

PERANCANGAN JARINGAN *LONG TERM EVOLUTION* (LTE) PADA FREKUENSI 2100 MHZ DI KECAMATAN MUARA DUA KOTA LHOKSEUMAWE PADA TAHUN 2029 MENGGUNAKAN *SOFTWARE ATOLL*

Soraya¹, Rachmawati², Ipan Suandi³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe
Email: xiomisoraya@gmail.com¹, rachma@pnl.ac.id², ipan@pnl.ac.id³

Abstrak – Penelitian ini membahas perancangan jaringan *Long Term Evolution* (LTE) pada frekuensi 2100 MHz di Kecamatan Muara Dua, Kota Lhokseumawe, untuk tahun 2029. Latar belakang penelitian ini adalah kebutuhan perluasan jaringan LTE di wilayah yang masih memiliki jaringan buruk dan jauh dari perkotaan, serta pertumbuhan penduduk yang signifikan di Kecamatan Muara Dua. Rumusan masalah meliputi perancangan jaringan LTE menggunakan *software Atoll*, perhitungan parameter LTE, dan analisis hasil performa jaringan. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui perancangan LTE pada frekuensi 2100 MHz, perhitungan parameter LTE untuk perancangan *eNodeB* baru, dan hasil parameter performa jaringan LTE pada tahun 2029. Penelitian ini dibatasi pada Kecamatan Muara Dua, Kota Lhokseumawe, dengan fokus pada parameter RSRP, RSSI, RSRQ, SINR, dan Path Loss, serta menggunakan frekuensi 2100 MHz. Data diperoleh dari informasi jumlah penduduk, luas wilayah, laju pertumbuhan penduduk di Kecamatan Muara Dua, dan jumlah pelanggan seluler di Lhokseumawe. Metodologi penelitian meliputi *capacity planning*, *coverage planning*, dan simulasi menggunakan *software Atoll* dengan tiga skenario jumlah *eNodeB* (8, 9, dan 10). Hasil penelitian menunjukkan peningkatan kualitas jaringan seiring penambahan jumlah *eNodeB*. Parameter RSRQ konsisten dalam kategori "Good", RSRP meningkat dari "Good" menjadi "Excellent", RSSI dan SINR menunjukkan peningkatan, serta area dengan Path Loss rendah bertambah signifikan. Skenario dengan 10 *eNodeB* menunjukkan kinerja terbaik dalam hal cakupan dan kualitas sinyal.

Kata-kata kunci: LTE, RSRQ, RSRP, RSSI, SINR, Path Loss

Abstract – This study discusses the design of a *Long Term Evolution* (LTE) network at a frequency of 2100 MHz in Muara Dua District, Lhokseumawe City, for 2029. The background of this study is the need for LTE network expansion in areas that still have poor networks and are far from urban areas, as well as significant population growth in Muara Dua District. The formulation of the problem includes designing an LTE network using *Atoll software*, calculating LTE parameters, and analyzing network performance results. The purpose of this study is to determine the design of LTE at a frequency of 2100 MHz, calculating LTE parameters for designing new *eNodeBs*, and the results of LTE network performance parameters in 2029. This study is limited to Muara Dua District, Lhokseumawe City, focusing on the parameters RSRP, RSSI, RSRQ, SINR, and Path Loss, and using a frequency of 2100 MHz. Data were obtained from information on population, area, population growth rate in Muara Dua District, and the number of cellular subscribers in Lhokseumawe. The research methodology includes *capacity planning*, *coverage planning*, and simulation using *Atoll software* with three scenarios of the number of *eNodeBs* (8, 9, and 10). The results show an increase in network quality as the number of *eNodeBs* increases. The RSRQ parameter is consistently in the "Good" category, RSRP increases from "Good" to "Excellent", RSSI and SINR show an increase, and the area with low Path Loss increases significantly. The scenario with 10 *eNodeBs* shows the best performance in terms of coverage and signal quality.

Keywords: LTE, RSRQ, RSRP, RSSI, SINR, Path Loss

I. PENDAHULUAN

Sistem komunikasi seluler telah mengalami perkembangan yang pesat, dari generasi pertama 1G hingga teknologi 4G LTE, dan kini sedang menuju perkembangan teknologi 5G yang menawarkan kecepatan data tinggi untuk aplikasi multimedia dan *streaming video*. Namun, ketersediaan jaringan 4G LTE di semua wilayah masih menjadi tantangan, terutama di daerah pinggiran kota yang masih memiliki kualitas jaringan buruk.

Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas jaringan seluler adalah area cakupan antenna pada *Base Transceiver Station* (BTS). Untuk memperluas jangkauan jaringan LTE, diperlukan perencanaan penempatan *eNodeB* baru dengan menggunakan Standar Spesifikasi 4G LTE 3GPP, terutama di wilayah yang masih memiliki jaringan buruk dan jauh dari perkotaan.

Kecamatan Muara Dua, Kota Lhokseumawe, merupakan salah satu wilayah yang memiliki pertumbuhan penduduk yang signifikan, namun masih memiliki banyak keluhan terkait koneksi jaringan yang

buruk, terutama di daerah pedesaan yang jauh dari perkotaan. Saat ini, terdapat 21 menara sel yang hanya berada di lingkungan perkotaan, belum menjangkau seluruh wilayah Kecamatan Muara Dua.

Melihat pertumbuhan masyarakat Kecamatan Muara Dua yang semakin padat, sangat diperlukan adanya perluasan jaringan *eNodeB* yang harus dilakukan oleh industri telekomunikasi. Dengan mempertimbangkan perkiraan pertumbuhan penduduk dan kebutuhan layanan komunikasi di tahun 2029, maka penelitian ini bertujuan untuk merancang jaringan *Long Term Evolution* (LTE) pada frekuensi 2100 MHz di Kecamatan Muara Dua, Kota Lhokseumawe, menggunakan perangkat lunak Atoll.

