

# Optimasi Jaringan 4G LTE dengan *Metode Automatic Cell Planning (ACP) dan Carrier Aggregation (CA)*

## LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



Oleh :

**AULIA ULHAMDI**

**11655103390**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU**

**PEKANBARU**

**2022**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LEMBAR PERSETUJUAN

### OPTIMASI JARINGAN 4G LTE DENGAN METODE *AUTOMATIC CELL PLANNING (ACP)* DAN *CARRIER AGGREGATION (CA)*

#### TUGAS AKHIR

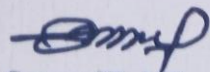
Oleh;

AULIA ULHAMDI

11655103390

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir Prodi Teknik Elektro di Pekanbaru, pada tanggal 21 Juli 2022

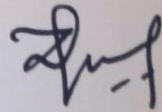
Pembimbing I



Sutoyo ST, MT

NIP: 19841202 201903 1 004

Ketua Prodi Teknik Elektro



Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T.

NIP: 19721021 200604 2 001

- Ha
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## LEMBAR PENGESAHAN

### OPTIMASI JARINGAN 4G LTE DENGAN METODE *AUTOMATIC CELL PLANNING* (ACP) DAN *CARRIER AGGREGATION* (CA)

#### TUGAS AKHIR

Oleh;

AULIA ULHAMDI  
11655103390

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau di Pekanbaru, pada tanggal 21 Juli 2022

Pekanbaru, 25 Juli 2022

Mengesahkan,

  
Dekan  
Dr. Hartono, M.Pd.  
NIP:196403011992031003

Ketua Program Studi

  
Digitally signed  
by Zulfatri Aini  
Tanggal:  
2022.07.26  
17:17:13 WIB  
Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T.  
NIP:197210212006042001

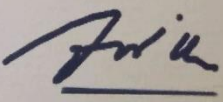
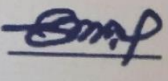
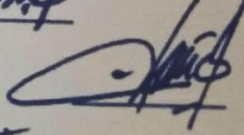

#### DEWAN PENGUJI :

Ketua : Abdillah, S.Si., M.I.T

Sekretaris : Sutoyo, S.T., M.T

Anggota I : Dr. Teddy Purnamirza, S.T., M.Eng

Anggota II : Mulyono, S.T., M.T

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia diperpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan dengan mengikuti kaidah pengutipan yang berlaku.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh tugas akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan tugas akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.


## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya maupun orang lain untuk keperluan lain dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan di dalam daftar pustaka.

Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya.

Pekanbaru, Juli 2022  
Yang membuat pernyataan,



  
AULIA ULHAMDI  
NIM. 11655103390



## LEMBAR PERSEMBAHAN

*Bismillaahirrahmaanirrahiim ...*

*"Allahummagfirlii Dzunuubii Waliwalidayya Warhamhumaa Kamaa Rabbayaanii Shagira".*

Untuk mu yang ku sebut IBU dan AYAH,..

Segala perjuangan saya hingga titik ini saya persembahkan hanya untuk mu IBU dan AYAH  
Semoga ini mampu melukis sedikit senyum di wajahmu.

Maaf untuk semua salah, do'a mu mampu merubah segala, dan maaf jika ini mungkin sudah  
termasuk terlambat bagimu.

Ibu .. Ayah, laki-laki sejati tidak menangis, tapi hatinya berdarah.

Begitupun denganku,

Jika aku ditanya, momen apa yang tersulit selama menjadi mahasiswa

Mungkin masa menulis skripsi ini adalah jawabannya, masa ini dimulai sekitar 2  
tahun yang lalu.

Lambat memang, tapi jalan yang harus aku lalui ini tidak begitu mudah, begitu  
banyak hambatan dan kendala yang aku jumpai.

Sebagai mahasiswa aku juga tidak begitu unggul, tapi mau tidak mau aku harus  
beradaptasi dan mengatasi ketidak unggulanku itu.

Namun satu yang kusyukuri, bahwa dalam perjuangan yang berat,

Tetap ada bapak dosen pembimbing yang memberi semangat dan arahnya.

Terimakasih pak...

Untukmu yang ku sebut Kawan,

Pernahkah terfikir oleh kalian bahwa Tuhan begitu ajaib menciptakan manusia kawan.

Ia menciptakan kita dengan berbagai karakter dan latar belakang yang berbeda-beda.

Lalu Ia membuat cerita Panjang yang penuh drama pada setiap ciptaanNya.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Dan salah satu cerita Panjang itu terjadi pada kita Kawan.

Kita yang memiliki karakter dan latar belakang yang berbeda-beda dipertemukan.

Kita sebagai manusia hanya bisa menerima dan memperbaiki apa yang kita bisa perbaiki.

Dasar yang kurang menjadi cukup, dan jika sudah cukup mencoba untuk terus bersyukur.

Semua datang dan menghilang sebagai awal dan akhir yang tak pernah kuketahui.

Akan berakhir bahagiakah atau penuh duka tidak ada yang tau akan hal itu, tapi

untuk kalian yang kusebut Kawan....

Terimakasih untuk 6 tahun ini kawan, terimakasih sudah ikut memeberikan warna di salah

satu BAB kehidupanku ini.

Mari bertemu kembali di lain waktu dan kondisi yang berbeda Kawanku..

AUH

UIN SUSKA RIAU

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

# OPTIMASI JARINGAN 4G LTE DENGAN METODE *AUTOMATIC CELL PLANNING (ACP)* DAN *CARRIER AGGREGATION (CA)*

**AULIA ULHAMDI**  
**NIM: 11655103390**

Tanggal Sidang: 21 Juli 2022

Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
Jl. Soebrantas KM 15 No. 155 Pekanbaru

## ABSTRAK

Implementasi 4G LTE di Indonesia masih banyak memiliki kendala, terutama untuk *coverage area* yang masih kurang merata. Sehingga menyebabkan masih banyaknya daerah di Indonesia yang tergolong pada daerah *bad spot area*, salah satunya daerah Koto Baru Payobasung, Payakumbuh. Hal ini diperoleh dari simulasi eksisting yang dilakukan, yang mana didapatkan 2 dari 3 parameter tergolong pada kondisi yang sangat buruk, yaitu RSRP dan Throughput. Untuk mengatasi permasalahan ini, cara yang dapat digunakan adalah optimasi jaringan. Penelitian ini menggunakan teknik optimasi *Automatic Cell Planning (ACP)* dan *Carrier Aggregation (CA)* dengan parameter RSRP, SINR, dan Throughput. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan pada setiap parameter, yang mana pada teknik ACP diperoleh nilai RSRP sebesar = -103 dBm, SINR sebesar = 2 dB, dan Throughput = 15 mbps. Sedangkan untuk teknik CA diperoleh nilai RSRP sebesar = -90 dBm, SINR sebesar = 7 dB, dan Throughput sebesar = 50 mbps. Dari kedua teknik optimasi ini menunjukkan bahwa penggunaan teknik CA lebih efektif daripada teknik ACP disebabkan nilai pada hasil parameter optimasi.

