
PERENCANAAN JARINGAN *LONG TERM EVOLUTION* (LTE) FREKUENSI 1800 MHZ PADA TAHUN 2028 DI KECAMATAN TANAH JAMBO AYE KABUPATEN ACEH UTARA MENGGUNAKAN *SOFTWARE* ATOLL

Natasya Amanina¹, Ipan Suandi², Muhammad Syahroni³

^{1,2,3}Prodi Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email: natasyaamanina58@gmail.com¹, ipan@pnl.ac.id², msyahroni@pnl.ac.id³

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan jaringan *Long Term Evolution* (LTE) pada frekuensi 1800 MHz di Kecamatan Tanah Jambo Aye, Kabupaten Aceh Utara untuk tahun 2028. Metode yang digunakan meliputi perhitungan prediksi pengguna, penentuan parameter LTE, dan simulasi menggunakan *software* Atoll. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan prediksi pengguna dari 27.966 pada tahun 2024 menjadi 29.788 pada tahun 2028. Simulasi dilakukan untuk dua skenario: 6 eNodeB dan 7 eNodeB. Skenario 6 eNodeB menghasilkan rata-rata RSRP -86,32 dBm, RSRQ -13,33 dB, dan RSSI -55,87 dBm. Sementara skenario 7 eNodeB menghasilkan rata-rata RSRP -86,2 dBm, RSRQ -13,35 dB, dan RSSI -55,87 dBm. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan eNodeB memberikan sedikit peningkatan pada parameter RSRP dan RSRQ karena konsisten dalam kategori Baik, sementara parameter RSSI konsisten dalam kategori sangat baik. Penelitian ini menyimpulkan bahwa perencanaan jaringan LTE dengan 7 eNodeB dapat mengakomodasi pertumbuhan kebutuhan layanan telekomunikasi di Kecamatan Tanah Jambo Aye hingga tahun 2028.

Kata Kunci: *LTE, Perencanaan Jaringan, eNodeB, RSRP, RSRQ, RSSI, Atoll*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi komunikasi, khususnya sistem seluler, telah mengalami kemajuan pesat dan menjadi bagian tak terpisahkan dari kehidupan modern. Evolusi dari generasi pertama (1G) hingga 5G menunjukkan peningkatan signifikan dalam kecepatan dan kapabilitas jaringan. Meskipun 5G mulai tersedia di beberapa wilayah Indonesia, teknologi 4G LTE masih menjadi tulang punggung konektivitas di banyak daerah, termasuk Aceh. Namun, pertumbuhan jumlah pengguna yang pesat menimbulkan tantangan baru dalam hal kapasitas jaringan. Untuk mengatasi hal ini, perencanaan dan implementasi *Base Transceiver Station* (BTS) menjadi krusial, terutama di daerah-daerah seperti Kecamatan Tanah Jambo Aye, Kabupaten Aceh Utara. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan jaringan LTE frekuensi 1800 MHz hingga tahun 2028, dengan mempertimbangkan proyeksi pertumbuhan pelanggan dan kebutuhan kapasitas trafik. Studi ini akan menghitung jumlah BTS yang diperlukan dalam empat tahun ke depan, serta menganalisis parameter kunci LTE seperti RSRP, RSRQ, dan RSSI menggunakan *software* Atoll. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi pemerintah setempat dalam membuat kebijakan terkait penempatan dan jumlah BTS, sesuai dengan pedoman dari Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Jaringan *Long Term Evolution* (LTE)

Layanan *mobile broadband* terus berkembang seiring dengan meningkatnya mobilitas masyarakat dalam beraktivitas serta kebutuhan layanan internet. Berbagai teknologi seluler terus dikembangkan mulai dari GSM/GPRS/EDGE (2G), UMTS/HSPA (3G), dan teknologi *Long Term Evolution* (LTE). LTE adalah standar terbaru dalam teknologi jaringan seluler dibandingkan GSM/EDGE dan UMTS/HSPA. LTE adalah sebuah nama baru dari layanan yang mempunyai kemampuan tinggi dalam sistem komunikasi bergerak yang merupakan langkah menuju generasi ke-4 (4G) dari teknologi radio yang dirancang untuk meningkatkan kapasitas dan kecepatan jaringan telepon *mobile*. LTE adalah suatu proyek dalam *third generation partnership project* (3GPP) pada akhir 2005 dan sekarang digunakan oleh operator seluler di seluruh dunia [1].

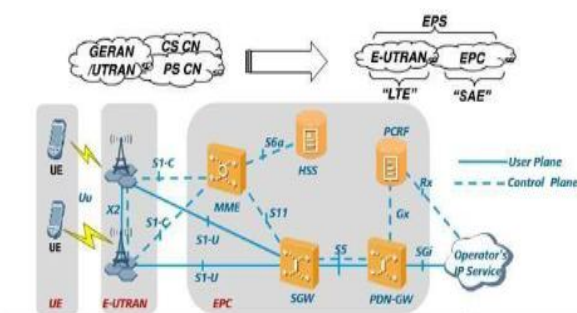
LTE dipersiapkan untuk format jaringan selular masa depan. Kekuatannya jauh melebihi yang sudah ada baik 3G HSDPA maupun HSUPA karena mampu mengalirkan data hingga 100Mbps untuk Downlink dan 50 Mbps untuk Uplink sehingga dapat mendukung jaringan yang berbasis IP. Jaringan LTE menawarkan

sejumlah keunggulan dibandingkan dengan jaringan 3G sebelumnya, termasuk:

- 1) Kecepatan data yang lebih tinggi: LTE mampu mencapai kecepatan data puncak hingga 1 gigabit per detik (Gbps), yang secara signifikan lebih cepat daripada kecepatan data maksimum 3G 42 Mbps.
- 2) Kapasitas yang lebih besar: Jaringan LTE dapat mendukung lebih banyak perangkat dan pengguna daripada jaringan 3G, yang penting untuk menangani peningkatan permintaan data seluler.
- 3) Latensi yang lebih rendah: LTE memiliki latensi yang lebih rendah daripada 3G, yang berarti dibutuhkan waktu lebih sedikit agar data ditransmisikan dari satu titik ke titik lain. Ini penting untuk aplikasi real-time seperti panggilan video dan game online [2].

