

# PERENCANAAN JARINGAN SELULER GSM 1800 MHZ PADA TAHUN 2025 MENGGUNAKAN SOFTWARE ATOLL UNTUK DAERAH SUKASARI KOTA BANDUNG

---

**A. H. S Budi\* dan F. N Sabri**

Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia,  
Jl. Dr. Setiabudhi 207, Bandung 40154, Indonesia  
agusheri@aol.com

## ABSTRAK

Dalam penelitian ini dilakukan simulasi coverage area planning untuk frekuensi 1800MHz di Daerah Sukasari Kota Bandung, agar dapat meningkatkan kualitas jaringan di daerah tersebut. Data-data yang diperlukan dalam memprediksi jumlah E node B hingga tahun 2025 ini yakni jumlah penduduk, usia produktif, luas wilayah, dan laju pertumbuhan penduduk. Pengerjaan penelitian dimulai dengan melakukan studi literatur terkait materi yang ada pada penelitian ini, mengumpulkan parameter yang dibutuhkan, menghitung prediksi jumlah E node B hingga tahun 2025, kemudian melakukan simulasi pada software atoll. Berdasarkan hasil penelitian ini bahwa jumlah E node B setiap dua tahun sekali bertambah jumlahnya 1 E node B dan setiap penambahan jumlah E node B itu juga diiringi dengan perbaikan kualitas dari parameter RSRP, RSSI, dan RSRQ.

Kata Kunci: Simulasi, software Atoll, *coverage, capacity, traffic*

## ABSTRACT

*In this study a simulation of coverage area planning for the 1800MHz frequency in the Sukasari Bandung, in order to improve network quality in the area. The data needed to predict the number of E node B until 2025 are the population, productive age, area, and population growth rate. Work on the research begins by conducting a literature study related to the material in this study, collecting the required parameters, calculating the predicted number of E nodeB until 2025, then doing a simulation on the Atoll software. Based on the results of this study show that the number of E node B every two years increases the number of 1 E node B and each additional number of E node B is also accompanied by improvements in the quality of the parameters RSRP, RSSI, and RSRQ.*

*Keywords: Simulation, Atoll software, coverage, capacity, traffic*

## 1. Pendahuluan

Kebutuhan teknologi telekomunikasi pada dewasa ini semakin berkembang ditandai dari pesatnya perkembangan teknologi jaringan seluler dengan beralihnya komunikasi suara menuju komunikasi data didasari oleh semakin meningkatnya kebutuhan pelanggan akan layanan data berkapasitas besar dan kecepatan tinggi sehingga mendorong *Third Generation Partnership Project* (3GPP) untuk mengembangkan teknologi *Long Term Evolution* (LTE), LTE mempunyai keunggulan yakni dengan kecepatan data transfer hingga 100Mbps untuk *downlink* dan 50 Mbps untuk *uplink* [1]. Perencanaan jumlah *e Node B* untuk beberapa tahun kedepan diperlukan agar kualitas jaringan tetap terjaga dengan baik dan memaksimalkan cakupan wilayah dari jaringan tersebut [2].

Pada penelitian ini, dilakukan di Daerah Sukasari Kota Bandung ini merupakan hal yang harus dipertimbangkan secara khusus oleh operator-operator telekomunikasi agar memberikan layanan yang terbaik kepada pelanggan. Daerah Sukasari ini terdapat dua kampus yakni UPI dan UNPAS karena mahasiswa dan karyawan yang beraktifitas, berintraksi dan berkomunikasi menggunakan *smartphone* maupun *Personal Computer* (PC) telah menjadi kebutuhan sehari-hari.

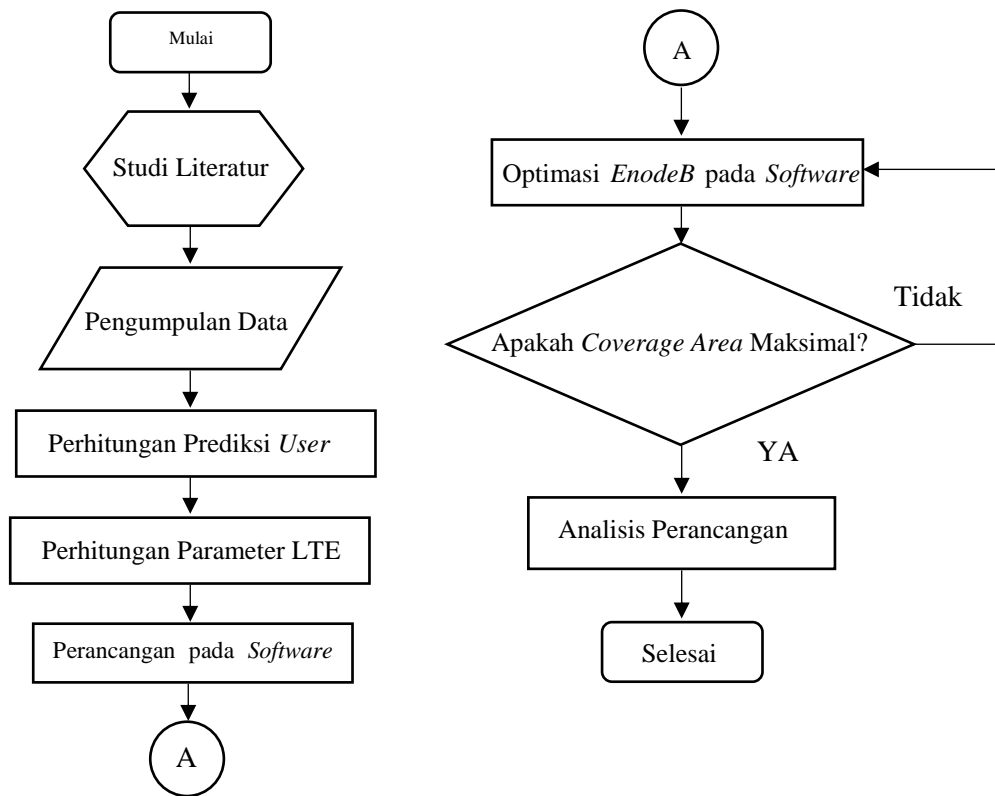
Adapun beberapa parameter performa jaringan LTE yaitu: *Reference Signal Received Quality* (RSRP), adalah rata-rata linear daya yang dibagikan pada *resource elements* yang membawa informasi *reference signal* dalam rentang frekuensi *bandwidth* yang digunakan. *Reference Signal Received Quality* (RSRQ), adalah metrik kualitas sinyal khusus sel. Mirip dengan pengukuran RSRP, metrik ini digunakan terutama untuk memberikan peringkat di antara sel-sel kandidat yang berbeda sesuai dengan kualitas sinyal. *Received Signal Strength Indicator* (RSSI), adalah rata-rata linier dari total daya yang diterima yang diamati hanya dalam simbol OFDM yang membawa simbol referensi oleh UE dari semua sumber, termasuk co-channel sel yang tidak melayani dan melayani, gangguan saluran yang berdekatan, dan kebisingan termal, di dalam *bandwidth* pengukuran lebih dari N RBs [3] [4].