**Kata Kunci :** Optimasi Jaringan, *Automatic Cell Planning*, *Carrier Aggregation*, *Bad Spot*.



# *Optimization of 4G LTE Network with Automatic Cell Planning (ACP) and Carrier Aggregation (CA) Methods*

**AULIA ULHAMDI**  
**NIM: 11655103390**

*Date of final exam: 21 July 2022*

*Department of Electrical Engineering  
Faculty of Science and Technology  
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau  
Soebrantas St. No. 155 Pekanbaru – Indonesia*

## **ABSTRACT**

*The implementation of 4G LTE in Indonesia still has many obstacles, especially for coverage areas that are still less than optimal. This causes there are still many areas in Indonesia that are classified as bad spots, one of which is the Koto Baru Payobasung area, Payakumbuh. This is obtained from the existing simulation carried out, which obtained 2 of the 3 parameters classified in very bad conditions, namely RSRP and Throughput. To overcome this problem, one way that can be used is network optimization. In this research, we will use Automatic Cell Planning (ACP) and Carrier Aggregation (CA) optimization techniques with RSRP, SINR, and Throughput parameters. The results showed an increase in each parameter, in which the ACP technique obtained an RSRP value of = -103 dBm, SINR of = 2 dB, and Throughput = 15 mbps. As for the CA technique, the RSRP value = -90 dBm, SINR = 7 dB, and Throughput = 50 mbps. These two optimization techniques show that the use of the CA technique is more effective than the ACP technique due to the value of the optimization parameter results.*

**Key words:** *Network Optimization, Automatic Cell Planning, Carrier Aggregation, Bad Spot.*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalammu 'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh.*

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, yang telah mencurahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat dan salam juga penulis haturkan kepada baginda Rasulullah SAW, sebagai seorang sosok pemimpin dan suri tauladan bagi seluruh umat di dunia yang patut di contoh dan di teladani bagi kita semua. Atas ridho Allah SWT penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“Optimasi Jaringan 4G LTE dengan Metode Automatic Cell Planning (ACP) dan Carrier Aggregation (CA)”**.

Melalui proses bimbingan dan pengarahan yang disumbangkan oleh orang-orang yang berpengetahuan, dorongan, motivasi, dan juga do'a orang-orang yang ada disekeliling penulis sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan penuh kesederhanaan. Sudah menjadi ketentuan bagi setiap Mahasiswa yang ingin menyelesaikan studinya pada perguruan tinggi Uin Suska Riau harus membuat karya ilmiah berupa Tugas Akhir guna mencapai gelar sarjana:

1. Allah Swt yang dengan rahmat-Nya memberikan semua yang terbaik dan yang dengan hidayah-Nya memberikan petunjuk sehingga dalam penyusunan laporan ini berjalan lancar.
2. Kepada ayahanda tercinta Alfian dan ibunda tercinta Wirda Ningsih, yang selalu memberikan motivasi dan doa yang tiada henti – hentinya.
3. Kepada saudara kandung, Salsabila Dwi Putri, Selsabila Dwi Putri, dan Raihan Alwi, yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Prof. Dr. Hairunas, M.Ag. selaku Rektor Uin Suska Riau beserta kepada seluruh staf dan jajarannya.
5. Bapak Dr. Hartono, M.Pd selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Uin Suska Riau beserta kepada seluruh Pembantu Dekan, Staf dan jajarannya.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

6. Ibu Zulfatri Aini ST.,MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
7. Bapak Sutoyo, ST, MT selaku sekretaris jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Uin Suska Riau dan juga selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu serta pemikirannya dengan ikhlas dalam memberikan penjelasan dan masukan yang sangat berguna sehingga penulis menjadi lebih mengerti dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini..
8. Bapak Dr. Teddy Purnamirza, ST., M.Eng dan Bapak Mulyono, ST.,M.T selaku dosen penguji yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi kritikan dan saran yang sangat membangun terhadap penulis.
9. Bapak Dr. Liliana ST., M.Eng selaku Dosen Pembimbing Akademik selama perkuliahan penulis dari semester 1 hingga akhir semester.
10. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan bimbingan dan curahan ilmu kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Terima kasih untuk hari-hari hari-harinya selama ini (Fadhil Ma'ruf, Isral, Tasnim Deyura, Marza Devi Devana, Mhd. Azwar Taruna, Yogi Ismemet, dan Dedek Suprianto). Sehingga Tugas Akhir ini terselesaikan juga pada akhirnya.
12. Para Sahabat Baihaqi Haritsyah, Ahmad Ridwan Syarif, Wahyudi, M. Syuherdi Zul, Rudi Ilham, Firman Hidayat yang telah memberikan dukungan, dorongan dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
13. Dan juga kepada teman-teman yang lain seperti; Haris Adwel, Rifki Aulia, Alif Ramadhan, Rahman Ayubianto, Habibi Maghribi, Jamiul khair, dan Rena Daryani yang telah memberikan dukungan, semangat, dan motivasi serta pengalaman hidup kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini
14. DiClasic'16, Telekomunikasi 2016 serta teman-teman teknik elektro angkatan 2016 lainnya yang juga telah memberikan banyak dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini serta teman-teman penulis lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dan memberi dorongan, motivasi dan sumbangan pemikiran dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
15. Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting.



Semoga bantuan yang telah diberikan baik moril maupun materil mendapat balasan pahala dari Allah SWT, dan sebuah harapan dari penulis semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca semua pada umumnya.

Semua kekurangan hanya datang dari penulis dan kesempurnaan hanya milik Allah SWT. Hal ini yang membuat penulis menyadari bahwa dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan kemampuan, pengalaman, dan pengetahuan penulis. Untuk itu penulis mengharap kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat positif dan membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini

*Wassalamu'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh*

Pekanbaru, Juli 2022

Penulis,

Aulia Ulhamdi  
Nim. 11655103390

UIN SUSKA RIAU

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR ISI

|  |             |
|--|-------------|
| LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL .....                                 | iii         |
| LEMBAR PERSEMBAHAN.....  | vi          |
| KATA PENGANTAR .....   | x           |
| DAFTAR ISI .....   | xiii        |
| DAFTAR GAMBAR .....  | xv          |
| DAFTAR TABEL .....   | xvi         |
| DAFTAR SINGKATAN .....   | xvii        |
| <b>I. BAB I PENDAHULUAN .....</b>  | <b>I-1</b>  |
| 1.1. Latar Belakang .....  | I-1         |
| 1.2. Rumusan Masalah .....   | I-4         |
| 1.3. Batasan Masalah .....   | I-4         |
| 1.4. Manfaat Penelitian .....  | I-4         |
| 1.5. Tujuan Penelitian .....   | I-5         |
| <b>II. BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>                                   | <b>II-1</b> |
| 2.1 Penelitian Terkait .....   | II-1        |
| 2.2 4G LTE ( <i>Long Term Evolution</i> ) .....                            | II-4        |
| 2.2.1. <i>User Equipment (UE)</i> .....                                    | II-5        |
| 2.2.2. <i>Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network (EUTRAN)</i> ..... | II-5        |
| 2.2.3. <i>Evolved Packet System (EPC)</i> .....                            | II-6        |
| 2.3 LTE-Advanced.....  | II-7        |
| 2.4 Teknologi Transmisi 4G LTE.....  | II-8        |
| 2.4.1. OFDMA.....  | II-10       |
| 2.4.2. SC-FDMA .....   | II-12       |
| 2.4.3. MIMO.....   | II-12       |
| 2.5 Alokasi Spektrum Frekuensi Telekomunikasi .....                        | II-14       |
| 2.6 Performansi Jaringan .....   | II-15       |
| 2.6.1. <i>User Experience</i> .....  | II-16       |
| 2.6.2. <i>Network KPI</i> .....  | II-16       |
| 2.6.3. Faktor- faktor yang memengaruhi kualitas sinyal .....               | II-17       |
| 2.7 <i>Carrier Aggregation (CA)</i> .....                                  | II-18       |