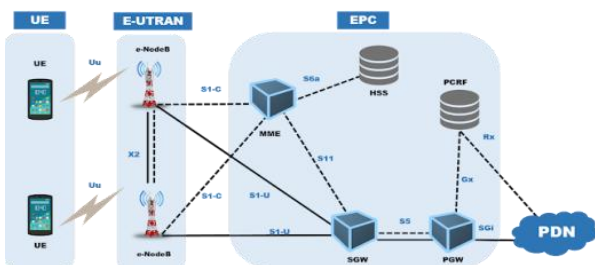
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Long Term Evolution (LTE)

Teknologi *Long Term Evolution* (LTE) merupakan evolusi dari jaringan generasi sebelumnya, yakni 3G (UMTS) dan 3.5G (HSDPA). LTE disebut sebagai jaringan generasi keempat (4G) yang memiliki kemampuan menyediakan kecepatan transfer data yang tinggi, mencapai 100 Mbps pada *downlink* dan 50 Mbps pada *uplink*, baik di dalam maupun di luar ruangan. Selain kecepatan transfer data yang tinggi, LTE juga memiliki keunggulan dalam hal cakupan layanan yang lebih luas, kapasitas yang lebih besar, biaya operasional yang lebih rendah, dukungan untuk penggunaan *multiple-antena*, fleksibilitas dalam penggunaan *bandwidth* operasi, serta kemampuan untuk terintegrasi dengan teknologi yang sudah ada sebelumnya [1].

B. Arsitektur Jaringan LTE

Arsitektur LTE dikenal dengan suatu istilah SAE (*System Architecture Evolution*) yang menggambarkan suatu evolusi arsitektur dibandingkan dengan teknologi sebelumnya. Secara keseluruhan LTE mengadopsi teknologi EPS (*Evolved Packet System*). Didalamnya terdapat tiga komponen penting yaitu UE (*User Equipment*), E-UTRAN (*Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network*), dan EPC [2].

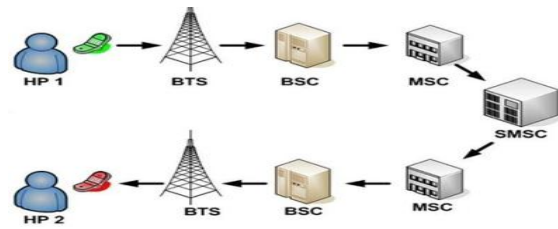


Gbr. 1 Arsitektur Jaringan

C. Base Transceiver Station

Base Transceiver Station atau dikenal dengan istilah BTS merupakan bagian penting dalam jaringan telekomunikasi seluler karena BTS inilah yang akan menghubungkan jaringan suatu operator telekomunikasi

seluler dengan pelanggannya [3]. BTS terdiri dari tiga bagian utama, yaitu: tower, shelter, dan feeder.



Gbr. 2 Topologi BTS

D. Parameter Jaringan LTE

Perencanaan jaringan LTE merupakan proses kompleks yang melibatkan berbagai aspek teknis untuk memastikan jaringan dapat memenuhi kebutuhan pengguna baik dari segi kapasitas maupun cakupan. Proses ini terdiri dari dua komponen utama: perencanaan kapasitas (*capacity planning*) dan perencanaan cakupan (*coverage planning*) [4].

1. Perhitungan Prediksi User

$$u_n = u_o (1 + F_p)^n \tag{1}$$

2. Perhitungan Parameter LTE

- Jumlah Kanal

$$N = \frac{BW}{BandwidthR F} \times \frac{user / kanal}{cluster} \tag{2}$$

- Traffic Demand

$$\frac{A}{tahun} = jumlah\ sentimasi \times trafik\ per\ user \tag{3}$$

- Jumlah sel

$$jumlahsel = \frac{A / pertahun}{A} \tag{4}$$

- Luas Sel

$$Luassel = \frac{Luasdaerah}{jumlahsel} \tag{5}$$

- Jari-jari sel

$$R_{sel} = \sqrt{\frac{L_{sel}}{2.6}} \tag{6}$$

- Jumlah EnodeB

$$jumlaheNodeB = \frac{luasdaerah}{luassel} \tag{7}$$

3. Model Okumura Hatta

Model *Okumura Hatta* propagasi gelombang radio ini dikenal luas sebagai salah satu metode terkemuka untuk merencanakan dan memperkirakan kekuatan sinyal dalam suatu area. Model ini umumnya diterapkan pada spektrum frekuensi antara 150 MHz hingga 2200 MHz, dengan kemampuan memprediksi propagasi sinyal hingga jarak 100 kilometer [5].

E. Parameter Radio Planning

Performansi dari parameter optimasi akan berpengaruh terhadap kinerja suatu jaringan. Parameter tersebut yakni sebagai berikut:

1. Reference Signal Received Power (RSRP)

Reference Signal Received Power (RSRP) merupakan sinyal LTE power yang diterima user dalam frekuensi tertentu. Semakin jauh jarak antara site dan user, maka semakin kecil pula RSRP yang diterima user [6].

TABEL I
Standar 4G LTE RSRP [7]

RSRP (dBm)	Keterangan
>= -80 dBm	Excellent
-80 dBm s.d -90 dBm	Good
-90 dBm s.d -100 dBm	Fair to poor
<= - 100 dBm	No signal

2. Reference Signal Received Quality (RSRQ)

Reference Signal Received Quality (RSRQ) merupakan pengukuran kualitas daya sinyal terima dari suatu sel. RSRQ didefinisikan sebagai rasio antara jumlah resource block, RSRP terhadap RSSI [6].

TABEL II
Standar 4G LTE RSRQ [7]

RSRQ (dB)	Keterangan
>= -10 dB	Excellent
-10 dB s.d -15 dB	Good
-15 dB s.d -20 dB	Fair to poor
<= - 20 dB	No signal

3. Received Signal Strength Indicator (RSSI)

Received Signal Strength Indicator (RSSI) merupakan power sinyal yang diterima user dalam rentang frekuensi tertentu termasuk noise dan interferensi (disebut juga wideband power) [6].

TABEL III
Standar 4G LTE RSSI [7]

RSSI (dBm)	Keterangan
>= -65 dBm	Excellent
-65 dBm s.d -75 dBm	Good
-75 dBm s.d -85 dBm	Fair
-85 dBm s.d -95 dBm	Poor
<= - 95 dBm	No signal

4. Signal to Interference Noise Ratio (SINR)

SINR merupakan rasio perbandingan antara sinyal utama yang dipancarkan dengan interferensi dan noise yang timbul (tercampur dengan sinyal utama) [5].