*Software* atoll adalah perangkat lunak multi teknologi yang banyak digunakan pada dunia telekomunikasi. *Software* ini dapat digunakan untuk mendukung seluruh jaringan *wireless* operator untuk tahap perencanaan dan optimasi suatu jaringan. *Software* atoll ini mendukung 3GPP Multi-RAT, 3GPP2 Multi-RAT, Backhaul, CDMA20001xRTT/EV-DO, GSM GPRS EDGE, LTE, *Microwave Radio Links*, TD-SCDMA, UMTS HSPA, Wi-Fi, dan WiMax 802.16e [5].

## 2. Metodologi

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode eksperimen. Perencanaan jaringan seluler ini melalui tahapan perhitungan prediksi *user*, penentuan jumlah *e Node B*. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 1.

PERENCANAAN JARINGAN SELULER GSM 1800 MHZ PADA TAHUN 2025  
MENGUNAKAN SOFTWARE ATOLL UNTUK DAERAH SUKASARI KOTA BANDUNG



Gambar 1. Tahapan penelitian

## 2.1 Pengumpulan Data

Untuk dapat melakukan perancangan jaringan seluler maka dibutuhkan beberapa data yang harus dilengkapi. Data tersebut berupa data jumlah penduduk, luas wilayah, laju pertumbuhan penduduk di Kecamatan Sukasari, dan data Menara telekomunikasi BTS yang ada di Kecamatan Sukasari. Berikut adalah data yang berhasil dikumpulkan, jumlah penduduk seperti pada table 1 dan penggolongan penduduk berdasarkan usia seperti pada table 2 seperti dibawah ini;

Tabel 1. Jumlah penduduk dan luas wilayah Kecamatan Sukasari

No	Kelurahan	Jumlah Penduduk	Luas Wilayah (km2)
1	Sarijadi	25.285	1,5706
2	Sukarasa	14.351	1,2302
3	Gegerkalong	27.722	1,677
4	Isola	13.770	1,799
	<b>Jumlah</b>	<b>81.128</b>	<b>6,2728</b>

Sumber: <https://bandungkota.bps.go.id>

Tabel 2. Penggolongan Penduduk Berdasarkan Usia

No	Golongan Umur	Jumlah
1	0-14	20.688
2	15-59	55.756
3	>60	4856

Sumber: <https://bandungkota.bps.go.id>

- Luas Kecamatan Sukasari : 6,2728 km<sup>2</sup>
- *Bandwidth* alokasi : 10 MHz
- *Bandwidth* RF : 200 KHz
- *User/Kanal* : 8
- *Cluster* : 3
- *Traffic per User* : 30 mE

## 2.2 Perhitungan Prediksi *User*

Pada tahapan ini yakni menghitung prediksi *user* hingga 2025 dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$U_n = U_o (1 + F_p)^n \quad (1)$$

Dimana:

- Un = Jumlah penduduk tahun ke-n
- Uo = Jumlah penduduk tahun awal perencanaan
- Fp = Faktor pertumbuhan penduduk (per tahun)
- n = Jumlah tahun prediksi (1,2,3...n)

## 2.3 Perhitungan Parameter LTE

Data yang sudah terhimpun lalu diproses untuk memenuhi parameter-parameter yang dibutuhkan untuk melakukan simulasi jaringan pada *software atoll*. Ada beberapa rumus untuk menentukan parameter LTE, yaitu:

- a. Jumlah Kanal

$$N = \frac{BW}{200KHz} \times \frac{8}{cluster} \quad (2)$$

- b. Traffic Demand

$$A = \text{jumlah estimasi user} \times \text{trafik rata – rata per user} \quad (3)$$

- c. Jumlah Sel

$$\text{Jumlah sel} = \frac{A_{tot}}{A_{sel}} \quad (4)$$

- d. Luas Sel

$$\text{Luas sel} = \frac{\text{Luas Daerah}}{\Sigma Sel} \quad (5)$$

- e. Jari-jari Sel

$$R_{Sel} = \sqrt{\frac{L_{Sel}}{2.6}} \quad (6)$$

- f. Jumlah eNodeB

$$\text{Jumlah E node B} = \frac{\text{Luas Daerah}}{\text{Luas Sel}} \quad (7)$$

## 2.4 Perancangan pada *Software Atoll*

Pada tahapan ini dilakukan simulasi perancangan jaringan seluler dengan memperhatikan parameter yang sudah kita proses sebelumnya. Pada penelitian kali ini menggunakan *software atoll* 3.3.0.7783 [6] [7] [8] [9] [10].