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

|   |  |              |
|---|--|--------------|
| 2.7.1.  | <i>Intra-band contiguous carrier aggregation</i> .....     | II-19        |
| 2.7.2.  | <i>Intra-band non-contiguous carrier aggregation</i> ..... | II-19        |
| 2.7.3.  | <i>Inter-band non-contiguous carrier aggregation</i> ..... | II-19        |
| 2.8.  | <i>Automatic Cell Planning (ACP)</i> .....                 | II-21        |
| 2.8.1.  | <i>Electrical tilting</i> .....                            | II-22        |
| 2.8.2.  | <i>Mechanical tilting</i> .....                            | II-22        |
| 2.9.  | Perancangan Optimasi Jaringan .....                        | II-23        |
| 2.9.1.  | Perhitungan berdasarkan Cakupan Area .....                 | II-23        |
| 2.9.2.  | Perancangan berdasarkan Kapasitas .....                    | II-28        |
| <b>III. BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> ..... |  | <b>III-1</b> |
| 3.1.  | Alur penelitian .....                                      | III-1        |
| 3.2.  | Identifikasi Wilayah .....                                 | III-3        |
| 3.3.  | Pengumpulan Data .....                                     | III-4        |
| 3.3.1.  | PAYO_BASUNG_4G .....                                       | III-4        |
| 3.3.2.  | KANING_BUKIT_PAYAKUMBUH_4G .....                           | III-5        |
| 3.3.3.  | TANJUNG_PATI_4G .....                                      | III-5        |
| 3.3.4.  | TARAM_4G .....   | III-6        |
| 3.4.  | Simulasi eksisting .....                                   | III-7        |
| 3.5.  | Analisis Hasil Eksisting .....                             | III-9        |
| 3.6.  | Optimasi Jaringan .....                                    | III-10       |
| 3.6.1.  | <i>ACP (Automatic Cell Planning)</i> .....                 | III-10       |
| 3.6.2.  | <i>Carrier Aggregation (CA)</i> .....                      | III-12       |
| 3.7.  | Parameter Engineer .....                                   | III-19       |
| 3.7.1.  | RSRP (Reference Signal Received Power) .....               | III-19       |
| 3.7.2.  | SINR (Signal to Noise Ratio) .....                         | III-20       |
| 3.7.3.  | Throughput .....   | III-20       |
| 3.8.  | Software yang digunakan .....                              | III-21       |
| <b>V. BAB V KESIMPULAN</b> .....                |  | <b>V-1</b>   |
| 5.1.  | Kesimpulan .....   | V-1          |
| 5.2.  | Saran .....  | V-2          |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....                     |  | <b>1</b>     |
| <b>LAMPIRAN A</b> .....                         |  | <b>1</b>     |
| <b>LAMPIRAN B</b> .....                         |  | <b>1</b>     |



## DAFTAR GAMBAR

|  |        |
|--|--------|
| Gambar 2.1. Arsitektur LTE.....                                  | II-5   |
| Gambar 2.2. Multiple Access pada 4G LTE Downlink dan Uplink..... | II-9   |
| Gambar 2.3. OFDMA dan SC-FDMA .....                              | II-10  |
| Gambar 2.4. Perbedaan OFDM dan OFDMA.....                        | II-11  |
| Gambar 2.5. Struktur SC-FDMA .....                               | II-12  |
| Gambar 2.6. Sitem Transmisi MIMO.....                            | II-13  |
| Gambar 2.7. Alokasi Frekuensi Provider di Indonesia.....         | II-15  |
| Gambar 2.8. Carrier Aggregation.....                             | II-19  |
| Gambar 2.9. Carrier Aggregation Spectrum scenario .....          | II-20  |
| Gambar 2.10. Tilting Antenna.....                                | II-22  |
| Gambar 3.1. Flowchart Penelitian.....                            | III-2  |
| Gambar 3.2. Wilayah Studi Kasus Penelitian.....                  | III-3  |
| Gambar 3.3. Project templates.....                               | III-7  |
| Gambar 3.4. Properties tools .....                               | III-7  |
| Gambar 3.5. Tampilan Online Open Street Map.....                 | III-8  |
| Gambar 3.6. Input site .....                                     | III-8  |
| Gambar 3.7. Site setelah sesuai data plotting .....              | III-9  |
| Gambar 3.8. Hasil simulasi eksisting .....                       | III-10 |
| Gambar 3.9. Setting jumlah iterasi .....                         | III-11 |
| Gambar 3.10. Setting Objective Optimation .....                  | III-11 |
| Gambar 3.11. Parameter reconfiguration .....                     | III-12 |
| Gambar 3.12. Antenna Settings.....                               | III-12 |
| Gambar 3.13. Skema CADs1.....                                    | III-13 |
| Gambar 3.14. Penambahan new cell .....                           | III-13 |
| Gambar 3.15. Create new subband.....                             | III-14 |

## DAFTAR TABEL

|  |        |
|--|--------|
| Tabel 2.1. kontribusi penarikan judul dari jurnal referensi utama..... | II-4   |
| Tabel 2.2. MAPL Downlink Transmitter .....                             | II-24  |
| Tabel 2.3. MAPL Downlink Receiver .....                                | II-24  |
| Tabel 2.4. MAPL Uplink Transmitter .....                               | II-25  |
| Tabel 2.5. MAPL Uplink Receiver.....                                   | II-25  |
| Tabel 3.1. Plotting Site PAYOBASUNG .....                              | III-4  |
| Tabel 3.2. Plotting Site KANINGBUKIT .....                             | III-5  |
| Tabel 3.3. Plotting Site Tanjungpati.....                              | III-5  |
| Tabel 3.4. Plotting Site Taram.....                                    | III-6  |
| Tabel 3.5. Formula Link Budget dab MAPL.....                           | III-14 |
| Tabel 3.6. Range RSRP .....  | III-19 |
| Tabel 3.7. Range SINR.....   | III-20 |
| Tabel 3.8. Range Throughput.....                                       | III-20 |

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR SINGKATAN

|         |   |
|---------|---|
| LTE     | : Long Term Evolution                               |
| ACP     | : Automatic Cell Planning                           |
| CA      | : Carrier Aggregation                               |
| CAD     | : Carrier Aggregation Deployment Scenario           |
| MIMO    | : Multiple Input Multiple Output                    |
| OFDMA   | : Orthogonal Frequency Division Multiple Acces      |
| SC-FDMA | : Singel Carrier Frekuensi Division Multiple Access |
| UE      | : User Equipment                                    |
| EPC     | : Evolved Packet system                             |
| KPI     | : Key Performance Indicators                        |
| RSRP    | : Reference Signal Received Power                   |
| RSRQ    | : Reference signal Received Quality                 |
| SINR    | : Signal to Interference Noise Ratio                |
| BTS     | : Base Transceiver Station                          |
| dB      | : decibel   |
| dBm     | : dB milliwatt                                      |
| kbps    | : kilo bit per second                               |
| ITU     | : International Telecommunication Union             |
| FDD     | : Frequency Division Duplex                         |
| RAN     | : Radio Access Network                              |
| MPL     | : Math Allowed Path Loss                            |
| EIRP    | : Effective Radiated Power                          |
| SCC     | : Primary Component Carrier                         |
| SCC     | : Secondary Component Carrier                       |

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

4G LTE (*Long Term Evoluton*) merupakan teknologi komunikasi jaringan seluler generasi keempat yang di kembangkan oleh 3GPP (*Third Generation Partnership Project*). Teknologi ini merupakan hasil pengembangan dari teknologi sebelumnya yaitu UMTS (3G) dan HSPA (3.5G). Teknologi 4G LTE ini memiliki keunggulan fleksibilitas dalam penggunaan *bandwidth* dari generasi sebelumnya. Selain itu data *rate* dari teknologi 4G LTE bisa mencapai 100 Mbps untuk *uplink* dan 50 Mbps untuk *downlink* (Sudiarta, Sukadarmika, and Studi 2018). Saat ini teknologi 4G LTE merupakan teknologi yang umum digunakan dalam sistem komunikasi seluler, terutama di indonesia. Sedangkan dalam kenyataannya, penerapan teknologi ini masih belum merata dan masih terdapatnya beberapa daerah yang mendapat performansi jaringan yang kurang baik (baik dalam segi pelayanan maupun kualitas sinyal yang diterima)(Nidya Suroyya, Hudiono 2019).