TABEL IV
Standar 4G LTE SINR [6]

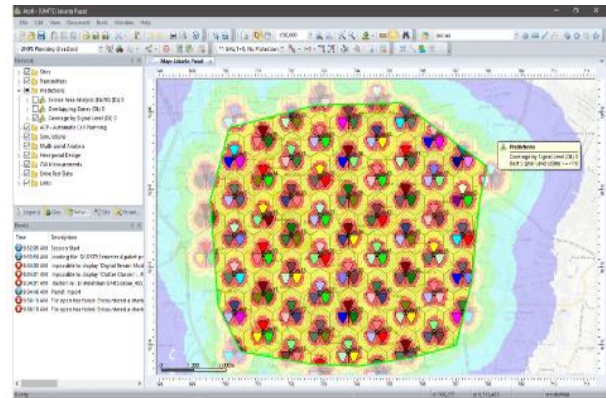
SINR (dB)	Keterangan
>= 20 dB	Excellent
13 dB s.d 20 dB	Good
0 dB s.d 13 dB	Fair to poor
<= 0 dB	No signal

5. Path Loss

Path Loss adalah redaman atau daya yang hilang ketika data atau sinyal melewati media udara dari antenna ke penerima dalam jarak tertentu

F. Software Atoll

Software Atoll Radio Planning Atoll Radio Planning merupakan software desain jaringan dan optimasi yang mendukung operator nirkabel di seluruh level jaringan, mulai dari perencanaan awal untuk densifikasi dan optimasi nirkabel. Atoll mendukung multi-format dan multi-resolusi data geografi. Resolusi tinggi datasheet perkotaan dan nasional didukung dan ditampilkan secara interaktif sebagai beberapa lapisan termasuk teknik dan prediksi plot [6].



Gbr. 3 Software Atoll

III. METODOLOGI

A. Konsep Desain

Penelitian ini menggunakan software Atoll untuk merancang jaringan Long Term Evolution (LTE) pada frekuensi 2100 MHz di Kecamatan Muara Dua, Kota Lhokseumawe. Langkah-langkah yang dilakukan adalah:

1. Menentukan titik koordinat wilayah yang akan dibangun eNodeB baru, dengan melihat area yang masih memiliki kualitas jaringan buruk.
2. Memasukkan data peta digital wilayah Kecamatan Muara Dua yang berbasis OpenstreetMap untuk menghasilkan rancangan peta (mapping/map design plan).

B. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data jumlah penduduk, luas wilayah, laju pertumbuhan

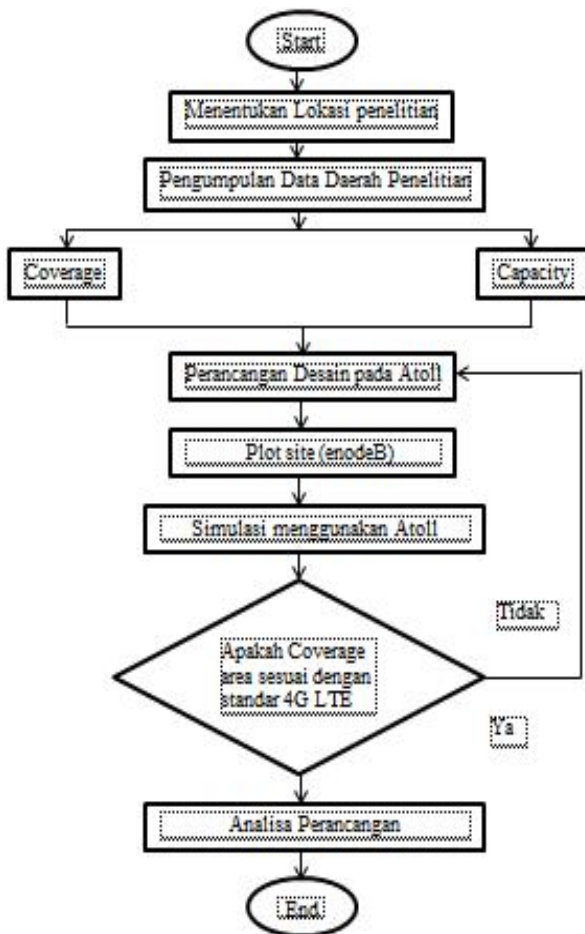
penduduk di Kecamatan Muara Dua, serta data jumlah pelanggan telepon di Lhokseumawe.

C. Teknik Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan diolah menggunakan persamaan prediksi jumlah user Persamaan 1) dan perhitungan parameter LTE (Persamaan 2 hingga 7).

D. Metode Simulasi

Metodologi simulasi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi beberapa tahapan proses yang telah diilustrasikan pada diagram alir pada Gambar 4.



Gbr. 4 Flowchart

Perancangan jaringan LTE dilakukan menggunakan software Atoll dengan frekuensi 2100 MHz di Kecamatan Muara Dua. Tahapan simulasi dimulai dengan penentuan lokasi penelitian dan pengumpulan data berupa jumlah penduduk, luas wilayah, dan laju pertumbuhan penduduk. Data ini digunakan dalam dua aspek utama perancangan. Pertama, *capacity planning* dilakukan untuk memprediksi jumlah pengguna beberapa tahun ke depan menggunakan Persamaan (1). Kedua, *coverage planning* digunakan untuk menghitung parameter yang dibutuhkan dalam merancang jaringan LTE, meliputi

jumlah kanal, *traffic demand*, jumlah sel, jari-jari sel, dan jumlah *eNodeB*, menggunakan Persamaan (2) hingga (7). Hasil perhitungan dari kedua aspek ini kemudian digunakan sebagai input untuk simulasi menggunakan *software* Atoll. Melalui metode ini, dapat dihasilkan perancangan jaringan LTE yang optimal untuk Kecamatan Muara Dua dengan mempertimbangkan aspek kapasitas dan cakupan area.