• 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.



Gbr. 1 Arsitektur Jaringan LTE

User equipment adalah perangkat dalam LTE yang terletak paling ujung dan berdekatan dengan user. E-UTRAN *Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network* (E-UTRAN) adalah sistem arsitektur LTE yang memiliki fungsi menangani sisi radio akses dari UE ke jaringan core. Pada sistem LTE E-UTRAN hanya terdapat satu komponen yakni *Evolved Node B* (eNode B). *Evolved Packet Core* (EPC) EPC terdiri dari MME (*Mobility Management Entity*), SGW (*Serving Gateway*), HSS (*Home Subscription Service*), PCRF, dan PDN-GW (*Packet Data Network Gateway*). Pada LTE kecepatan transfer data mencapai 100Mbps pada sisi downlink dan 50Mbps pada sisi uplink. *Frequency Division Duplex* (FDD), Teknologi ini dapat bekerja pada 2 frekuensi berbeda secara bersamaan yaitu pada frekuensi FDD LTE 900 MHz dan FDD LTE 1.800 MHz [3].

Penggunaan teknologi FDD di 2 frekuensi ini dikenal dengan istilah dual carrier, kelebihanannya adalah upload dan download 6 menjadi seimbang karena

berjalan difrekuensi berbeda. Proses komunikasi dapat berlangsung secara dua arah (*full-duplex*). *Time Division Duplex* Sementara TDD LTE B40 frekuensi 2.300MHz, pada struktur kanal untuk uplink dan downlink dibedakan berdasarkan waktu transmisi yang digunakan. Cara kerja TDD LTE adalah menerima serta mengirim data di frekuensi yang sama secara bergantian (*halfduplex*). Teknologi ini memiliki kelebihan salah satunya adalah unggul dalam kecepatan *download*, dan kelemahannya adalah pada kecepatan *upload* LTE *Advanced*. LTE *Advanced* Teknologi LTE *Advanced* adalah hasil pengembangan antara FDD LTE dengan TDD LTE, LTE *Advanced* ini dapat berjalan di dua frekuensi yang berbeda secara bersamaan yakni pada TDD LTE dan FDD LTE, teknologi LTE *Advanced* lebih stabil, lebih cepat, serta jangkauan yang lebih luas. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa pengaruh pertambahan e Node B dalam jaringan 4G LTE terhadap coverage area yang dihasilkan [4].

B. 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*). Kedua aspek ini saling terkait dan sama-sama penting dalam menghasilkan jaringan LTE yang efisien dan handal. Dalam bagian ini, kita akan membahas kedua aspek tersebut secara lebih rinci, termasuk metode-metode perhitungan yang digunakan dalam proses perencanaan.

• Perhitungan Prediksi User

Pada tahapan ini yakni menghitung prediksi *user* hingga 2028 dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Un = Uo(1 + Fp)^n \quad (1)$$

Dimana:

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

• Perhitungan Parameter LTE

Data yang sudah terhimpun lalu diproses untuk menghasilkan parameter-parameter yang dibutuhkan untuk melakukan simulasi jaringan pada *software* atoll [5]. Sebelum melakukan perhitungan dilakukan penetapan dalam menentukan site planning dipakai beberapa ketentuan sebagai berikut:

1. Luas Kecamatan Tanah Jambo Aye : 162,98 km²
2. Bandwith alokasi : 10 MHz
3. Bandwith RF : 200 KHz
4. User/kanal : 8
5. Cluster : 3
6. Traffic per user : 30 mE

Ada beberapa rumus untuk menentukan parameter LTE, yaitu:

- a. Jumlah Kanal

Untuk jumlah kanal dihitung menggunakan rumus berikut:

$$N = \frac{BW}{\text{Bandwidth RF}} \times \frac{B}{\text{cluster}} \quad (2)$$

b. Traffic Demand

Untuk menghitung traffic demand menggunakan rumus berikut:

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

c. Jumlah Sel

Untuk menghitung jumlah sel menggunakan rumus berikut:

$$\text{Jumlah sel} = \frac{A/\text{tahun}}{A_{\text{sel}}} \quad (4)$$

d. Luas sel

Untuk menghitung luas sel menggunakan rumus berikut:

$$\text{luas sel} = \frac{\text{luas daerah}}{\Sigma_{\text{sel}}} \quad (5)$$

e. Jari-jari sel

Untuk menghitung jari-jari sel menggunakan rumus berikut:

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

f. Jumlah eNodeB

Dalam menentukan jumlah eNodeB yang dibutuhkan dalam suatu daerah, maka diperlukan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Jumlah eNodeB} = \frac{\text{luas daerah}}{\text{luas sel}} \quad (7)$$

C. Parameter Radio Planning

Parameter optimasi jaringan ditinjau berdasarkan parameter dasar dalam pengukuran RRM (*Radio Resource Management*) dalam teknologi LTE. Performansi dari parameter optimasi akan berpengaruh terhadap kinerja suatu jaringan. Parameter tersebut yakni sebagai berikut:

- *Reference Signal Received Power*

Reference Signal Received Power (RSRP) didefinisikan sebagai ukuran daya rata-rata yang diterima oleh perangkat pengguna (User Equipment atau UE) dari sinyal referensi yang dikirimkan oleh stasiun basis (eNodeB) dalam jaringan LTE. Sinyal referensi ini adalah sinyal khusus yang digunakan oleh UE untuk melakukan pengukuran kualitas sinyal dan memilih sel dengan sinyal terbaik. Kualitas performa RSRP dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan perhitungan nilai RSRP dapat dirumuskan pada Persamaan 8

$$RSRP(\text{dBm}) = RSSI(\text{dBm}) - 10 \log(12N_{\text{prb}}) \quad (8)$$

Dimana :

RSSI : indikator kekuatan sinyal

Nprb : jumlah RB (resource block).