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Perhitungan Prediksi *User*

Dalam suatu perancangan jaringan seluler juga perlu memprediksi jumlah user untuk beberapa tahun ke depan. Berdasarkan rumus persamaan (1) maka didapatkan hasil prediksi jumlah user seperti pada tabel 3 dibawah ini:

Tabel 3. Prediksi Jumlah User

Tahun	Prediksi User
2019	57.595
2020	59.496
2021	61.460
2022	63.488
2023	65.583

### 3.2 Perhitungan Parameter LTE

Parameter yang dibutuhkan untuk merancang jaringan LTE ini yaitu jumlah kanal, traffic demand, jumlah sel, luas sel, jari-jari sel, dan jumlah eNodeB. Perhitungan parameter tersebut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2) hingga persamaan (7) di atas. Setelah melakukan perhitungan maka didapatkan data sebagai berikut seperti pada table 4:

Tabel 4. Perhitungan parameter

Tahun	Jumlah Kanal	Traffic Demand	Jumlah Sel	Luas Sel	Jari-jari Sel	Jumlah eNodeB
2019	134	1.727,85	13,27 = 13	0,48	0,429	13,06 = 13
2020	134	1.784,88	13,76 = 14	0,44	0,411	14,25 = 14
2021	134	1.843,80	14,16 = 14	0,44	0,411	14,25 = 14
2022	134	1.904,64	14,62 = 15	0,41	0,397	15,29 = 15
2023	134	1.967,49	15,11 = 15	0,41	0,397	15,29 = 15
2024	134	2.032,41	15,60 = 16	0,39	0,387	16,08 = 16
2025	134	2.099,49	16,12 = 16	0,39	0,387	16,08 = 16

### 3.3 Hasil Simulasi pada *Software Atoll*

Pada penelitian ini melakukan simulasi perencanaan jaringan seluler pada *software atoll* dengan menggunakan standar dari *The 3rd Generation Partnership Project (3GPP)*, standar parameter lainnya yang digunakan seperti pada tabel 5 dan tabel 6.

Tabel 5. Standar Spesifikasi 4G LTE 3GPP

No	Parameter	Nilai
1	Frekuensi	1800MHz
2	E-UTRA Operating Band	Band 3
3	Bandwidth	15MHz
4	Frekuensi DL (MHz)	1805-1880
5	Frekuensi UL (MHz)	1710-1785
6	Power EIRP	64 dBm
7	Antenna Gain (mainbeam)	18 dBi
8	Antenna Polarization	Linear
9	Antenna Down Tilt Angle (degrees)	3°
10	Losses Cable	2 dB
11	Antenna Height	30 m
12	Model Propagation	Cost231
13	Max Power	40 dBm
14	Antenna Diversity	MIMO
15	Noise Figure	5 dB

Tabel 6. Standard KPI 3GPP

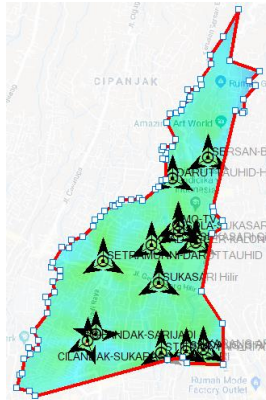
RSRP (dBm)	RSSQ (dB)	RSSI (dB)	Keterangan
<b>&gt;= -84</b>	<b>&gt;= -10</b>	<b>&gt;= -65</b>	Sangat Baik
<b>-85 s.d -102</b>	<b>-9 s.d -15</b>	<b>-66 s.d -69</b>	Baik
<b>-103 s.d -110</b>	<b>-14 s.d -18</b>	<b>-70 s.d -75</b>	Cukup Baik
<b>-111 s.d -119</b>	<b>-19 s.d -20</b>	<b>-76 s.d -85</b>	Buruk
<b>&lt;= -120</b>	<b>&lt;= -20</b>	<b>&lt;= -86</b>	Sangat Buruk

Simulasi perencanaan jaringan LTE pada *software* atoll dapat dilakukan setelah mendapatkan parameter-parameter yang dibutuhkan seperti data di atas. Berikut hasil perencanaan jaringan LTE pada *software* atoll berdasarkan jumlah e Node B:

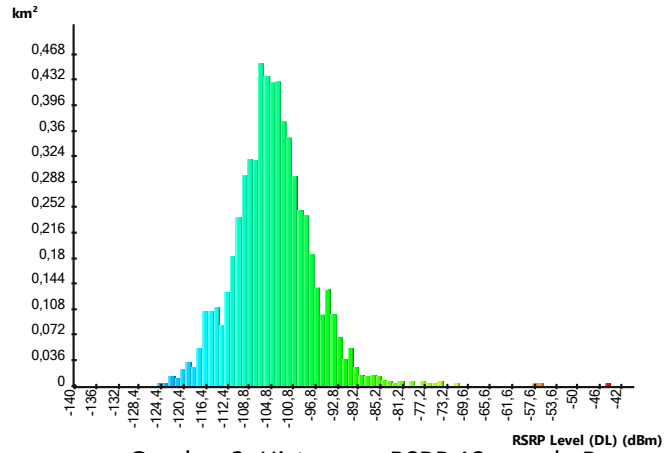
a. Jumlah E node B 13

Perencanaan jaringan LTE dengan jumlah eNodeB 13 pada *software* atoll mencakup seluruh area yang ada di Kecamatan Sukasari. Akan tetapi terdapat wilayah yang memiliki kualitas parameter jaringan RSRP yang ditunjukkan pada gambar 2. Kemudian histogram dari nilai parameter RSRP dapat dilihat pada gambar 3. Area yang masih di bawah standar 3GPP berdasarkan parameter RSRP yakni seluas 0,88  $km^2$ . Sedangkan berdasarkan parameter RSSI dapat dilihat pada gambar 4. Yakni hasil cakupan area di Kecamatan Sukasari. Akan tetapi terdapat wilayah yang memiliki kualitas parameter jaringan RSSI di bawah standar 3GPP, histogram hasil dari cakupan berdasarkan parameter RSSI dapat dilihat pada gambar 5. Area yang masih di bawah standar 3GPP berdasarkan parameter RSSI yakni seluas 0,428  $km^2$ . Adapun hasil parameter RSSQ pada *software* dapat dilihat pada gambar 6. Masih ada area yang belum tercakup pada parameter ini seperti yang ditunjukkan pada gambar 7. Area yang masih belum tercakup yakni seluas 0,678  $km^2$  dan yang masih di bawah standar 3GPP berdasarkan parameter RSSQ yakni seluas 0,465  $km^2$ .

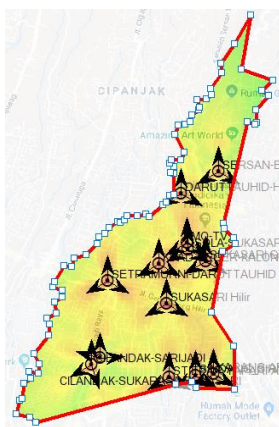
PERENCANAAN JARINGAN SELULER GSM 1800 MHZ PADA TAHUN 2025  
MENGUNAKAN SOFTWARE ATOLL UNTUK DAERAH SUKASARI KOTA BANDUNG



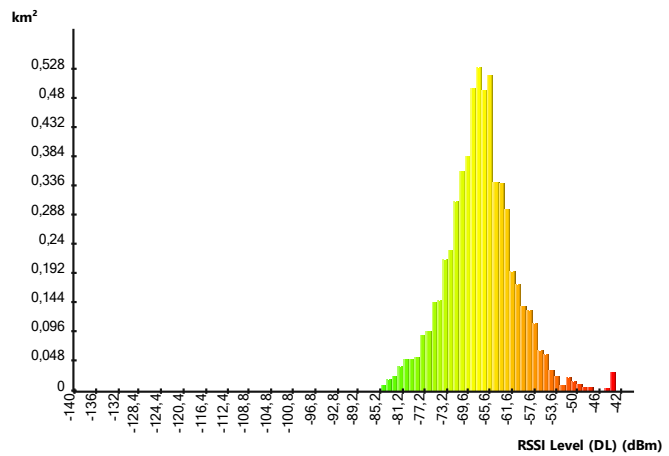
Gambar 2. Hasil pada Software Berdasarkan Parameter RSRP



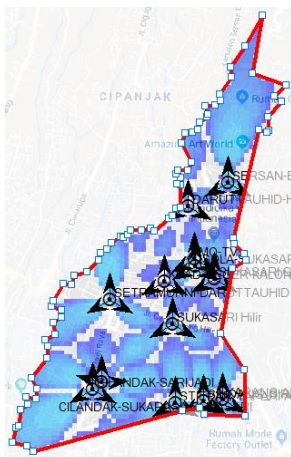
Gambar 3. Histogram RSRP 13 e node B



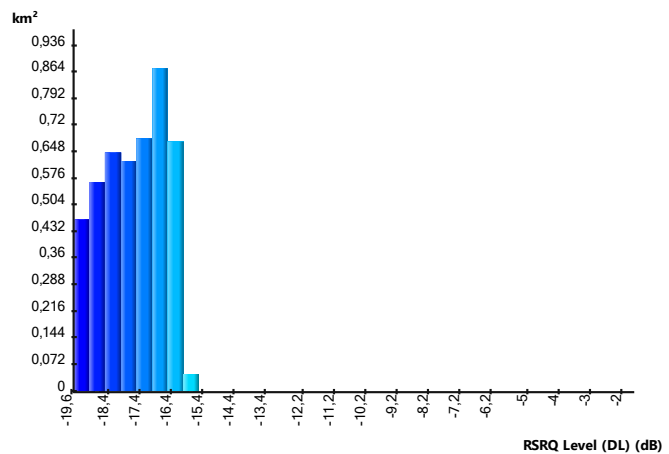
Gambar 4. Hasil pada Software Berdasarkan Parameter RSSI



Gambar 5. Histogram RSSI 13 e node B



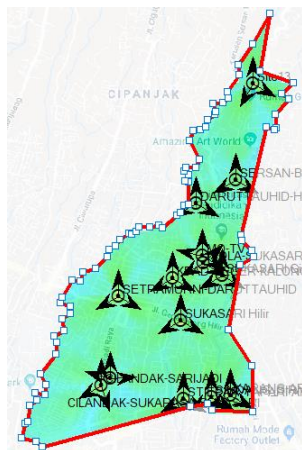
Gambar 6. Hasil pada Software Berdasarkan Parameter RSRQ