Performansi merupakan suatu hal yang harus sangat diperhatikan dalam sebuah sitem jaringan seluler, terutama dalam sistem komunikasi yang bersifat *wireless*. Karena pada komunikasi wireless ini performansi jaringan radionya harus selalu diperhatikan. Sistem komunikasi ini kualitas jaringan yang diterima oleh user sangat berpengaruh dalam tingkat kepuasan pengguna (*user*) terhadap pelayanan yang diberikan operator (Sudiarta, Sukadarmika, and Studi 2018). Oleh karena itu baik operator maupun *provider* harus menjaga performansi jaringannya agar teteap sesuai dan dapat memenuhi setiap kebutuhan pengguna (*user*). Cara untuk menjaga performansi jaringan agar tetap baik dan dalam kondisi yang optimal, maka perlu dilakukan proses *maintenance* jaringan secara berkala.

Penelitian tentang performansi jaringan telah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Contohnya seperti penelitian yang dilakukan (Nidya Suroyya, Hudiono 2019) dengan judul “*Analisa Performansi Jaringan 4G di wilayah Malang*”. Pada penelitian ini peneliti mengukur tentang bagaimana performansi jaringan LTE di daerah Jln. Jendral Basuki dan daerah Stasiun Kota Malang dengan melihat kualitas RAN (*Radio Access Network*).

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh (Yerry Rahmaddian 2019) dengan judul “*Analisis Performansi Jaringan 4G LTE di Gedung ITL FT UNP Kampus Air Tawar*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Barat). Pada penelitian ini bertujuan untuk melihat performansi jaringan berdasarkan hasil Drive Test yang dilakukan secara langsung menggunakan sebuah aplikasi android G-Net Track Pro.

Proses *maintenance* jaringan dilakukan untuk mendapatkan data mengenai performa jaringan dan *troubleshoot* yang dialami jaringan. Setelah melihat data hasil *maintenance* jaringan tersebut, *engineer*/teknisi jaringan dapat menganalisa penyebab gangguan yang terjadi, selain itu *engineer* juga dituntut untuk dapat mengambil tindakan (metode) yang tepat untuk mengatasi *problem* tersebut.

Untuk mengatasi gangguan yang terjadi pada suatu jaringan radio akses, ada beberapa metode yang dapat digunakan. Metode-metode tersebut yaitu; *Electrical tilt, mechanical tilt, physical tuning, Automatic Cell Planning (ACP), Carrier Aggregation (CA)*, dan penambahan new site. Seluruh metode tersebut dapat digunakan untuk mengasi gangguan yang terjadi, namun untuk penerapannya harus mempertimbangkan dari segala aspek. Hal ini dikarenakan setiap metode memiliki keunggulan dan kelemahannya masing-masing.

Penelitian tentang Optimasi jaringan telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Seperti penelitian yang dilakukan oleh (Yuliana, Basuki, and Iskandar 2019) dalam penelitian yang mereka yang berjudul “*Peningkatan Kualitas Sinyal Pada Jaringan 4G LTE dengan Metode Antenna Physical Tuning*”. Pada penelitian ini peneliti melakukan peningkatan kualitas sinyal pada kawasan kampus UNJANI untuk salah satu operator jaringan yaitu XL Axiata.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh (Purnama, Nugraha, and Amanaf 2020) dengan judul penelitian “*Penerapan Metode ACP untuk Optimasi Physical Tunning Antena Sektorial pada Jaringan 4G LTE di Kota Purwokerto*”. Pada penelitian ini masalah yang dihadapi adalah tentang Coverage sebuah *site* yang kurang baik di daerah Purwokerto.

Selanjutnya adalah penelitian yang dilakukan oleh (Kurniawan, Wahyudin, and Danisya 2019) dengan judul penelitian “*Analisis Perbandingan LTE-Advanced Carrier Aggregation Deployment Scenario 2 dan 5 di Semarang Tengah*”. Pada penelitian ini peneliti bermaksud untuk merancang sebuah jaringan dengan menggunakan skenario CADS 2 dan CADS5 guna untuk mendapatkan rancangan terbaik dari dua skenario tersebut.

Dari uraian penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa permasalahan yang sering terjadi tentang jaringan 4G LTE di Indonesia ini adalah performa jaringannya. Seperti permasalahan yang berhubungan dengan *coverage area* yang sering disebut dengan *bad*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Saifuddin Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



coverage. Permasalahan kedua yang sering juga terjadi di lapangan adalah tentang kualitas sinyal yang diterima oleh *user* (pengguna). Pada kasus ini yang terjadi adalah tentang sebuah fenomena yang mana indikator jaringan memperlihatkan bahwa kualitas jaringan di suatu wilayah sudah 4G, namun untuk kualitas jaringan yang diterima oleh *user* (pengguna) dan *throughput* jaringannya yang buruk.

Berdasarkan uraian latar belakang yang penulis uraikan diatas, maka penulis ingin memfokuskan penelitian ini pada daerah *suburban*. Daerah *suburban* adalah daerah yang berada di pinggiran sebuah perkotaan yang akses menuju kota masih bisa terjangkau ke perkotaan. Alasan penulis ingin memfokuskan penelitian pada daerah ini ialah karena daerah ini tidak terlalu mendapatkan perhatian lebih dari pihak *maintenance* jaringan. Padahal penduduk yang menghuni kawasan ini adalah para pekerja yang bekerja di kota, yang juga membutuhkan kualitas jaringan yang baik pada saat berada dirumah. Selain itu pada situasi pandemi yang kita alami saat ini proses belajar mengajar yang biasanya dilakukan disekolah harus dilakukan secara *daring/online*. Sehingga akibatnya ketika mengikuti proses belajar banyak keluhan jaringan yang dikeluarkan pelanggan dikawasan ini.

Salah satu daerah yang tergolong ke daerah suburban dan memiliki gangguan seperti yang diuraikan diatas adalah sebuah Kelurahan yang bernama Koto Baru Payobasung. Kelurahan ini terletak diwilayah Kecamatan Payakumbuh Timur, Kota Payakumbuh, Provinsi Sumatra Barat. Dari simulasi eksisting yang dilakukan didapatkan hasil bahwa permasalahan pada daerah ini yaitu nilai untuk parameter RSRP dan Throughput wilayah ini berada pada kondisi yang sangat buruk. Daerah ini tergolong ke wilayah *bad spot*. Dan untuk eNodeB yang berada disekeliling wilayah ini ada 4 buah eNodeB, dengan jarak antara eNodeB dengan wilayah ini sekitar 1.5 – 3 Km. Dari simulasi eksisting didapatkan nilai RSRP sebesar -110 dBm, SINR sebesar -1 dB, dan nilai Throughput sebesar 2400 kbps. Nilai jaringan dikawasan ini berada pada kondisi yang buruk, terutama pada parameter RSRP dan *throughputnya*.