TABEL I
Standar 4G LTE RSRP [6]

Kategori	Range Nilai RSRP (dBm)
Excellent	$(-80) \leq \text{dBm}$
Good	$(\leq -90)x \leq x < (-80) \text{ dBm}$
Normal	$(\leq -100)x < (-90) \text{ dBm}$
Bad	$(\leq -120)x < (-100) \text{ dBm}$
Very Bad	$(-120)x < \text{dBm}$

- *Reference Signal Receiver Quality*

Merupakan kualitas sinyal yang membantu parameter RSRP saat terjadi Handover, selain itu parameter RSRQ di definisikan sebagai rasio antara jumlah Resource block terhadap rata-rata daya linear yang diterima oleh user termasuk daya dari serving cell, noise, dan interferensi. RSRQ dapat dihitung dengan Persamaan 9 dan kualitas performa RSRQ dapat dilihat pada Tabel 2.

$$RSRQ(\text{dB}) = N_{\text{prb}} RSRP(\text{dBm}) / RSSI(\text{dBm}) \quad (9)$$

Dimana :

Nprb = merupakan jumlah resource block.

TABEL II
Standar 4G LTE RSRQ [6]

Kategori	Range Nilai RSRQ (dB)
Excellent	$(-9) \leq \text{dB}$
Good	$(-10) \leq x < (-9) \text{ dB}$
Normal	$(-15) \leq x < (-10) \text{ dB}$
Bad	$(-19) \leq x < (-15) \text{ dB}$
Very Bad	$(-20) < \text{dB}$

- *Received Signal Strength Indicator*

Received Signal Strength Indicator (RSSI) merupakan pengukuran kekuatan sinyal pada perangkat nirkabel. Nilai RSSI yang lebih tinggi menunjukkan sinyal yang lebih kuat. RSSI berguna untuk troubleshooting masalah koneksi, memetakan kekuatan sinyal, menentukan lokasi perangkat, dan menghemat daya. Faktor yang mempengaruhi RSSI termasuk jarak, interferensi, dan benda-benda di sekitar. [6] Kualitas performa RSSI dapat dilihat pada Tabel 3.

TABEL III
Standar 4G LTE RSSI [6]

Kategori	Range Nilai RSSI (dBm)
Excellent	$> -70 \text{ dBm}$
Good	-70 dBm sampai -85 dBm
Normal	-86 dBm sampai -100 dBm
Bad	$\leq -100 \text{ dBm}$
Very Bad	-110 dBm

D. *Base Transceiver Station* (BTS)

Base Transceiver Station (BTS) adalah elemen penting dalam jaringan telekomunikasi seluler. BTS berfungsi sebagai penghubung antara jaringan operator dan perangkat komunikasi pelanggan seperti telepon

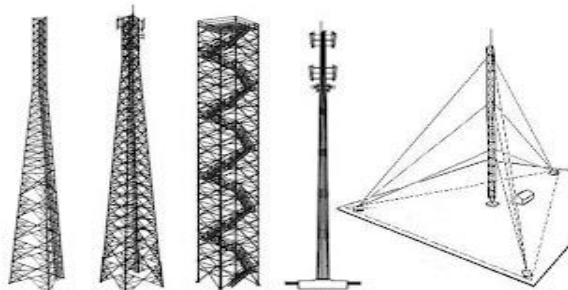
genggam. Secara fisik, BTS terdiri dari tiga bagian utama:

1. Tower: Menara tinggi yang menopang seluruh perangkat BTS.
2. Shelter: Tempat penyimpanan perangkat telekomunikasi yang terhubung ke pusat perangkat.
3. Feeder: Kabel yang menghubungkan shelter dengan antenna BTS di puncak tower.

Di dalam shelter, terdapat berbagai komponen utama dan pendukung, seperti:

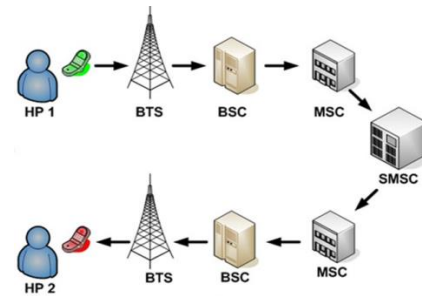
- Combiner: Menggabungkan sinyal dari beberapa antenna.
- Core module: Memproses sinyal dan mengelola komunikasi.
- Power supply: Memberikan daya listrik untuk seluruh perangkat.
- Kipas angin: Menjaga suhu di dalam shelter tetap optimal.
- Lampu: Penerangan untuk memudahkan pekerjaan teknis.
- Pintu shelter: Menjaga keamanan perangkat di dalam.