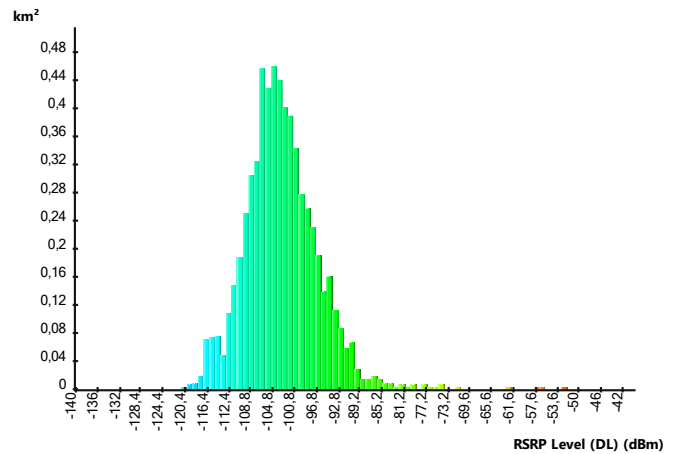
Gambar 7. Histogram RSRQ 13 e node B

b. Jumlah E node B 14

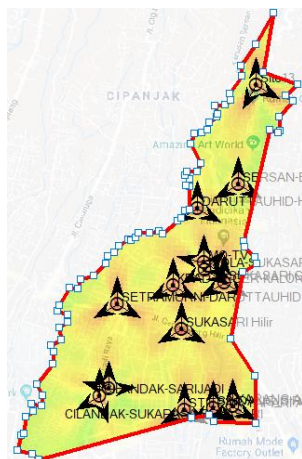
Perencanaan jaringan LTE dengan jumlah e NodeB 14 pada *software* atoll mencakup seluruh area yang ada di Kecamatan Sukasari. Akan tetapi terdapat wilayah yang memiliki kualitas parameter jaringan RSRP yang ditunjukkan pada gambar 8. Kemudian histogram dari nilai parameter RSRP dapat dilihat pada gambar 9. Area yang masih di bawah standar 3GPP berdasarkan parameter RSRP yakni seluas  $0,55 \text{ km}^2$ . Sedangkan berdasarkan parameter RSSI dapat dilihat pada gambar 10. Yakni hasil cakupan area di Kecamatan Sukasari. Akan tetapi terdapat wilayah yang memiliki kualitas parameter jaringan RSSI di bawah standar 3GPP, histogram hasil dari cakupan berdasarkan parameter RSSI dapat dilihat pada gambar 11. Area yang masih di bawah standar 3GPP berdasarkan parameter RSSI yakni seluas  $0,12 \text{ km}^2$ . Adapun hasil parameter RSSQ pada *software* dapat dilihat pada gambar 12. Masih ada area yang belum tercakup pada parameter ini seperti yang ditunjukkan pada gambar 13. Area yang masih belum tercakupi yakni seluas  $0,578 \text{ km}^2$  dan yang masih di bawah standar 3GPP berdasarkan parameter RSSQ yakni seluas  $0,488 \text{ km}^2$ .



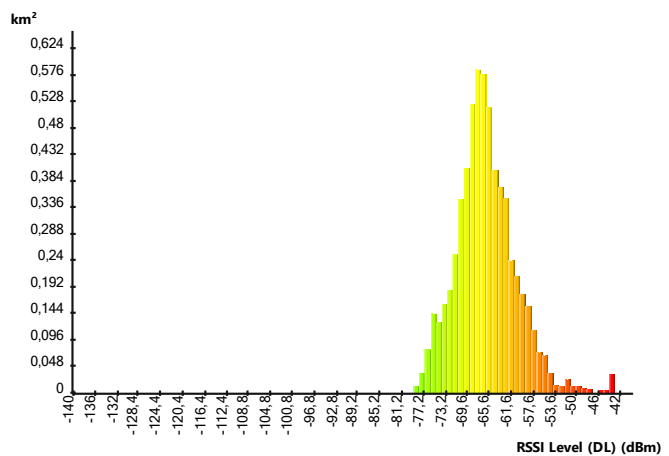
Gambar 8. Hasil pada Software Berdasarkan Parameter RSRP



Gambar 9. Histogram RSRP 14 e node B



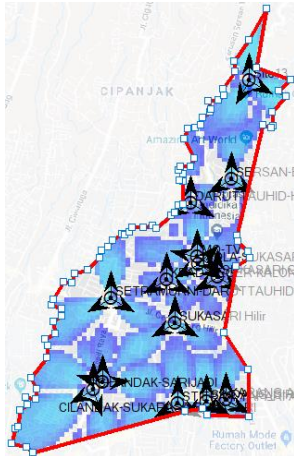
Gambar 10. Hasil pada Software Berdasarkan Parameter RSSI



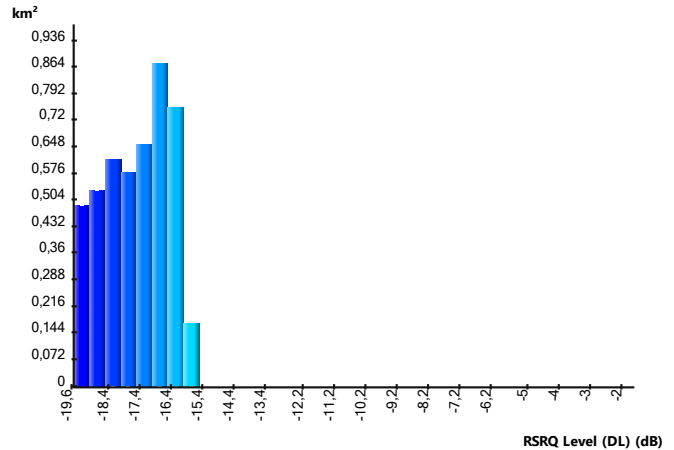
Gambar 11. Histogram RSSI 14 e node B



PERENCANAAN JARINGAN SELULER GSM 1800 MHZ PADA TAHUN 2025  
MENGUNAKAN SOFTWARE ATOLL UNTUK DAERAH SUKASARI KOTA BANDUNG



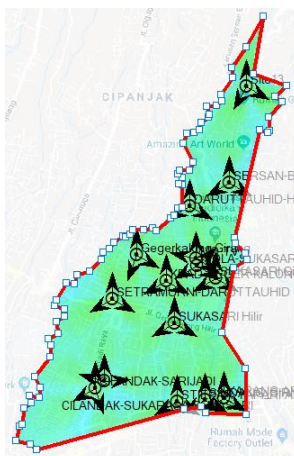
Gambar 12. Hasil pada Software Berdasarkan Parameter RSRQ