E. Metode Analisis

Dalam tahap analisis data, penulis menggunakan metode kuantitatif dengan menganalisis data grafik yang dihasilkan dari simulasi *coverage area planning* untuk frekuensi 2100MHz pada *software* Atoll. Parameter yang dianalisis meliputi RSSI, RSSQ, RSCP, SINR, dan *Path Loss*. Hasil analisis tersebut digunakan untuk mengevaluasi kualitas *coverage area* yang dibangun sesuai prediksi *eNodeB* dalam jaringan LTE berdasarkan standar 4G LTE pada Tabel 1 sampai 4.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Profil Data Wilayah Perancangan

Kecamatan Muara Dua merupakan salah satu dari empat kecamatan yang berada di Kota Lhokseumawe, Provinsi Aceh. Terletak di bagian timur Kota Lhokseumawe, Kecamatan Muara Dua memiliki kombinasi area perkotaan dan pedesaan yang dengan luas wilayah kecamatan muara dua 57.80 Km² dengan jumlah penduduk 51,987 jiwa dapat dilihat pada Tabel V.

TABEL V
Jumlah Penduduk dan Luas Wilayah Kecamatan Muara Dua

Kelurahan	Jumlah penduduk	Luas Wilayah (Km ²)
Paloh Batee	1067	3,50
Lhok Mon Puteh	999	1,98
Cot Girek	3058	2,80
Manyang	1586	2,20
Blang Crum	3079	2,20
Alue Awe	2959	4,50
Cut Mamplam	2277	3,20
Mns Mee	2711	2,50
Mns Blang	2820	2,20
Uteun Kot	6012	1,80
Blang Pohroh	1406	4,00
Paya Puntet	3496	4,50
Keude Cunda	1869	0,22
Mns Mesjid	7468	6,00
Panggoi	6941	3,20
Paya Bili	823	4,00
Mns Alue	3416	9,00
Jumlah	51 987	57,80

Adapun tabel penggolongan penduduk berdasarkan usia pada kecamatan Muara Dua dan data laju pertumbuhan penduduk per tahun 2023. Dapat dilihat pada tabel VI dan Tabel VII.

TABEL VI
Pengelompokan Penduduk Berdasarkan Usia

No	Golongan Umur	Jumlah
1	0 -14	13.560
2	15 – 59	34.068
3	>60	4.359

TABEL VII
Laju Pertumbuhan Penduduk Tahun 2023

Kecamatan	Laju Pertumbuhan penduduk per Tahun 2020 – 2023	
	2020	2023
Blang Mangat	1,57 %	1,63 %
Muara Dua	1,12 %	1,18 %
Muara Satu	0,37 %	0,42 %
Banda Sakti	0,29 %	0,35 %

Untuk data jumlah pelanggan telepon yang berada di Lhokseumawe yang berasal dari sumber PT. Telkom Cabang Lhokseumawe. Jumlah Pelanggan Telepon di Lhokseumawe 2023 dapat dilihat pada Tabel VIII.

TABEL VIII
Jumlah Pelanggan Telepon

Bulan	Jumlah
Januari	3.882
Ferbuari	3.827
Maret	3.811
April	3.802
Mei	3.781
Juni	3.752
Juli	3.638
Agustus	3.621
September	3.518
Oktober	3.504
November	3.482
Desember	3.471
Total	52.789

Untuk data menara tower yang sudah didirikan pada wilayah kecamatan terdapat 21 menara tower di Muara Satu berasal dari sumber data BPS dapat dilihat pada Tabel IX.

B. Perhitungan Prediksi User

Prediksi jumlah pengguna ini diperlukan untuk memastikan kapasitas dan sumber daya jaringan yang memadai dalam memenuhi permintaan layanan di tahun-tahun mendatang. Dengan menggunakan metode terkini dalam memprediksi pertumbuhan pengguna, seperti yang ditunjukkan oleh Persamaan (1), maka didapatkan hasil prediksi jumlah pengguna untuk beberapa tahun ke depan dapat dilihat dalam Tabel X.

TABEL IX
Kondisi Awal Jaringan Pada Kecamatan Muara Dua

Kelurahan	Jumlah menara BTS	Kekuatan Sinyal	Jenis Sinyal Internet Telepon Seluler
Paloh Batee	-	Lemah	3G
Lhok Mon Puteh	-	Lemah	4G/LTE
Cot Girek	-	Kuat	4G/LTE
Manyang	1	Kuat	4G/LTE
Blang Crum	2	Kuat	4G/LTE
Alue Awe	2	Kuat	4G/LTE
Cut Mamplam	1	Kuat	4G/LTE
Mns Mee	1	Kuat	4G/LTE
Mns Blang	-	Kuat	4G/LTE
Uteun Kot	3	Sangat Kuat	4G/LTE
Blang Pohroh	2	Kuat	4G/LTE
Paya Puntet	1	Sangat Kuat	4G/LTE
Keude Cunda	1	Sangat Kuat	4G/LTE
Mns Mesjid	3	Sangat Kuat	4G/LTE
Panggoi	3	Sangat Kuat	4G/LTE
Paya Bili	-	Lemah	3G
Mns Alue	1	Lemah	3G
Jumlah	21		

TABEL X
Prediksi Jumlah User

Tahun	Prediksi User
2025	36.112
2026	38.278
2027	40.576
2028	43.010
2029	45.590

C. Perhitungan Parameter LTE

Pada proses melakukan perancangan jaringan *Long Term Evolution* (LTE) yang optimal, terdapat beberapa parameter yang perlu dipertimbangkan dan dihitung secara teliti. Perhitungan parameter-parameter ini dilakukan dengan menggunakan metode dan Persamaan yang ditunjukkan oleh Persamaan (2) hingga persamaan (7). Setelah melakukan perhitungan parameter, hasil perhitungan untuk setiap parameter dapat dilihat dalam Tabel XI.

TABEL XI
Perhitungan Parameter LTE

Tahun	Jml. Kanal	Traffic Demand	Jml. Sel	Luas Sel	Jari-jari Sel	Jml. enod eB
2025	134	1.083,36	8	7,22	1,66	8
2026	134	1.148,34	9	6,42	1,56	9
2027	134	1.217,28	9	6,42	1,56	9
2028	134	1.290,30	10	5,78	1,48	10
2029	134	1.367,70	10	5,78	1,48	10

D. Simulasi dan Analisis

1. Pemetaan eNodeB pada software Atoll

Penentuan lokasi site (menara tower) dalam perancangan jaringan LTE ini dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa faktor penting. Pertama, simulasi dilakukan untuk mengidentifikasi area-area yang memiliki cakupan sinyal yang kurang optimal berdasarkan hasil pemetaan dimana titik lokasi. Penentuan lokasi site dapat dilihat pada Tabel XII.