BTS merupakan infrastruktur vital yang memungkinkan komunikasi nirkabel lancar dan handal bagi para pengguna layanan telekomunikasi seluler. Desain dari BTS dapat dilihat pada Gambar 2.2.[7]

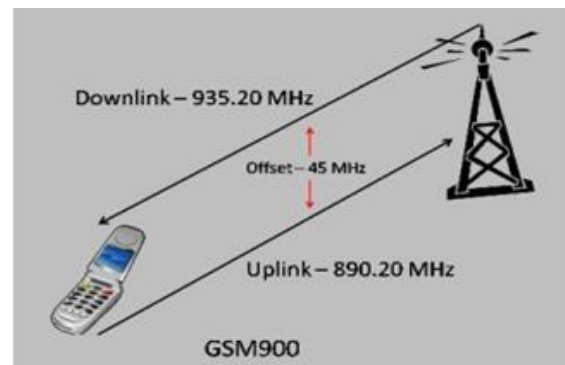


Gbr. 2 Desain BTS

BTS dan handphone sama-sama disebut transceiver kepanjangan BTS (Base Transceiver Station) karena sifatnya yang sama-sama bisa mengirim informasi dan menerima informasi. Pada saat BTS mengirim informasi kepada handphone, saat itu pula handphone juga bisa mengirim informasi kepada BTS secara bersama-sama selanjutnya saat kita mengobrol via telepon kita bisa berbicara bersamaan. Dalam topologinya BTS berfungsi untuk menyediakan jaringan (interface) berupa sinyal radio gelombang elektromagnetik untuk penggunaannya dalam hal ini adalah handphone, modem, fax. Frekuensinya mengikuti alokasi yang telah diberikan pemerintah kepada operator masing-masing, ada yang di band 450Mhz, 800Mhz, 900Mhz, 1800 Mhz maupun frekuensi diatas itu. Komunikasi dari arah BTS kepengguna disebut downlink, sedangkan jalur frekuensi yang digunakan mengirim informasi dari pengguna ke BTS di sebut up-link [7].



Gbr. 3 Topologi BTS



Gbr. 4 Gelombang Frekuensi

E. Software Atoll

Software Atoll adalah perangkat lunak yang digunakan untuk perencanaan dan optimasi jaringan nirkabel, khususnya jaringan seluler. Dengan kata lain, Atoll membantu para ahli *Radio Network Planning* (RNP) dalam mendesain, membangun, dan mengoptimalkan jaringan seluler. 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. Atoll juga dilengkapi dengan vektor kartografi editor terpadu dan terintegrasi dengan alat GIS (*Geographic Information System*) terkemuka seperti *MapInfo* dan *ArcView*.

III. METODOLOGI

A. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara melengkapi beberapa data yang meliputi jumlah penduduk, luas wilayah di kecamatan Tanah Jambo Aye, penggolongan penduduk berdasarkan usia, dan data Menara BTS yang ada di Kecamatan Tanah Jambo Aye.

B. Teknik Pengolahan Data

Teknik pengolahan data dilakukan dengan menggunakan data yang sudah dikumpulkan, data tersebut akan digunakan untuk menghasilkan perhitungan prediksi pada persamaan (1) dan juga perhitungan parameter LTE pada persamaan (2) sampai (7)

C. Metode Simulasi

Metode simulasi dilakukan dengan menggunakan *software atoll*, menggunakan frekuensi 1800 MHz pada Kecamatan Tanah Jambo Aye. Penelitian ini penulis

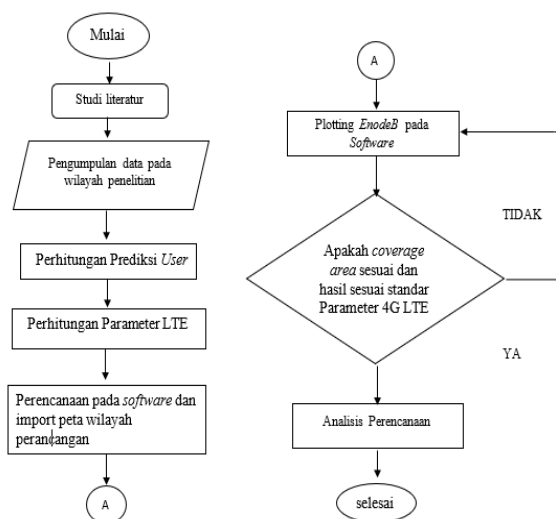
melakukan simulasi perencanaan jaringan seluler pada *software* atoll. Parameter simulasi yang digunakan seperti pada Tabel IV.

TABEL IV
Parameter Simulasi 4G LTE pada *software* Atoll

Parameter	Nilai
Frekuensi	1800 MHz
E-UTRA Operating Band	Band 3
Bandwidth	15MHz
Frekuensi DL (MHz)	2110-2170
Frekuensi UL (MHz)	1920-1980
Antenna	65 deg 18Bi 0 tilt
Antenna Gain (mainbeam)	18 dBi
Antenna Polarization	Linear
Losses Cable	0.02 dB
Antenna Height	40 m
Model Propagasi	Okumura Hata
Max Power	42 dBm
Antenna Diversity	MIMO
Noise Figure	5 dB

Hasil dari simulasi penelitian penulis akan dilakukan perhitungan (*calculate*) prediksi *coverage area planning* performa jaringan menggunakan parameter RSRP, RSRQ dan RSSI yang dihasilkan dalam jumlah eNodeB yang dihasilkan beberapa tahun kedepan.