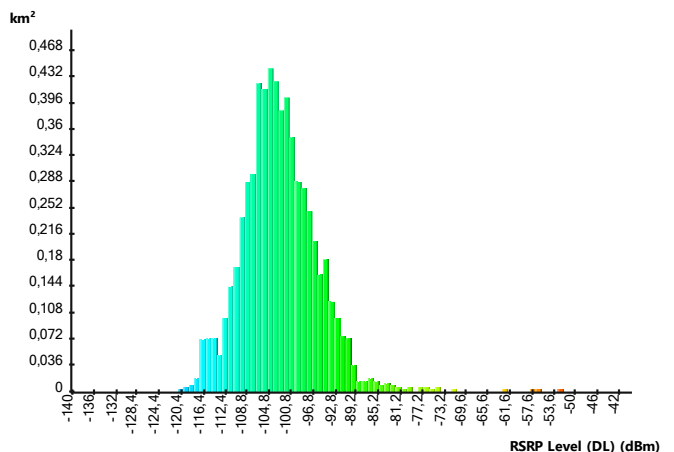
Gambar 13. Histogram RSRQ 14 e node B

c. Jumlah E node B 15

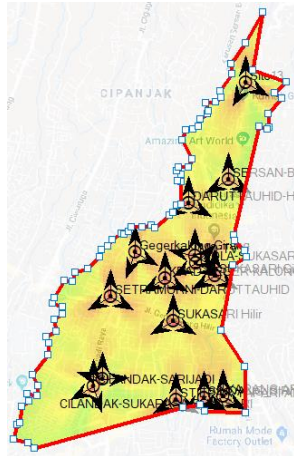
Perencanaan jaringan LTE dengan jumlah eNodeB 15 pada *software* atoll mencakup seluruh area yang ada di Kecamatan Sukasari. Akan tetapi terdapat wilayah yang memiliki kualitas parameter jaringan RSRP yang ditunjukkan pada gambar 14. Kemudian histogram dari nilai parameter RSRP dapat dilihat pada gambar 15. Area yang masih di bawah standar 3GPP berdasarkan parameter RSRP yakni seluas  $0,535 \text{ km}^2$ . Sedangkan berdasarkan parameter RSSI dapat dilihat pada gambar 16. Yakni hasil cakupan area di Kecamatan Sukasari. Akan tetapi terdapat wilayah yang memiliki kualitas parameter jaringan RSSI di bawah standar 3GPP, histogram hasil dari cakupan berdasarkan parameter RSSI dapat dilihat pada gambar 17. Area yang masih di bawah standar 3GPP berdasarkan parameter RSSI yakni seluas  $0,103 \text{ km}^2$ . Adapun hasil parameter RSSQ pada *software* dapat dilihat pada gambar 18. Masih ada area yang belum tercakup pada parameter ini seperti yang ditunjukkan pada gambar 19. Area yang masih belum tercakupi yakni seluas  $0,478 \text{ km}^2$  dan yang masih di bawah standar 3GPP berdasarkan parameter RSSQ yakni seluas  $0,46 \text{ km}^2$ .



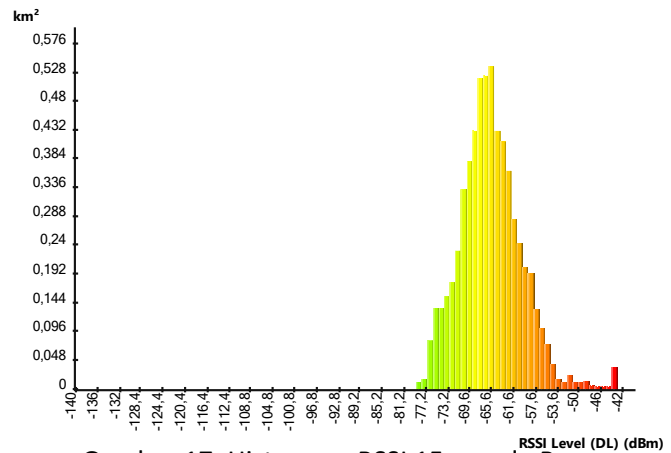
Gambar 14. Hasil pada Software Berdasarkan Parameter RSRP



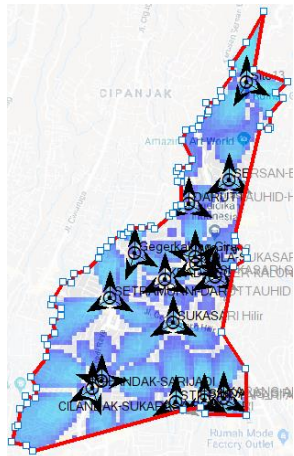
Gambar 15. Histogram RSRP 15 e node B



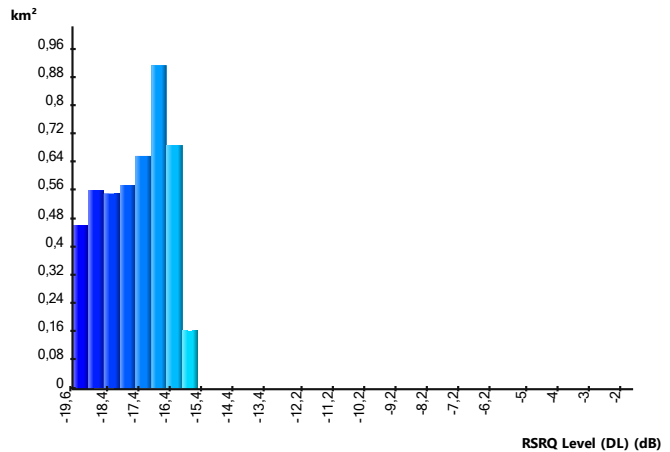
Gambar 16. Hasil pada Software Berdasarkan Parameter RSSI