TABEL XII
Koordinat Penempatan Lokasi Site

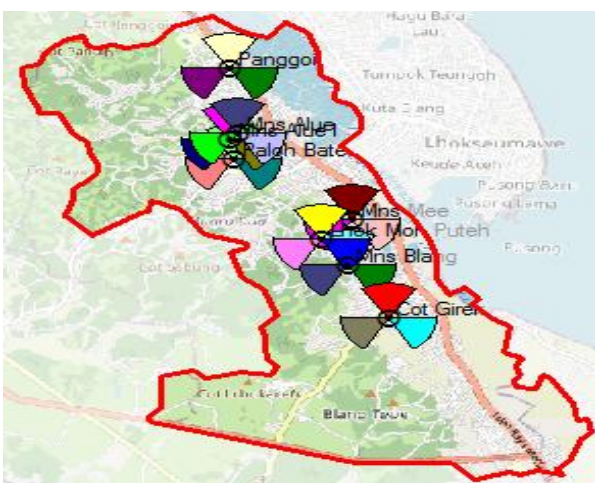
No	Nama	Titik Koordinat	
		Longitude	Latitude
1	Cot Girek	97.136205	5.151214
2	Lhok Mon Puteh	97.128156	5.163561
3	Mns Alue 1	97.118401	5.180047
4	Mns Alue 2	97.11735	5.178909
5	Mns Blang	97.131386	5.159553
6	Mns Mee	97.131814	5.16651
7	Paloh Bate	97.117948	5.17589
8	Panggoi	97.11725	5.190191
9	Cot Girek 2	97.12224	5.140882
10	Uten Kot	97.129787	5.166409

2. Simulasi eNodeB pada Software Atoll

Simulasi pada perencanaan jaringan LTE dapat dilakukan setelah mendapatkan jumlah eNodeB yang telah dihasilkan dalam perhitungan Paramater LTE. Berikut hasil perencanaan jaringan LTE pada Software Atoll berdasarkan jumlah eNodeB:

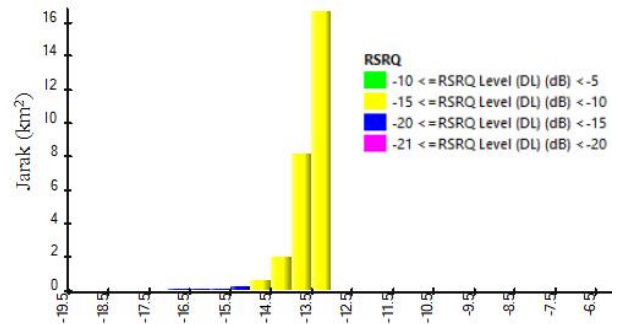
- Jumlah eNodeB 8

Pada perancangan jaringan LTE dengan 8 eNodeB menggunakan software Atoll dapat dilihat pada Gambar 5 telah mencakup seluruh wilayah di Kecamatan Muara Dua dengan luas area 57.80 Km².



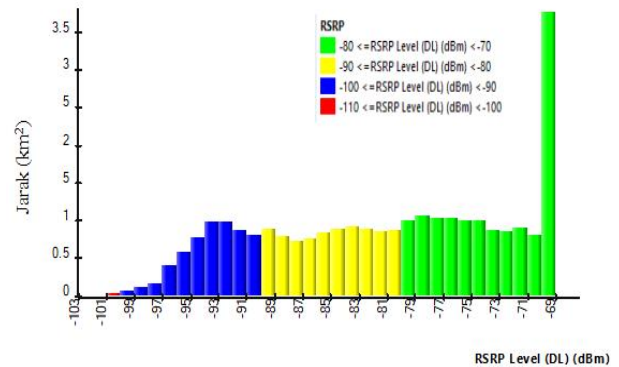
Gbr. 5 eNodeB 8

Untuk hasil histogram dari simulasi perancangan jaringan 4G LTE untuk kecamatan Muara Dua diperoleh nilai rata-rata RSRQ sebesar -13.58 (dB). Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.



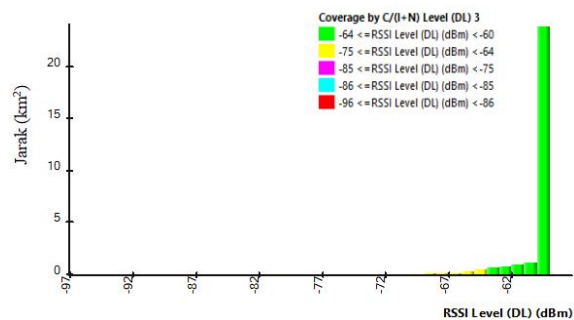
Gbr. 6 Hasil Prediksi RSRQ eNodeB 8

Untuk hasil histogram dari simulasi perancangan jaringan 4G LTE untuk kecamatan Muara Dua diperoleh nilai rata-rata RSRP sebesar -80.88 (dBm). Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 7.



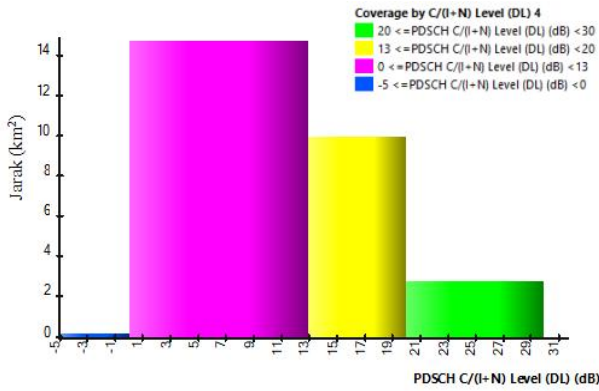
Gbr. 7 Hasil Prediksi RSRP eNodeB 8

Untuk hasil histogram dari simulasi perancangan jaringan 4G LTE untuk kecamatan Muara Dua diperoleh nilai rata-rata RSSI sebesar -48.55 (dBm). Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 8.