D. Flowchart Perencanaan



Gbr. 5 Flowchart

E. Metode Analisis

Adapun metode analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kuantitatif, yaitu metode analisis yang mengelompokkan data berdasarkan data variable, dengan menghitung parameter *Reference Signal Received Power* (RSRP), *Reference Signal Received Quality* (RSRQ) dan *Received Signal Strength Indicator* (RSSI), yang diinginkan agar dapat membuat perencanaan BTS baru.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Wilayah Perancangan

Kecamatan Tanah Jambo Aye terletak di Kabupaten Aceh Utara merupakan daerah strategis yang memiliki potensi besar untuk pengembangan infrastruktur teknologi, termasuk jaringan LTE. Terletak di wilayah dengan kondisi kontur lingkungan yang memiliki variasi topografi yang khas. Secara umum, wilayah ini merupakan daerah yang cukup datar di bagian yang dekat dengan pesisir, wilayah dengan topografi yang datar cenderung lebih cocok untuk pembangunan menara BTS karena sinyal dapat menjangkau area yang lebih luas tanpa banyak halangan namun terdapat juga daerah yang memiliki perbukitan rendah di beberapa bagian keadaan ini juga sangat bagus untuk penempatan menara BTS dikarenakan puncak bukit bisa menguntungkan untuk memperluas cakupan sinyal. Kecamatan ini memiliki populasi yang cukup padat dengan jumlah penduduk 45.022 jiwa dan luas wilayah 16.298 Ha atau 162,98 Km^2 . Karena daerah ini memiliki kepadatan penduduk yang cukup tinggi, pembangunan menara BTS sangat cocok untuk meningkatkan kualitas sinyal dan layanan telekomunikasi.

B. Perhitungan Prediksi User

Berikut merupakan hasil perhitungan prediksi user seperti pada Tabel V dan contoh perhitungan prediksi jumlah pengguna.

TABEL V
Prediksi Jumlah User

Tahun	Prediksi User
2024	27.966
2025	28.411
2026	28.863
2027	29.322
2028	29.788

C. Perhitungan Parameter LTE

Parameter yang dibutuhkan untuk merancang jaringan LTE ini yaitu jumlah kanal, traffic demand, jumlah sel, luas sel, jaring-jari sel, dan jumlah eNodeB.

TABEL V
Perhitungan Parameter

Tahun	Jumlah Kanal	Traffic Demand	Jumlah Sel	Luas Sel	Jari-jari Sel	Jumlah eNodeB
2024	134	838.98	6	27,163	3,232	6
2025	134	852.33	7	23,282	2,992	7
2026	134	865.89	7	23,282	2,992	7
2027	134	879.66	7	23,282	2,922	7
2028	134	893.64	7	23,282	2,922	7

D. Simulasi dan Analisis

• Penempatan site eNodeB pada *software* Atoll

Dalam perencanaan jaringan LTE, penentuan lokasi site (menara tower) mempertimbangkan beberapa faktor krusial. Proses ini diawali dengan identifikasi area

yang memiliki cakupan sinyal suboptimal. Perencanaan site baru ditujukan untuk meningkatkan kualitas layanan di area-area tersebut. Selanjutnya, penempatan site juga memperhitungkan dua aspek demografis penting di Kecamatan Tanah Jambo Aye, yaitu kepadatan penduduk dan kebutuhan layanan telekomunikasi di masing-masing wilayah. Penentuan lokasi site dapat dilihat pada Tabel 6.

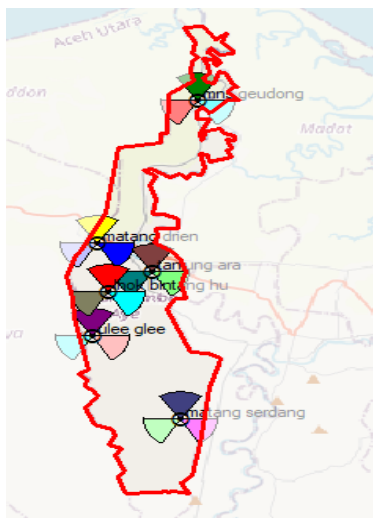
TABEL VI
Koordinat Penempatan Lokasi Site

No	Nama wilayah	Titik Koordinat	
		Longitude	Latitude
1	Matang Serdang	97.478556	5.028472
2	Tanjung Ara	97.468361	5.102417
3	Ulee Glee	97.445611	5.070028
4	Lhok Bintang Hu	97.451361	5.092222
5	Menasah Geudong	97.486306	5.188333
6	Matang Drien	97.447352	5.116624
7	Cempeudak	97.449528	5.123472

E. Hasil Simulasi eNodeB pada *software* Atoll

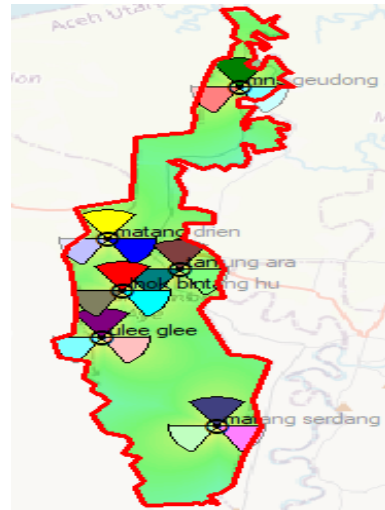
1. Jumlah eNodeB 6

Pada jaringan LTE dengan 6 eNodeB mencakup wilayah Matang Serdang, Tanjung Ara, Ulee Glee, Lhok Bintang Hu, Menasah Geudong Dan Matang Drien dengan titik koordinat sesuai dengan Tabel VI. hasil simulasi penempatan eNodeB 6 menggunakan *software* Atoll dapat dilihat pada Gambar 6. hasil simulasi tersebut telah mencakup area kecamatan Tanah Jambo Aye dengan luas wilayah 162,98 Km².