Gambar 17. Histogram RSSI 15 e node B



Gambar 18. Hasil pada Software Berdasarkan Parameter RSRQ

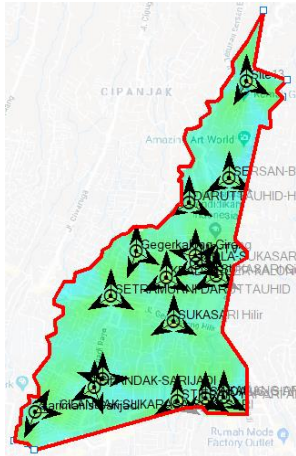


Gambar 19. Histogram RSRQ 15 e node B

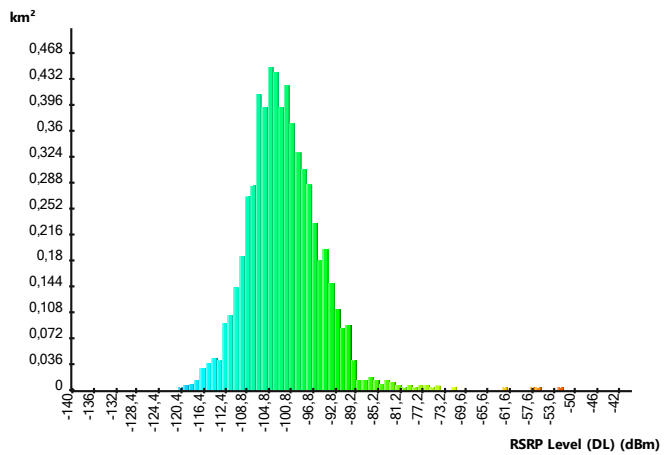
d. Jumlah E node B 16

Perencanaan jaringan LTE dengan jumlah eNodeB 16 pada *software* atoll mencakup seluruh area yang ada di Kecamatan Sukasari. Akan tetapi terdapat wilayah yang memiliki kualitas parameter jaringan RSRP yang ditunjukkan pada gambar 20. Kemudian histogram dari nilai parameter RSRP dapat dilihat pada gambar 21. Area yang masih di bawah standar 3GPP berdasarkan parameter RSRP yakni seluas  $0,37 \text{ km}^2$ . Sedangkan berdasarkan parameter RSSI dapat dilihat pada gambar 22. Yakni hasil cakupan area di Kecamatan Sukasari. Akan tetapi terdapat wilayah yang memiliki kualitas parameter jaringan RSSI di bawah standar 3GPP, histogram hasil dari cakupan berdasarkan parameter RSSI dapat dilihat pada gambar 23. Area yang masih di bawah standar 3GPP berdasarkan parameter RSSI yakni seluas  $0,053 \text{ km}^2$ . Adapun hasil parameter RSSQ pada *software* dapat dilihat pada gambar 24. Masih ada area yang belum tercakup pada parameter ini seperti yang ditunjukkan pada gambar 25. Area yang masih belum tercakupi yakni seluas  $0,378 \text{ km}^2$  dan yang masih di bawah standar 3GPP berdasarkan parameter RSSQ yakni seluas  $0,55 \text{ km}^2$

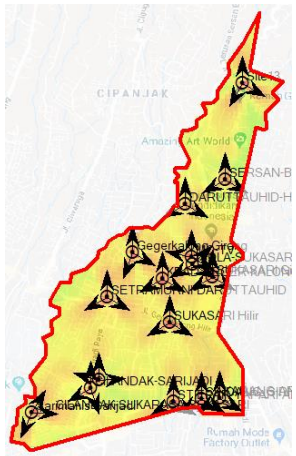
PERENCANAAN JARINGAN SELULER GSM 1800 MHZ PADA TAHUN 2025  
MENGUNAKAN SOFTWARE ATOLL UNTUK DAERAH SUKASARI KOTA BANDUNG



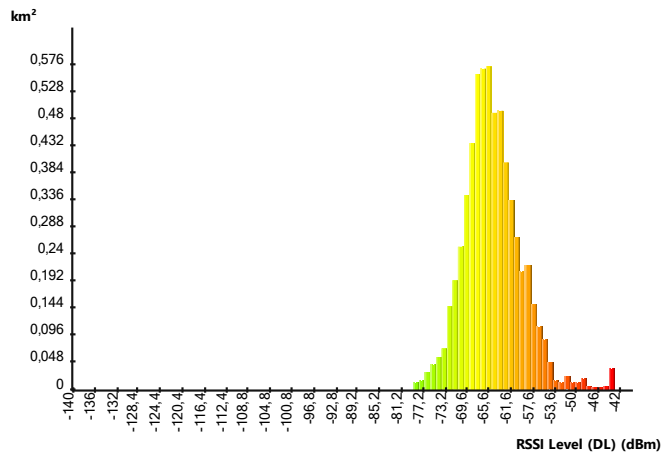
Gambar 20. Hasil pada Software Berdasarkan Parameter RSRP