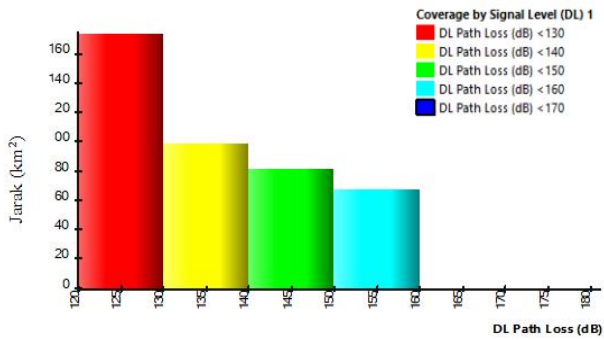
Gbr. 8 Hasil Prediksi RSSI eNodeB 8

Untuk hasil histogram dari simulasi perancangan jaringan 4G LTE untuk kecamatan Muara Dua diperoleh nilai rata-rata SINR sebesar 12.37 (dB). Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 9.



Gbr. 9 Hasil Prediksi SINR eNodeB 8

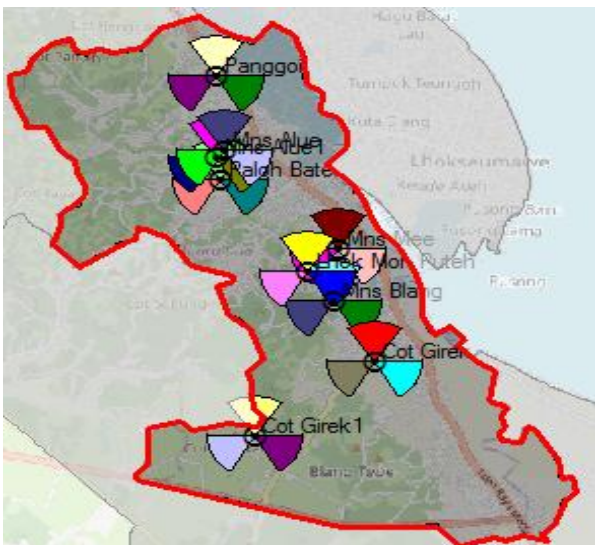
Untuk hasil histogram dari simulasi perancangan jaringan 4G LTE untuk kecamatan Muara Dua terlihat bahwa untuk sebagian besar site Area terbesar (173 km²) memiliki *path loss* < 130 dB, menunjukkan sinyal terkuat. Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 10.



Gbr. 10 Hasil Prediksi Path Loss eNodeB 8

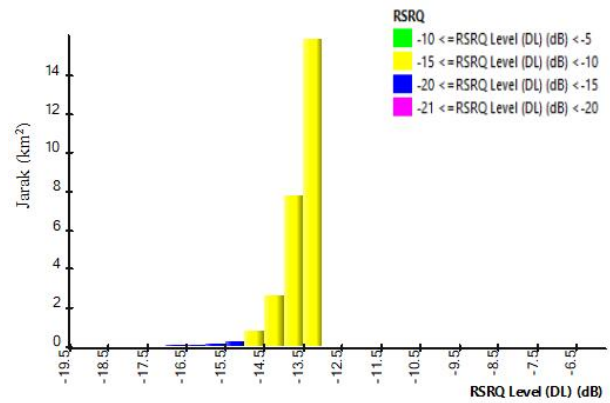
• Jumlah eNodeB 9

Pada perancangan jaringan LTE dengan 9 eNodeB menggunakan *software* Atoll dapat dilihat pada Gambar 11 telah mencakup seluruh wilayah di Kecamatan Muara Dua dengan luas area 57.80 Km².



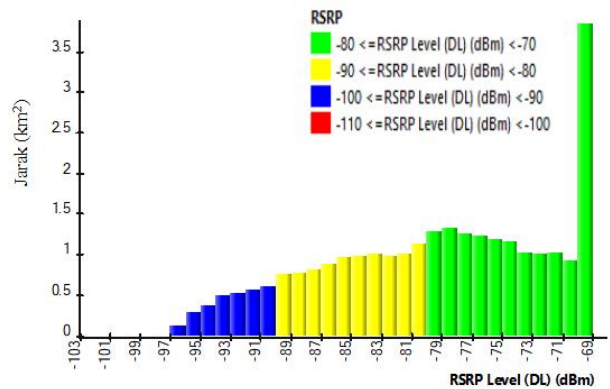
Gbr. 11 eNodeB 9

Untuk hasil histogram dari simulasi perancangan jaringan 4G LTE untuk kecamatan Muara Dua diperoleh nilai rata-rata RSRQ sebesar -13.61(dB). Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 12.



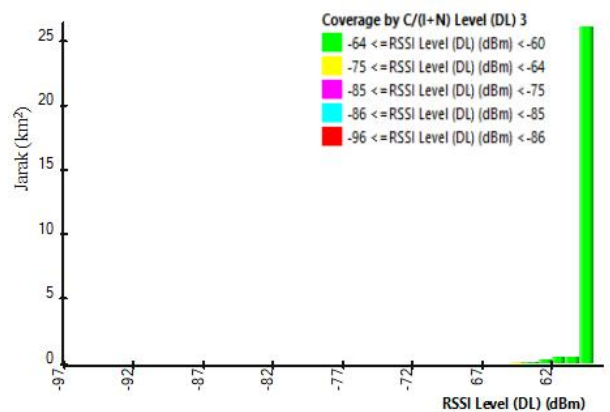
Gbr. 12 Hasil Prediksi RSRQ eNodeB 9

Untuk hasil histogram dari simulasi perancangan jaringan 4G LTE untuk kecamatan Muara Dua diperoleh nilai rata-rata RSRP sebesar -79.21 (dBm). Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 13.



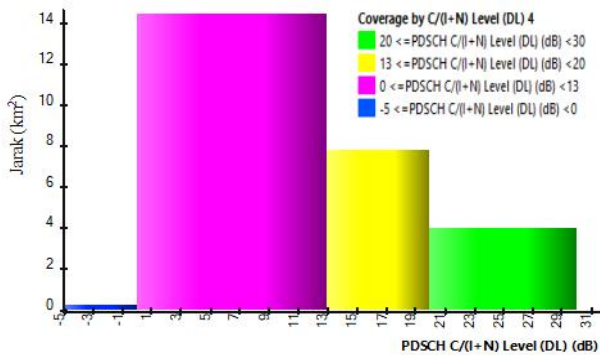
Gbr. 13 Hasil Prediksi RSRP eNodeB 9

Untuk hasil histogram dari simulasi perancangan jaringan 4G LTE untuk kecamatan Muara Dua diperoleh nilai rata-rata RSSI sebesar -46.81 (dBm). Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 14.