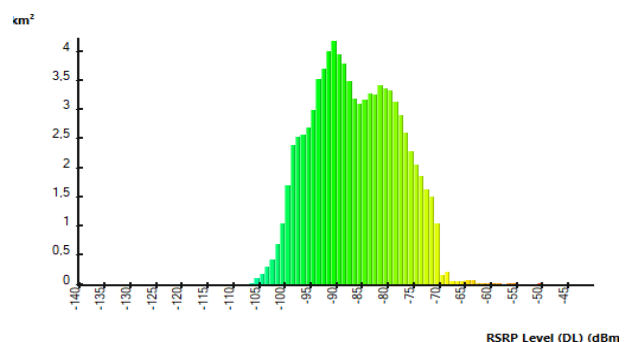
Gbr. 6 Wilayah eNodeB 6

Hasil simulasi perancangan jaringan LTE dengan jumlah eNodeB 6 dapat melihat kualitas parameter jaringan pada keseluruhan wilayah kecamatan Tanah Jambo Aye seperti pada Gambar 7 yang menunjukkan kualitas parameter RSRP.



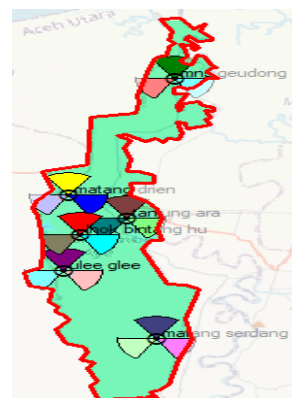
Gbr. 7 Hasil Prediksi Parameter RSRP eNodeB 6

Kemudian hasil histogram dari simulasi perancangan jaringan 4G LTE untuk Kecamatan Tanah Jambo Aye menunjukkan bahwa nilai rata-rata RSRP adalah -86.32 dBm, yang menandakan bahwa kualitas sinyal di area tersebut berada dalam kategori excellent. Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 8.



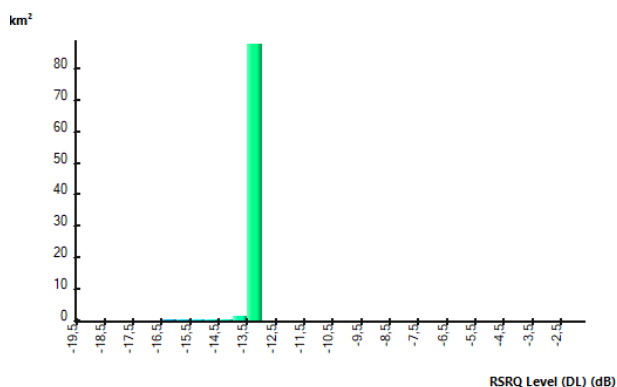
Gbr. 8 Hasil Histogram RSRP eNodeB 6

Hasil simulasi perancangan jaringan LTE dengan jumlah eNodeB 6 dapat melihat kualitas parameter jaringan pada keseluruhan wilayah kecamatan Tanah Jambo Aye seperti pada Gambar 9 yang menunjukkan kualitas parameter RSRQ.



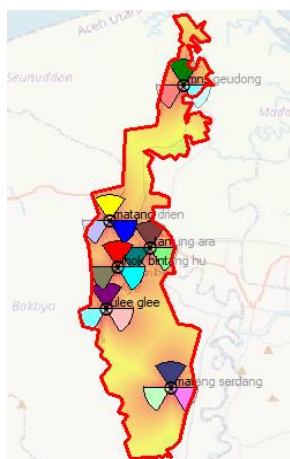
Gbr. 9 Prediksi parameter RSRQ eNodeB 6

Kemudian Hasil histogram dari simulasi perancangan jaringan 4G LTE untuk Kecamatan Tanah Jambo Aye menunjukkan bahwa hampir seluruh area yang diukur (sekitar 85 km²) memiliki level RSRQ yang sangat konsisten, yaitu sekitar -13.5 dB. Ini bisa mengindikasikan kualitas sinyal yang relatif seragam di seluruh area yang dipetakan. nilai rata-rata RSRQ adalah -13.33 dB, yang menandakan bahwa kualitas sinyal di area tersebut berada dalam kategori good. Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 10



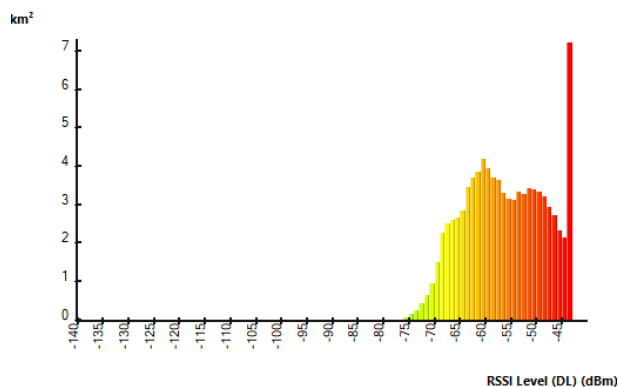
Gbr. 10 Hasil Histogram RSRQ eNodeB 6

Hasil simulasi perancangan jaringan LTE dengan jumlah eNodeB 6 dapat melihat kualitas parameter jaringan pada keseluruhan wilayah kecamatan Tanah Jambo Aye seperti pada gambar 11 yang menunjukkan kualitas parameter RSSI.



Gbr. 11 Hasil Prediksi Parameter RSSI eNodeB 6

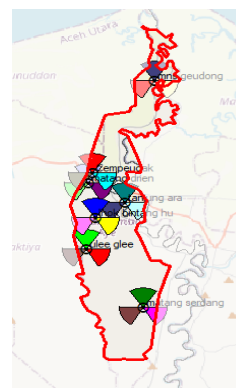
Kemudian Hasil histogram dari simulasi perancangan jaringan 4G LTE untuk Kecamatan Tanah Jambo Aye menunjukkan bahwa nilai rata-rata RSRQ adalah -55.87 dBm, yang menandakan bahwa kualitas sinyal di area tersebut berada dalam kategori excellent sesuai dengan tabel III standar 4G LTE. Hasil tersebut dapat dilihat pada gambar 12.