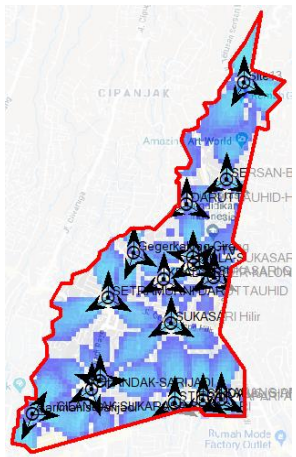
Gambar 21. Histogram RSRP 16 e node B



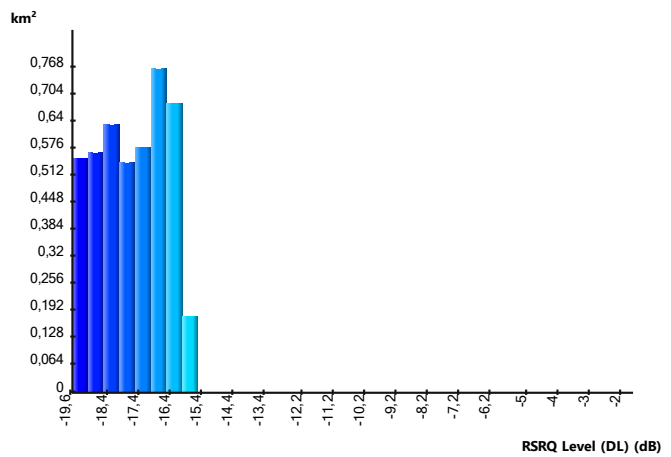
Gambar 22. Hasil pada Software Berdasarkan Parameter RSSI



Gambar 23. Histogram RSSI 16 e node B



Gambar 24. Hasil pada Software Berdasarkan Parameter RSRQ



Gambar 25. Histogram RSRP 16 e node B

### 3.4 Analisis

Dari data di atas bahwa perencanaan jaringan seluler khususnya pada frekuensi 1800MHz atau 4G LTE dengan berdasarkan data jumlah kepadatan penduduk, luas wilayah, dan laju pertumbuhan penduduk sangat penting dalam suatu perencanaan jaringan seluler. Berdasarkan hasil penelitian ini jumlah e node B dari tahun 2019 hingga 2025 mengalami peningkatan pada setiap 2 tahun sekali. Peningkatan jumlah e node B ini mempengaruhi *coverage area* maupun kualitas parameter jaringan yang diterima oleh *user* atau pelanggan. Tahun 2025 ditambahkan 2 e Node B untuk meningkatkan *good coverage* pada parameter jaringan RSRP, RSSI, dan RSRQ ternyata tidak efektif dikarenakan area yang memiliki kualitas parameter jaringan yang buruk yakni merupakan area yang kurang penduduk ataupun area kosong.

## 4. Kesimpulan

Pada penelitian ini telah dilakukan perencanaan jaringan seluler pada frekuensi 1800MHz di Kecamatan Sukasari Kota Bandung hingga tahun 2025 menggunakan software Atoll. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa prediksi jumlah pelanggan setiap tahunnya mengalami peningkatan dan jumlah e node B setiap 2 tahun sekali mengalami penambahan untuk memperbaiki *coverage area*. Hasil penelitian ini bermanfaat untuk operator, guna memprediksi jumlah pelanggan dan perencanaan *coverage area* hingga tahun 2025.

## 5. Daftar Pustaka

- [1] Wardhana.Lingga, Dewantoro, Anton, Harto Isybel, Mahardika. Dika, Hikmaturohman. Alfin. *4G Handbook Edisi Bahasa Indonesia*.2014.Jakarta:www.nulisbuku.com
- [2] Ulfah, Maria, "*Analisis Jumlah eNodeB LTE Untuk Kota Balikpapan.*", *J. Tek. Elektronika*, vol. 2, no. 1, 2016.
- [3] Sugiharto, Ari and Alfi, Ikrima, "*Analisa Jaringan Performa Jaringan 4G LTE Berbagai Provider Seluler di Area Kota Yogyakarta.*", vol. 1, no. 1, 2018.
- [4] Saputra, I Made Gede Yogi Priyandana Adi, Sudiarta, Pande Ketut and, Sukadarmika, Gede, "*Analisis Hasil Drive Test Menggunakan Software G-Net dan Nemo di Jaringan LTE Area Denpasar*
- [5] Ulfah, Maria, "*Peningkatan Area Jangkauan Jaringan 4G LTE (Studi Kasus Kecamatan Samarinda Ulu)*", vol. 5, no. 1, 2018
- [6] Marwa Elbagir Mohammed, Khalid Hamid Bilal, "*LTE Radio Planning Using Atoll Radio Planning and Optimization Software*", *International Journal of Science and Research (IJSR)* ISSN: 2319-7064
- [7] Raphaël Nlend1, Emmanuel Tonye, "*Planning and simulation of LTE radio network:case of the city of Yaoundé*", *IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering (IOSR-JECE)* e-ISSN: 2278-2834,p-ISSN: 2278-8735.Volume 14, Issue 2, Ser. I (Mar.-Apr. 2019), PP 19-29

PERENCANAAN JARINGAN SELULER GSM 1800 MHZ PADA TAHUN 2025  
MENGUNAKAN SOFTWARE ATOLL UNTUK DAERAH SUKASARI KOTA BANDUNG

- [8] A. BenjaminPaul, Sk.M.SubaniCode, "Planning of 3G UMTS Mobile Networks Using ATOLL Planning Tool", International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)Vol. 1 Issue 5, July – 2012
- [9] Abdul Basit, Syed, "Dimensioning of LTE Network Description of Models and Tool, Coverage and Capacity Estimation of 3GPP Long Term Evolution Radio Interface," Master Thesis, Helsinki University of Technology, 2009.
- [10] Marwa Elbagir Mohammed, KhalidHamid Bilal, LTE Radio Planning Using Atoll Radio Planningand Optimization Software, International Journal of Science and Research (IJSR), Volume 3 Issue 10,October 2014

*{halaman ini sengaja dikosongkan}*