Sementara untuk jumlah penduduk di wilayah ini dari data yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik (BPS) kota Payakumbuh, dinyatakan bahwa jumlah penduduk diwilayah ini adalah sebanyak 2.037 jiwa. Dan untuk perkiraan usia penduduk yang aktif menggunakan *smartphone* adalah usia 10-50 tahun dengan persentase 65%.

Berdasarkan latar belakang yang telah penulis uraikan, maka sangatlah penting untuk melakukan optimasi jaringan diwilayah ini. Selain untuk pemerataan implementasi



aringan 4G, optimasi ini juga berpengaruh untuk seluruh pengguna /user yang ada di wilayah ini. Untuk penelitian yang akan dilakukan ini memiliki topik tentang optimasi sebuah jaringan telekomunikasi dengan judul ”**Optimasi Jaringan 4G LTE dengan Metode Automatic Cell Planning (ACP) dan Carrier Aggregation (CA)**”.

### 1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang ingin peneliti selesaikan lebih lanjut dalam penelitian ini ialah;

Bagaimanakah melakukan simulasi optimasi sebuah jaringan dengan software Attol dengan metode *Automatic Cell Planning (ACP)* dan *Carrier Aggregation (CA)*

### 1.3. Batasan Masalah

Untuk mencegah meluasnya pembahasan yang akan penulis lakukan dalam penelitian ini, maka penulis akan memberikan batasan masalah dalam penelitian yang dilakukan dengan sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan di daerah Koto Baru, Kota Payakumbuh, Sumatra Barat.
  2. Penelitian ini dilakukan terhadap salah satu provider telekomunikasi yaitu Three.
  3. Software yang digunakan dalam penelitian ini adalah *software Attol 3.3*.
  4. Penelitian ini menggunakan metode *Automatic Cell Planning (ACP)* dan *Carrier Aggregation (CA)*
- Parameter-parameter performansi yang menjadi tolak ukur adalah nilai RSRP, RSSQ dan SINR.

### 1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut;

1. Sebagai referensi optimasi jaringan bagi pihak provider.
2. Mengatasi permasalahan daerah Blank Spot site.
3. Pemerataan implementasi 4G LTE yang lebih baik lagi.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

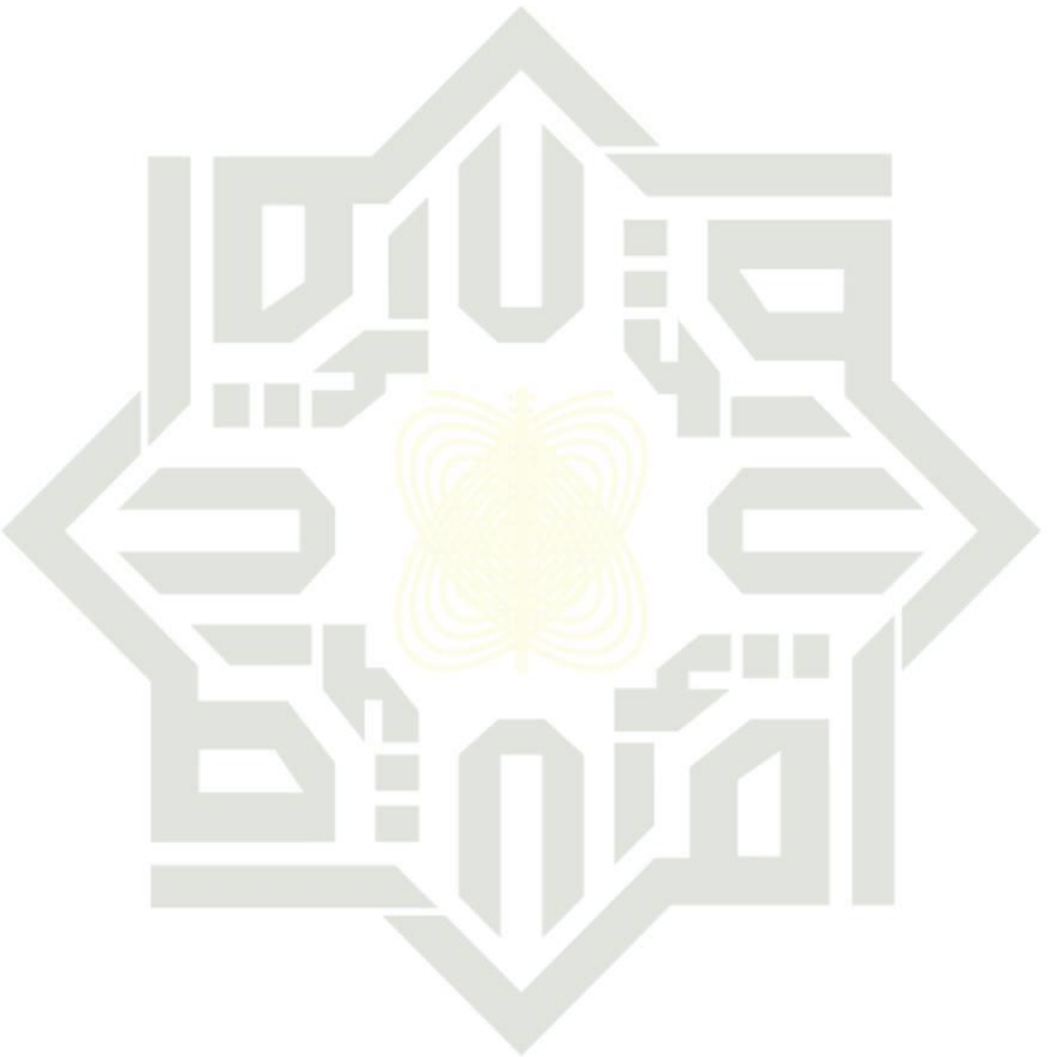
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### 1.5. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil optimasi jaringan LTE di wilayah studi kasus penelitian dengan menggunakan metode *Automatic Cell Planning* (ACP) dan *Carrier Aggregation* (CA).

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terkait

Salah satu cara untuk menjaga performansi jaringan agar tetap optimal adalah dengan melakukan *monitoring* (pemantauan) terhadap *Key Performance Indicators* (KPI). Proses *monitoring* ini dilakukan dengan melihat jaringan radio akses dari sebuah site.

Beberapa penelitian tentang *monitoring* performansi jaringan LTE telah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti, salah satunya ialah penelitian yang dilakukan oleh (Nidya Suroyya, Hudiono 2019). Penelitian ini mengambil studi kasus di kawasan Jalan Jend. Basuki Rachmad dan Stasiun Kota Malang, dengan parameter uji yang diulihat adalah performa network KPI (*Key Performance Indicators*) yang mengacu pada performa pelayanan *RRC Setup Success Rate*, *E-RAB Setup Success Rate*, dan *Call Setup Success Rate Accessibility*, *Call Drop Rate (VoIP)*, *Service Drop Rate (All) Retainability*, *Handover*, *Throughput*, dan *Radio Frequency (RF)*. Pengumpulan data dilakukan dengan metode *Drive test* dengan bantuan *software* G-Net Track Pro.