Gbr 12 Hasil Histogram Parameter RSSI eNodeB 6

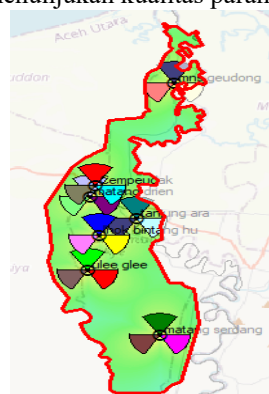
2. Jumlah eNodeB 7

Pada jaringan LTE dengan 6 eNodeB mencakup wilayah Matang Serdang, Tanjung Ara, Ulee Glee, Lhok Bintang Hu, Menasah Geudong, Matang Drien, dan Ceumpedak. dengan titik koordinat sesuai dengan tabel 4.5. hasil simulasi penempatan eNodeB 7 menggunakan software Atoll dapat dilihat pada Gambar 13.



Gbr. 13 wilayah eNodeB 7

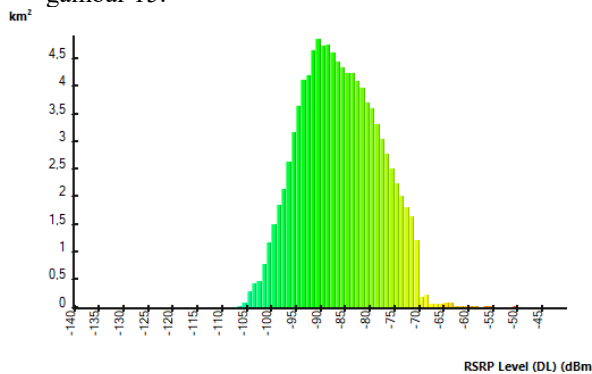
Hasil simulasi perancangan jaringan LTE dengan jumlah eNodeB 7 dapat melihat kualitas parameter jaringan pada keseluruhan wilayah kecamatan Tanah Jambo Aye seperti pada Gambar 14 yang menunjukkan kualitas parameter RSRP.



Gbr. 14 Hasil Prediksi Parameter RSRP eNodeB 7

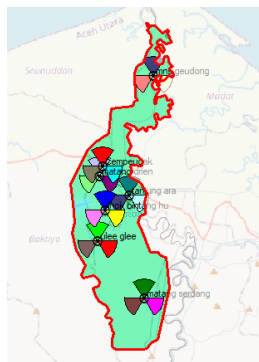
Kemudian Hasil histogram dari simulasi perancangan jaringan 4G LTE untuk Kecamatan Tanah Jambo Aye menunjukkan bahwa nilai rata-

rata RSRP adalah -86.2 dBm, yang menandakan bahwa kualitas sinyal di area tersebut berada dalam kategori good. Hasil tersebut dapat dilihat pada gambar 15.



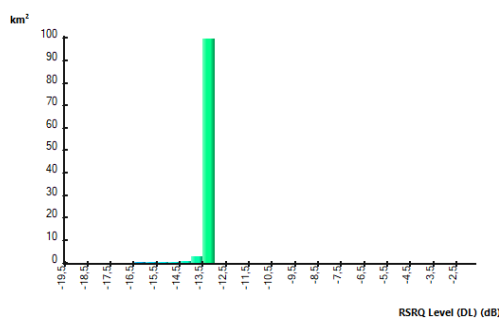
Gbr. 15 Hasil Histogram Parameter RSRP eNodeB 7

Hasil simulasi perancangan jaringan LTE dengan jumlah eNodeB 7 dapat melihat kualitas parameter jaringan pada keseluruhan wilayah kecamatan Tanah Jambo Aye seperti pada gambar 16 yang menunjukkan kualitas parameter RSRQ.



Gbr. 16 Hasil Prediksi Parameter RSRQ eNodeB 7

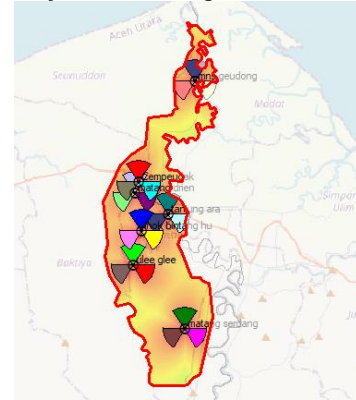
Kemudian Hasil histogram dari simulasi perancangan jaringan 4G LTE untuk Kecamatan Tanah Jambo Aye menunjukkan bahwa nilai rata-rata RSRQ adalah -13.35 dB, yang menandakan bahwa kualitas sinyal di area tersebut berada dalam kategori good. Hasil tersebut dapat dilihat pada gambar 17



Gbr. 17 Hasil Histogram Parameter RSRQ eNodeB 7

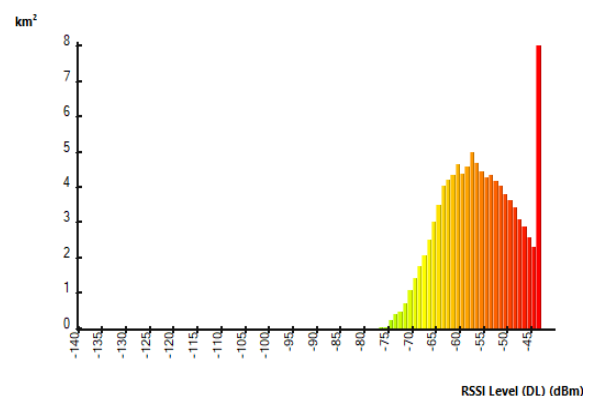
Hasil simulasi perancangan jaringan LTE dengan jumlah eNodeB 7 dapat melihat kualitas

parameter jaringan pada keseluruhan wilayah kecamatan Tanah Jambo Aye seperti pada gambar 18 yang menunjukkan kualitas parameter RSSI.