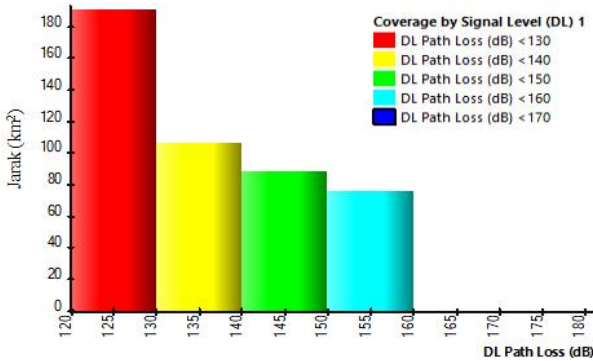
Gbr. 14 Hasil Prediksi RSSI eNodeB 9

Untuk hasil histogram dari simulasi perancangan jaringan 4G LTE untuk kecamatan Muara Dua diperoleh nilai rata-rata SINR sebesar 13.1 (dB). Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 15.



Gbr. 15 Hasil Prediksi SINR eNodeB 9

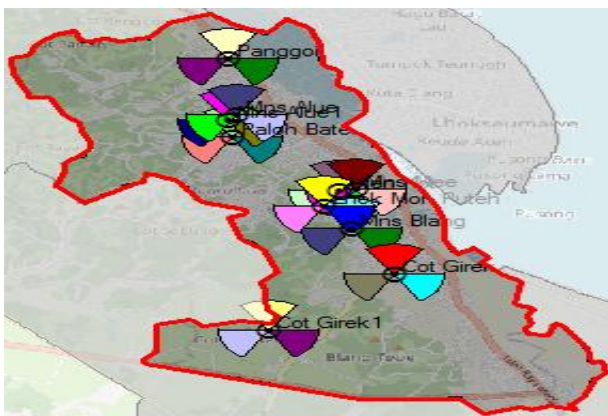
Untuk hasil histogram dari simulasi perancangan jaringan 4G LTE untuk kecamatan Muara Dua diperoleh terlihat bahwa untuk sebagian besar site Area terbesar (191.4 km²) memiliki path loss < 130 dB, menunjukkan sinyal terkuat. Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 16.



Gbr. 16 Hasil Prediksi Path Loss eNodeB 9

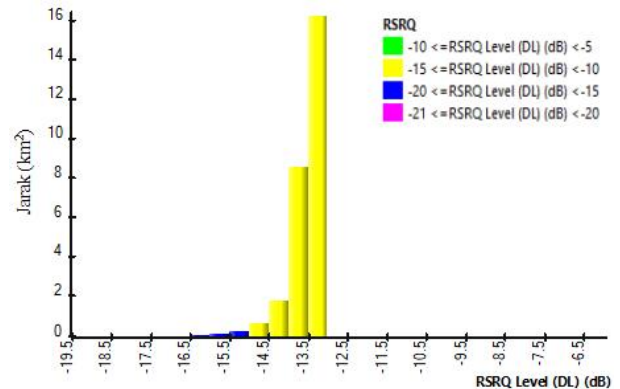
- Jumlah eNodeB 10

Pada perancangan jaringan LTE dengan 10 eNodeB menggunakan software Atoll dapat dilihat pada Gambar 17 telah mencakup seluruh wilayah di Kecamatan Muara Dua dengan luas area 57.80 Km².



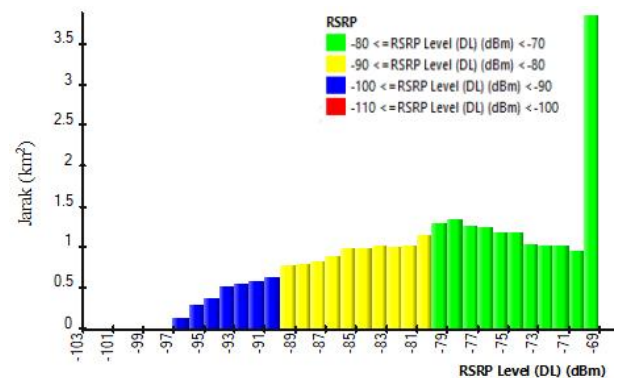
Gbr. 17 eNodeB 10

Untuk hasil histogram dari simulasi perancangan jaringan 4G LTE untuk kecamatan Muara Dua diperoleh nilai rata-rata RSRQ sebesar -13.57 (dB). Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 18.



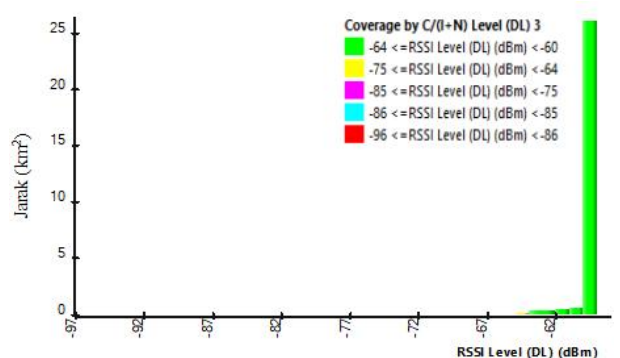
Gbr. 18 Hasil Prediksi RSRQ eNodeB 10

Untuk hasil histogram dari simulasi perancangan jaringan 4G LTE untuk kecamatan Muara Dua diperoleh nilai rata-rata RSRP sebesar -79.21 (dBm). Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 19.



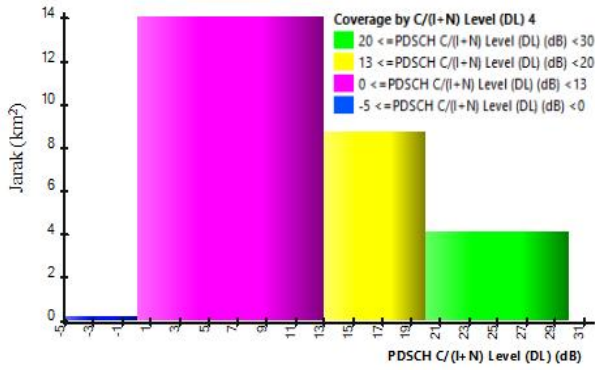
Gbr. 19 Hasil Prediksi RSRP eNodeB 10

Untuk hasil histogram dari simulasi perancangan jaringan 4G LTE untuk kecamatan Muara Dua diperoleh nilai rata-rata RSSI sebesar -46.88 (dBm). Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 20.