Dari pengumpulan data yang dilakukan di kawasan Jalan Jend. Basuki Rachmad dan Stasiun Kota Malang tersebut di dapatkan data sebagai berikut; Jln. Jend Basuki Rachmad, Persentase daya yang dipancarkan adalah 100% dengan nilai diatas -100 dBm, *Download Throughput* sebesar 98,83% dengan kecepatan lebih dari 265 Mbps, *Upload Throughput* sebesar 100% dengan kecepatan lebih dari 265 Mbps. Dan pada Stasiun Kota Malang; Persentase daya yang dipancarkan adalah 92,39% dengan nilai diatas -100 dBm, *Download Throughput* sebesar 96,12% dengan kecepatan lebih dari 265 Mbps, *Upload Throughput* sebesar 100% dengan kecepatan lebih dari 265 Mbps. Dan peneliti pada penelitian ini mengatakan bahwa kondisi performansi jaringan dikawasan ini sudah baik.

Pada penelitian (Yerry Rahmaddian 2019) juga membahas tentang performansi jaringan 4G LTE. Pada penelitian ini parameter yang digunakan untuk mengukur performansi jaringan adalah nilai RSRP, RSRQ, dan SINR. Penelitian ini dilakukan dengan metode *Drive Test* dengan bantuan aplikasi G-Net Track Pro untuk mendapatkan nilai parameter-parameter tersebut. Dan dari hasil *Drive Test* yang dilakukan di dapatkan data performansi jaringan di Gedung ITL UNP ini sebagai berikut; nilai rata-rata RSRP



adalah -86,65% dBm dan tergolong pada kategori good, nilai rata-rata RSRQ adalah -12,70% dBm dan termasuk kategori medium, nilai rata-rata SINR adalah 2,73% dBm dan termasuk kategori medium, dan secara keseluruhan dapat dipersentasekan performa jaringan di Gedung ITL ini menjadi 6% dengan kategori excellent, 17% dengan kategori good, 56% dengan kategori medium, 18% dengan kategori poor, dan 3% dengan kategori 3G.

Dari data yang didapatkan tersebut dapat kita ketahui Bersama bahwa performansi jaringan di gedung tersebut sudah cukup baik, namun kualitas sinyal yang diterima *user* belum merata. Sehingga peneliti pada penelitian ini menganjurkan untuk melakukan optimasi untuk mengatasi permasalahan kualitas sinyal yang tidak merata tersebut.

Selanjutnya pada penelitian (Sudiarta, Sukadarmika, and Studi 2018), peneliti melakukan optimasi terhadap jaringan provider XL karena banyaknya keluhan tentang performansi pelayanan yang diberikan *site* dengan id 610692. Optimasi terhadap *site* dilakukan dengan metode *tilt Antenna* untuk mengatasi daerah *Bad Spot*. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa setelah melakukan optimasi dengan metode *tilt antenna* tersebut dapat mengatasi permasalahan *Bad Spot* yang terjadi sebelumnya. Metode *tilt antenna* yang dilakukan adalah dengan mengubah *tilt antenna site* tersebut dari 2° menjadi 3°. Sehingga permasalahan daerah *Bad Spot* yang sebelumnya terjadi dapat teratasi, dan nilai parameter uji mengalami kenaikan seperti pada nilai RSRP mengalami kenaikan sebesar 3,49%, nilai SINR sebesar 5,91%, nilai PDCP *Download Throughput* sebesar 4,7% dan nilai *Upload Throughput* mengalami kenaikan sebesar 10,73%. Pada penelitian ini peneliti menggunakan 2 software/aplikasi untuk mendukung penelitiannya, 2 aplikasi tersebut adalah Genex Probe untuk melakukan Drive Test dan aplikasi Genex Assistant untuk melakukan analisis hasil.

Selanjutnya pada penelitian (Yuliana, Basuki, and Iskandar 2019), penelitian juga bertujuan optimasi jaringan dengan mengubah dan mengatur *tilting antenna*. penelitian dilakukan di kawasan kampus UNJANI dengan provider XL. Pengumpulan data menggunakan metode *drive test* dengan bantuan software Genex Probe, sedangkan parameter ujinya adalah nilai RSRP dan SINR. Dan dari hasil *Drive Test* yang dilakukan sebelum dilakukannya optimasi performansi jaringan kurang baik, dengan nilai RSRP yang hanya sebesar 56,69% dan nilai SINR yang hanya sebesar 68,17%.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut peneliti melakukan metode *electrical tilt*. Metode ini dilakukan pada antenna pemancar sector 1 dari 5° menjadi 6°. Simulasi

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

perubahan *electrical tilt* dilakukan pada *software* Attol. Dari hasil simulasi yang dilakukan nilai RSRP meningkat menjadi 81,46% dan nilai SINR meningkat menjadi 80,71%. Pada penelitian ini permasalahan tentang nilai RSRP dan SINR yang menjadi problem dapat ditingkatkan sehingga performansi jaringan di kawasan kampus UNJANI lebih optimal dari sebelumnya.

Pada penelitian (Purnama, Nugraha, and Amanaf 2020) terjadi permasalahan *bad coverage area* pada daerah Kec. Purwokerto Barat dan Purwokerto Utara. Untuk mengatasi permasalahan tersebut peneliti menggunakan metode *Automatic Cell Planning (ACP)* pada penelitian ini untuk menentukan *Tilting Antenna* yang optimal. Parameter uji pada penelitian ini adalah nilai RSRP dan CINR. Simulasi optimasi jaringan pada penelitian ini peneliti menggunakan *software* Attol. Dan dari hasil simulasi yang dilakukan didapatkan kesimpulan bahwa penggunaan metode ACP cukup efektif dalam meningkatkan nilai RSRP dan SINR, hal ini ditunjukkan dengan data yang didapat setelah melakukan optimasi. Yang mana nilai RSRP mengalami improvement sebesar 11,72% dan 28,73% untuk nilai SINR. Sehingga permasalahan *coverage area* yang terjadi pada penelitian ini dapat teratasi dengan meningkatnya permormansi jaringan di aderah tersebut.

Pada penelitian (Kurniawan, Wahyudin, and Danisyia 2019) peneliti membuat sebuah rancangan jaringan dengan menerapkan metode *Carrier Aggregation (CA)*, dengan menggunakan skenario CADS2 dan CADS5. Konsep dari penerapan dari kedua skenario ini hampir sama yaitu dengan menambahkan sebuah sel baru / *secondary cell*. Tetapi yang membedakannya adalah pada skenario CADS5 ditambahkan sebuah *repeater*. penelitian ini dilakukan pada frekuensi *Primary Cell* 1800 MHz dan *Secondary Cell* 2100 MHz. Untuk parameter ujinya pada penelitian ini adalah RSRP, CINR, *user connetcted*, dan *throughput*.

Dan untuk hasil penelitian tersebut didapatkan hasil sebagai berikut; untuk perancangan tanpa CA idapatkan nilai RSRP = -84.88 dBm CINR = 7,64 dB, *user connected* = 99.9 %, *throughput* = 833.19 Mbps. Untuk skenario CADS2 didapatkan nilai RSRP = -75 dBm, CINR = 19.97 dB, *user connected* = 100%, dan *throughput* = 1152.2 Mbps. Dan untuk skenario CADS5 didpatkan nilai RSRP = -71,5 dBm, CINR = 21,89 dB, *user connected* = 100%, dan *throughput* = 1147.3 Mbps.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Table 2.1. kontribusi penarikan judul dari jurnal referensi utama

| Ref | System | Metode  | Aplikasi pendukung            | Parameter   | Provider  |
|-----|--------|---|-------------------------------|---|-----------|
| 1   | LTE    | Drive Test  | G-Net Track Pro               | Accesability, Rentainability, & Mobility            |           |
| 2   | LTE    | Drive Test  | G-Net Track Pro               | RSSRP, RSRQ, & SINR                                 | Telkomsel |
| 3   | LTE    | <i>Mechanical tilt</i>  | Genex Probe & Genex Assistsnt | RSRP, SINR, PCDP DL Throughput & PCDP UL Throughput | XL        |
| 4   | LTE    | Physical Tunning  | Genex Probe & Atoll           | RSRP & SINR   | XL        |
| 5   | LTE    | ACP (Automatic Cell Planning) untuk Physical Tunning Antenna Sectoral | Atoll                         | RSRP & SINR   |           |
| 6   | LTE    | Carrier Aggregation (CA)  | Atoll                         | RSRP, SINR, user connected, throughput              |           |

