1 site tambahan.

2. Setelah dilakukan simulasi perancangan jaringan LTE di Kota Bandung, didapatkan nilai dari signal level dan CINR memenuhi standar vendor Huawei, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 4.10 Analisis Parameter dan Hasil Simulasi

Parameter	KPI Vendor ⁽¹⁾	Hasil Simulasi		
		Dense Urban	Urban	Sub Urban
Signal Level	-60 dBm – (-90 dBm)	-78.41 dBm	-84.96 dBm	-88.94 dBm
CINR	≥ 6 dB	8 dB	14 dB	10,5 dB

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil simulasi dapat disimpulkan kebutuhan jumlah site untuk mencakupi Kota Bandung pada perencanaan coverage area sebanyak 34 site berbeda 1 site dengan perencanaan pada perhitungan, hal ini terjadi karena pada daerah klasifikasi sub urban terpisah cukup jauh sehingga perlu menggunakan 1 site tambahan.
2. Berdasarkan simulasi predictions coverage by signal level (DL) pada software Atoll 2.8.1, dapat disimpulkan nilai signal level pada klasifikasi daerah dense urban sebesar -78,41 dBm, klasifikasi daerah urban sebesar -84,96, klasifikasi daerah sub urban sebesar -88,97, dalam hal ini daerah yang paling kecil nilai signal levelnya ialah sub urban karena pada daerah ini memiliki kepadatan penduduk yang rendah sehingga jarak antar pengguna berjauhan dan menggunakan antena omnidirectional. Berdasarkan hasil dari ketiga klasifikasi, seluruhnya memenuhi standar vendor atau dapat dikatakan memiliki kualitas yang baik.
3. Berdasarkan simulasi predictions coverage by C/(I+N) level (DL) pada software Atoll 2.8.1, dapat disimpulkan nilai CINR level pada klasifikasi daerah dense urban sebesar 8 dB, klasifikasi daerah urban sebesar 14 dB, klasifikasi daerah sub urban sebesar 10.5 dB. Berdasarkan hasil dari ketiga klasifikasi, seluruhnya memenuhi standar vendor atau dapat dikatakan memiliki kualitas yang baik.
4. Berdasarkan perhitungan dapat disimpulkan bahwa ketinggian tower dapat mempengaruhi luas coverage area, jika ketinggian tower rendah maka luas coverage semakin kecil, sehingga semakin rendah ketinggian tower maka semakin banyak tower yang dibutuhkan di daerah itu.

5.2 Saran

1. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan penghitungan prediction throughput (DL) dari

jumlah user salah satu provider telekomunikasi agar didapatkan nilai throughput (DL) dari setiap site.

2. Melakukan penelitian dengan menggunakan software selain Atoll, untuk melihat perbedaan hasil yang digunakan dengan Atoll dan software lain serta pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan penghitungan CAPEX dan OPEX secara akurat.

DAFTAR PUSTAKA

1. orangesmile. map kota Bandung, diakses dari <http://www.orangesmile.com/travelguide/bandung/high-resolution-maps.html> 1 Juni 2016.
2. BPS Kota Bandung. Wilayah kota Bandung dan penduduknya, diakses dari <http://bandungkota.bps.go.id/> 2 Juni 2016
3. Wikipedia. Wilayah geografis kota Bandung, diakses dari https://id.wikipedia.org/wiki/Kota_Bandung 2 Juni 2016
4. Andra. coverage yang sudah ada di kota Bandung, diakses dari <http://sinyal.co.id/2015/05coverage-4g-3operator-di-bandung/> 23 maret 2016
5. Kemendagri. Profil kota Bandung, diakses dari <http://www.kemendagri.go.id/pages/profil-daerah/kabupaten/id/32/name/jawa-barat/detail/3273/kota-bandung> 2 Juni 2016
6. Wikimedia. Rencana pola ruang kota Bandung, Diakses dari https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Peta_Rencana_Pola_Ruang_RTRW_Kota_Bandung_2011-2031_TTD.JPG di akses 2 juni 2016
7. Rofiq, Ainur model-model propagasi pada jaringan seluler. Diakses dari <http://belajarcdma.blogspot.co.id/2013/01/model-model-propagasi-pada-jaringan.html> 6 juni 2016
8. Qanitat, Fatia. Bandung batasi maksimal ketinggian gedung di kota Bandung 30 lantai. Diakses dari <http://properti.bisnis.com/read/20141029/107/268779/bandung-batasi-tinggi-gedung-maksimal-30-lantai> 6 Juni 2016
9. Rodrigues, Emerson Eduaardo. LTE network planning Huawei technologies. Diakses dari <http://www.slideshare.net/EmersonEduardoRodrig/lte-networkplanninghuaweitechnologies> 6 Juni 2016.
10. Pradana, Bobby Juan. "Wireless Communication system and network". Kuliah wireless communication, Jurusan teknik telekomunikasi, Akademi Telkom Jakarta, Jakarta 2015
11. Baihaqi, Nico. Perencanaan Coverage dan Capacity Jaringan Long Term Evolution(LTE) Frekuensi 700 MHz Pada Jalur Kereta Api

- dengan Physical Cell Identity(PCI). Skripsi, Telkom University, Bandung, 2015
12. Marhadi, Andhan, Perencanaan Jaringan Long Term Evolutin (LTE) Frekuensi 1800 MHz di Jembatan Suramadu dengan Physical Cell Identity (PCI). Skripsi, Telkom University, Bandung, 2015
 13. Saputra,Dharma Winata. Analisis Perencanaan LTE-Advanced dengan Metoda Carrier Aggregation Inter-Band Non-Contiguous dan Intra-Band Non-Contiguous Di Kota Bandar Lampung . Skripsi, Telkom University, Bandung, 2015
 14. Putra,Tjokorda Gede Agung Surya. Analisis Pengaruh Model Propagasi Dan Perubahan Tilt Antena Terhadap Coverage Area Sistem Long Term Evolution Menggunakan Software Atoll. Skripsi, Universitas Udayana. Jimbaran, 2015