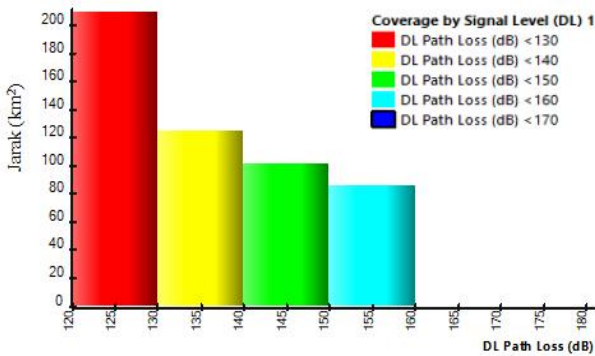
Gbr. 20 Hasil Prediksi RSSI eNodeB 10

Untuk hasil histogram dari simulasi perancangan jaringan 4G LTE untuk kecamatan Muara Dua diperoleh nilai rata-rata SINR sebesar 13.13 (dB). Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 21.



Gbr. 21 Hasil Prediksi SINR eNodeB 10

Untuk hasil histogram dari simulasi perancangan jaringan 4G LTE untuk kecamatan Muara Dua terlihat bahwa untuk sebagian besar site Area terbesar (209.2 km²) memiliki *path loss* < 130 dB, menunjukkan sinyal terkuat. Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 22.



Gbr. 22 Hasil Prediksi Path Loss eNodeB 10

Dari hasil simulasi dapat dilihat pada Tabel XIII mengenai kondisi akhir setelah terjadinya penambahan eNodeB baru pada kecamatan Muara Dua.

TABEL XIII
Kondisi Akhir Jaringan Pada Kecamatan Muara Dua

Kelurahan	Jumlah menara BTS	Kekuatan Sinyal	Jenis Sinyal Internet Telepon Seluler
Paloh Batee	1	Kuat	4G/LTE
Lhok Mon Puteh	1	Kuat	4G/LTE
Cot Girek	2	Sangat Kuat	4G/LTE
Manyang	1	Kuat	4G/LTE
Blang Crum	2	Kuat	4G/LTE
Alue Awe	2	Kuat	4G/LTE
Cut Mamplam	1	Kuat	4G/LTE
Mns Mee	2	Kuat	4G/LTE
Mns Blang	1	Kuat	4G/LTE
Uteun Kot	4	Sangat Kuat	4G/LTE
Blang Pohroh	2	Kuat	4G/LTE
Paya Puntet	1	Sangat Kuat	4G/LTE
Keude Cunda	1	Sangat Kuat	4G/LTE
Mns Mesjid	3	Sangat Kuat	4G/LTE
Pangoi	3	Sangat Kuat	4G/LTE
Paya Bili	-	Kuat	4G/LTE
Mns Alue	3	Kuat	4G/LTE
Jumlah	31		

V. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa di atas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kualitas sinyal RSRQ menunjukkan konsistensi yang baik di semua skenario, dengan peningkatan tertinggi mencapai -13.57 dB pada konfigurasi 10 eNodeB.
2. Terjadi peningkatan signifikan pada parameter RSRP, dari kategori Good (-80.88 dBm) menjadi *Excellent* (-79.21 dBm), menandakan perbaikan kuat sinyal yang diterima.
3. Parameter RSSI mengalami peningkatan dari -48.55 dBm menjadi -46.85 dBm, dengan penurunan marginal ke -46.88 dBm pada konfigurasi terakhir, namun tetap mempertahankan kualitas *Excellent*.
4. Nilai SINR meningkat secara bertahap dari 12.38 dB menjadi 13.13 dB, mempertahankan kualitas *Good* dan menunjukkan perbaikan rasio sinyal terhadap interferensi.
5. Analisis *Path Loss* menunjukkan perluasan area dengan sinyal terkuat (<130 dB) dari 173 km² menjadi 209.2 km², mengindikasikan peningkatan cakupan jaringan yang signifikan.
6. Konfigurasi 10 eNodeB memberikan kinerja jaringan optimal, meskipun peningkatan dari 9 ke 10 eNodeB relatif kecil untuk beberapa parameter, menunjukkan efisiensi penambahan infrastruktur.

REFERENSI

- [1] Yusuf, R. R., Usman, U. K., & Rohmah, Y. S. (2018). Analisa Perencanaan Perluasan Coverage Area LTE di Kabupaten Garut. *TEKTRIKA-Jurnal Penelitian dan Pengembangan Telekomunikasi, Kendali, Komputer, Elektrik, dan Elektronika*, 3(2), 64-73.
- [2] Ulfah, M. (2018). Peningkatan Area Jangkuan Jaringan 4G Lte (Studi Kasus Kecamatan Samarinda Ulu). *Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering)*, 5(1), 33-38.
- [3] Kamaludin, Imansyah, F., & Marpaung, J. (2021). Pemetaan Coverage Area Bts (Base Transceiver Station) di Kecamatan Teluk Keramat Kabupaten Sambas Menggunakan Software QGIS (Quantum Geographic Information System). *Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology (J3EIT)*, 9(2).
- [4] Ulfah, M. (2016). Analisis Jumlah e Node B LTE Untuk Kota Balikpapan. *JST (Jurnal Sains Terapan)*, 2(1).
- [5] Adu, O. I., Idachaba, F. E., & Alatishe, A. A. (2014). Refarming 1800MHz GSM spectrum to

- LTE: The effects on coverage based on pathloss estimation. In *Proceedings of the World Congress on Engineering* (Vol. 1, pp. 2-4).
- [6] Suliandi, S., Munawar, M., & Hayati, R. (2023). Studi Kualitas Jaringan Seluler di Dataran Tinggi Gayo Lues menggunakan Aplikasi Network Cell Info. *Jurnal TEKTRO*, 7(1), 58-64.
- [7] TELTONIKA. (2024). Mobile Signal Strength Recommendations *Mobile Signal Strength Recommendations - Teltonika Networks Wiki*. Sumber: teltonika-networks.com.