## 2.2 4G LTE (*Long Term Evolution*)

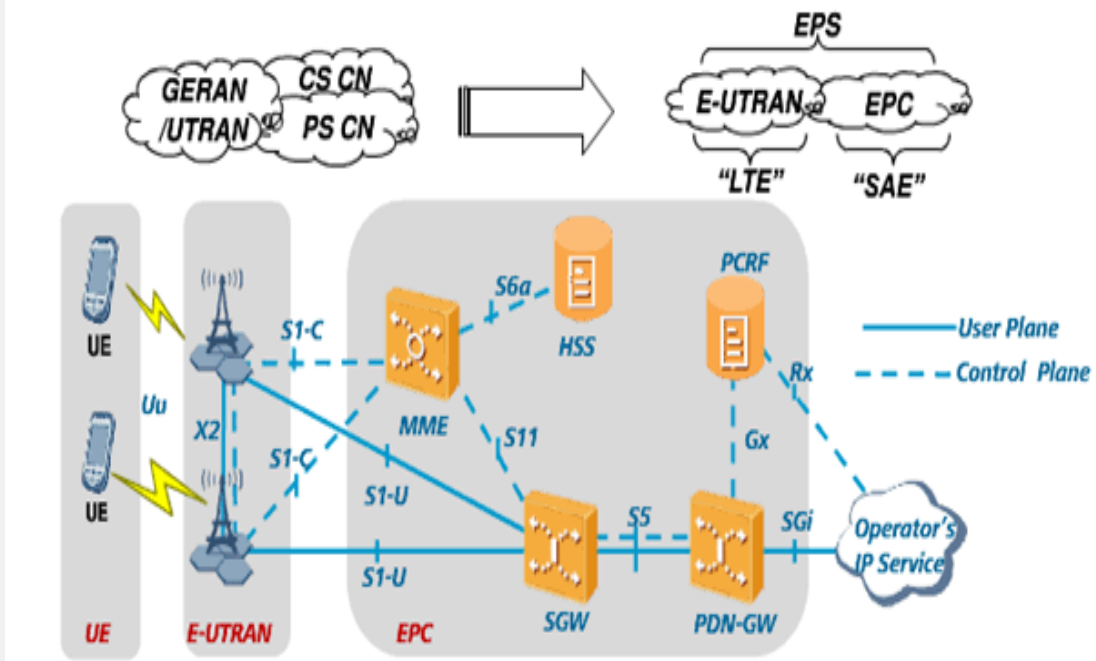
4G LTE (*Long Term Evolution*) adalah sebuah evolusi jangka panjang jaringan akses radio yang dikeluarkan oleh 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*) dan merupakan kelanjutan dari teknologi-teknologi sebelumnya. Kemampuan dari teknologi LTE dirancang agar dapat menyediakan nilai *throughput* yang tinggi dan daerah jangkauan yang luas, selain itu LTE juga diciptakan untuk memperbaiki dan menyempurnakan teknologi-teknologi sebelumnya, dan mendukung semua aplikasi yang ada. Dalam hal kecepatan transfer data, teknologi LTE memiliki keunggulan yang lebih cepat dari teknologi sebelumnya, dan keunggulan lainnya adalah pada segi *coverage*, kapasitas jaringan dan layanan yang lebih besar, minim dalam biaya operasional, mendukung dalam penggunaan *multiple-antenna*, penggunaan *bandwidth* yang lebih fleksibel dan terintegrasi dengan



teknologi sebelumnya (Yusuf et al. 2018)(Muhammad Hafidh, Uke Kurniawan Usman 2019).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Arsitektur dari teknologi LTE ini secara umum mengadopsi teknologi EPS (*Evolved Packet System*) yang terdiri dari 3 komponen utama yaitu; UE (*User Equipment*), EUTRAN (*Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network*), dan EPC (*Evolved Packet System*). (Fajar and Devia 2017)(Ulfah and Sri Irtawaty 2018)

2.2.1 *User Equipment (UE)*

*User Equipment* adalah sebuah perangkat dalam teknologi LTE yang berada di paling ujung dan berdekatan atau berada pada pengguna jaringan. Perangkat inilah yang akan digunakan oleh *user* untuk berkomunikasi dengan jaringan LTE dengan melalui perantara eNodeB.

2.2.2 *Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network (EUTRAN)*

EUTRAN ialah sebuah sistem yang menghubungkan dan menangani sisi radio akses dari UE ke jaringan core. Pada sistem LTE EUTRAN hanya terdapat satu komponen yaitu *Evolved Node B (eNodeB)* yang telah menggabungkan fungsi eNodeB dan RNC pada teknologi sebelumnya.

### 2.2.3 Evolved Packet System (EPC)

EPC merupakan sebuah evolusi terbaru dalam arsitektur teknologi komunikasi seluler, yang mana EPC ini menggunakan All-IP pada bagian *core networknya*. Selain itu EPC juga menyediakan fungsionalitas *core mobile* dari generasi sebelumnya yang memiliki dua bagian terpisah yaitu *Circuit Switch (CS)* untuk *voice* dan *Packet Switch (PS)* untuk paket. EPC juga terdiri dari beberapa komponen yang sebagai berikut: (Fajar and Devia 2017)

#### a) *Mobility Management Entity (MME)*

MME ini merupakan sebuah *element control* utama yang terdapat pada EPC, biasanya pelayanan dari MME ini terdapat pada lokasi keamanan operator. Untuk pengoperasian MME ini juga hanya terdapat pada *control plane* dan pengapresiannya tidak mencakup data *user plane*. Sedangkan untuk fungsi utama MME pada arsitektur jaringan LTE adalah untuk *authentication dan security, mobility management, managing and subscription profile and service connectivity*. Atau secara singkat bisa kita simpulkan bahwa fungsi MME ini adalah untuk menangani pensinyalan radio yang diminta user. Sehingga MME ini akan mengontrol setiap aktifitas dan keberadaan user secara otomatis, baik ketika UE berpindah posisi atau ketika UE berpindah eNB. MME juga bertugas untuk menangani proses pendaftaran UE sebagai pelanggan sebuah jaringan. Prosesnya ialah MME akan berkomunikasi dengan HSS menegani permintaan langganan dari UE, dan HSS akan mengautentifikasi permintaan dari UE tadi untuk menjadi seorang pelanggan dari jaringan tersebut.

#### b) *Home Subscription Service (HSS)*

HSS merupakan sebuah *server database* yang dipelihara secara terpusat pada *premises home operator*. HSS ini bisa dikatakan sebagai tempat penyimpanan semua data pelanggan termasuk informasi data pelanggan dan nomor pelanggan. Selain itu HSS juga menyimpan data lokasi pelanggan pada level yang dikunjungi oleh *node* pengontrol jaringan.