Gbr. 18 Hasil Prediksi Parameter RSSI eNodeB 7

Kemudian Hasil histogram dari simulasi perancangan jaringan 4G LTE untuk Kecamatan Tanah Jambo Aye menunjukkan bahwa nilai rata-rata RSSI adalah -55.87 dBm, yang menandakan bahwa kualitas sinyal di area tersebut berada dalam kategori excellent. Hasil tersebut dapat dilihat pada gambar 19.



Gbr. 19 Hasil Histogram Parameter RSSI eNodeB 7

F. Analisa

Berdasarkan hasil perancangan jaringan LTE di Kecamatan Tanah Jambo Aye, Kabupaten Aceh Utara, diperoleh beberapa temuan penting. Kecamatan ini memiliki luas wilayah 162,98 km² dengan populasi 45.022 jiwa, serta topografi yang bervariasi antara daerah datar di dekat pesisir dan beberapa perbukitan rendah.

Analisis prediksi pengguna menunjukkan peningkatan dari 27.966 pada tahun 2024 menjadi 29.788 pada tahun 2028, mengindikasikan pertumbuhan kebutuhan layanan telekomunikasi di wilayah tersebut. Pada hasil penelitian perhitungan parameter LTE jumlah eNodeB dari tahun 2024 hingga 2028 menunjukkan bahwa penambahan 1 eNodeB (dari 6 menjadi 7). Peningkatan kualitas jaringan LTE di wilayah Kecamatan Tanah Jambo Aye dilakukan dengan simulasi perancangan jaringan LTE menggunakan software Atoll dengan menggunakan dua skenario: 6 eNodeB dan 7 eNodeB.

Pada skenario 6 eNodeB, diperoleh rata-rata RSRP -86,32 dBm dari nilai tersebut termasuk kedalam kategori

baik, pada parameter RSRQ menghasilkan nilai rata-rata -13,33 dB nilai tersebut masuk kedalam kategori good, dan pada parameter RSSI nilai rata-rata yang dihasilkan sebesar -55,87 dBm nilai ini termasuk dalam kategori excellent.

Sementara itu, skenario 7 eNodeB menghasilkan nilai rata-rata pada parameter RSRP -86,2 dBm nilai ini termasuk kedalam kategori good, pada parameter RSRQ nilai rata-rata yang dihasilkan sebesar -13,35 dB nilai tersebut masuk kedalam kategori good, dan pada parameter RSSI dihasilkan nilai rata-rata sebesar -55,87 dBm nilai tersebut masuk kedalam kategori excellent.

Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan eNodeB memberikan sedikit peningkatan pada parameter RSRP dan RSRQ karena konsisten dalam kategori good sedangkan pada parameter RSSI konsisten dalam kategori excellent.

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Simulasi dengan 6 eNodeB menghasilkan rata-rata RSRP -86,32 dBm, RSRQ -13,33 dB, dan RSSI -55,87 dBm, sementara simulasi dengan 7 eNodeB menghasilkan rata-rata RSRP -86,2 dBm, RSRQ -13,35 dB, dan RSSI -55,87 dBm. Penambahan eNodeB memberikan peningkatan RSRP sebesar 0,12 dBm.
2. Kualitas jaringan LTE yang dihasilkan dari kedua skenario berada dalam kategori good, dengan nilai RSRP lebih besar dari -100 dBm, RSRQ lebih besar dari -15 dB, dan RSSI lebih besar dari -85 dBm, memenuhi standar kualitas layanan LTE yang ditetapkan.
3. Perencanaan jaringan LTE dengan 7 eNodeB dapat mengakomodasi pertumbuhan kebutuhan layanan telekomunikasi hingga tahun 2028, dengan kapasitas untuk melayani 29.788 pengguna

REFERENSI

- [1] M. Ulfah, **Analisis Jumlah e Node B LTE Untuk Kota Balikpapan**, vol. 2, no. 1, pp. 56–59.
- [2] M. Ulfah, **Analisa Coverage Area Jaringan 4G LTE**, *JTT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 5, no. 1, p. 63, 2017, doi: 10.32487/jtt.v5i1.213.
- [3] D. Wirawangsa, A. H. S. Budi, and F. N. Sabri, **Perencanaan Jaringan Seluler GSM 1800 MHz**, *Ina. J. Ind. Qual. Eng.*, vol. 8, no. 1, pp. 11–24, 2020, doi: 10.34010/iqe.v8i1.2766.
- [4] M. Ulfah and A. Sri Irtawaty, **Optimization of 4G Lte (Long Term Evolution) Network in Balikpapan City**, *J. Ecotipe*, vol. 5, no. 2, pp. 1–10, 2018.
- [5] L. T. E. Di and K. Samarinda, **Penentuan Jumlah Evolved Node B Jaringan 4G Long Term Evolution (LTE) Di Kecamatan Samarinda Hulu**, no. November 2017, pp. 21–27, 2022.
- [6] M. Saiful Bayudin *et al.*, **Pengujian Drive Test Untuk Menentukan Kualitas Layanan Jaringan 4G Lte Di Kota Lhokseumawe**, *J. Tektro*, vol. 5, no. 1, p. 64, 2021.
- [7] Kamaludin, F. Imansyah, and J. Marpaung, **Pemetaan Coverage Area Bts (Base Transceiver Station) Di Kecamatan Teluk Keramat Kabupaten Sambas Menggunakan Software Qgis (Quantum Geographic Information System)**, *J. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 1–10, 2021.