#### c) *Serving Gateway (S-GW)*

Pada arsitektur jaringan LTE fungsi S-GW adalah sebagai jembatan yang menghubungkan atau menjembatani antara manajemen dan *switching user plane*. S-GW ini juga bisa dikatakan sebagai infrastruktur sebagai pusat operational dan *maintenance* dari sebuah jaringan telekomunikasi. Peranan S-GW sangat bergantung pada sumber dan pengalokasikannya yang dilakukan berdasarkan permintaan MME.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

PGW, atau PCRF yang memerlukan *setup*, modifikasi atau penjelasan terhadap UE. Setiap *user* atau UE hanya terhubung ke satu S-GW.

d) *Packet Data Gateway* (PDN-GW)

PDN-GW juga memiliki peranan yang sangat penting dalam arsitektur jaringan LTE, yang mana PDN-GW ini merupakan komponen utama dalam proses terminasi terhadap *Packet Data Network* (PDN). Selain itu PDN-GW juga *mendukung police enforcement feature, packet filtering, dan charging support* pada LTE, sedang kan untuk trafik data akan dibawa oleh koneksi secara *virtual* yang disebut *service data flows* (SDFs)

e) *Policy and Charging Rules Function* (PCRF)

PCRF ini merupakan elemen dari arsitektur jaringan LTE yang berfungsi sebagai elemen untuk mengumpulkan informasi yang keluar dan masuk dari jaringan maupun ke dalam jaringan. PCRF juga merupakan sumber sistem pendukung operasional seperti portal secara *real time*, yang akan mendukung sistem untuk melakukan pembentukan aturan dan kemudian sistem akan membuat aturan kebijakan secara otomatis untuk seluruh pelanggan aktif dalam jaringan. PCRF juga dapat menyediakan layanan *wireline* dan *wireless* dan bisa juga mengaktifkan pendekatan multidimensi untuk menciptakan *platform* inovatif terbaru untuk operator.

### 2.3 LTE-Advanced

LTE-Advanced merupakan sebuah teknologi terbaru yang dikembangkan dari teknologi LTE sebelumnya yang dikeluarkan oleh 3GPP untuk mengatasi permasalahan jaringan 4G yang ada di Indonesia (Mitava Ghosh, Rapeepat Ratasuk, Bishwarup Mondal, N Itin Mangalvedhe, Dan T Thomas 2010). Permasalahan yang umumnya diraskan oleh adalah tentang pemmasalahan alokasi spektrum frekuensi yang telah diberikan pemerintah. Yang mana penggunaan alokasi frekuensi ini masih kurang efisien, sehingga pembagian spektrum ini juga masih sering mendapat keluhan dari provider yang merasa kurang diuntungkan. Penggunaan teknologi ini diharapkan dapat memberikan efek yang baik terhadap teknologi 4G LTE di Indonesia, terutama untuk penyalokasian spektrum frekuensinya.

Jamun untuk mendapatkan target yang telah diinginkan teknologi ini memerlukan *bandwidth* yang lebar dan jumlah antenanya harus ditingkatkan. Untuk meningkatkan *bandwidth*nya teknologi ini juga mendukung fitur *Carrier Aggregation* (CA). Fitur

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



*Carrier Aggregation* yang diperkenalkan di teknologi LTE-Advanced ini adalah fitur *Carrier aggregation bandwidth Release 10* yang mana fitur ini dapat meningkatkan lebar *bandwidth* mencapai 100 MHz (Pramono and Alvionita, LiaSulistyo 2020). *Carrier aggregation* ini merupakan sebuah metode yang menggabungkan beberapa sinyal *carrier* baik pada *band* frekuensi yang sama maupun *band* frekuensi yang berbeda dengan tujuan memberbesar penggunaan *bandwidth* sehingga dapat memenuhi *peak data rates* yang telah ditentukan dalam teknologi ini.

LTE Release 10 ini mendukung penyebaran heterogeni pada setiap eNodeB yang berdaya rendah yang terdiri dari *pico-cell*, *femtocell*, *relay*, *remote radio head*, dan berbagai pengaturan tentang *macrocell*. Peningkatan yang dilakukan terhadap LTE Release 10 ini merupakan peningkatan yang mencakup agregasi operator, *advanced uplink* (UI) dan *downlink* (DI) *spatial multiplexing*, transmisi DL yang terkoordinasi *Multipoint* (CoMP) dan jaringan heterogen pada penekanan terhadap relai tipe 1 dan tipe 2 (Yusuf et al. 2018).

Evolusi terhadap jaringan LTE ini menuju LTE Advanced ini terus mengupayakan agar kapasitas jaringan semakin besar lagi, dengan target sebagai berikut:

1. Meningkatkan data rate lebih tinggi lagi yaitu; 3Gbps (*Uplink*) dan 1.5 Gbps (*Downlink*).
2. Meningkatkan efisiensi spektrum lebih tinggi lagi, dari yang semula 16 bps/hz pada *realese* 8 menjadi 30 bps/Hz pada *realese* 10.

Dapat melayani penambahan jumlah pelanggan aktif secara bersamaan.

Dapat meningkatkan kinerja sistem pada tepi sel, yaitu pada *downlink* MIMO 2X2 dengan standar minimal menjadi 2,40 bps/hz/sel.

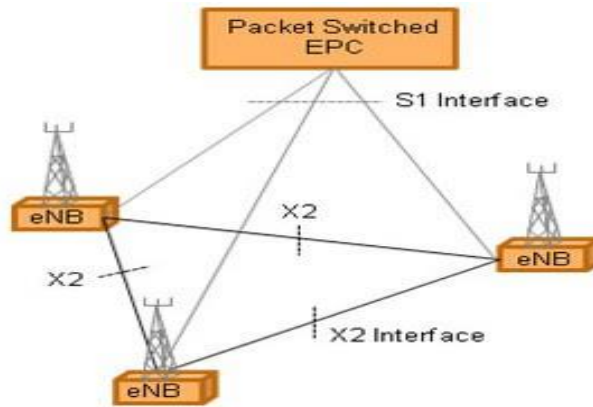
Meningkatkan *bandwidth* jaringan agar lebih lebar lagi hingga mencapai 100 MHz.

#### 2.4 Teknologi Transmisi 4G LTE

Seperti yang sudah kita ketahui bahwa LTE ini merupakan sebuah jaringan yang berbasis All-IP. Maksud All-IP disini adalah dalam pelayanannya (baik pelayanan real-time maupun pelayanan *datacom*) dibawa dengan menggunakan sebuah protokol IP.

Bagian *core network* dari jaringan LTE ini juga telah dipersiapkan dengan teknologi lain yang tidak dikembangkan oleh 3GPP seperti WIMAX dan WIFI. Kerjasama ini ada

yang bersifat *trusted* ada *non trusted*, semua itu tergantung perjanjian bisnis antar operator. Jaringan LTE ini dirancang untuk dapat mempercepat proses *setup time* dan mengurangi waktu untuk handover. Hal ini dikarenakan pada layanan *real time* sangat dipengaruhi oleh *setup time*, seperti pada layanan *online gaming* dan pada *handover proses call*.



Pada gambar dapat kita lihat bahwa koneksi antar eNode B dilakukan dengan terkoneksi secara langsung melalui *interface X2*. Sedang untuk koneksi antara eNodeB dengan *core network* terhubung melalui *interface S1*.

Sistem teknik modulasi ini dapat dilakukan untuk mendukung kinerja jaringan, baik pada *downlink* maupun *uplink*. Teknologi 4G LTE saat ini menggunakan teknik transmisi OFDMA (*Orthogonal Frequency Division Multiple Access*) pada *downlink* jaringan, dan menggunakan SC-FDMA (*Single Carrier Frequency Division Multiple Access*) pada *uplink* jaringannya. Sedangkan untuk *antenna* yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal *carrier* adalah *antenna* jenis MIMO (*Multiple Input Multiple Output*).

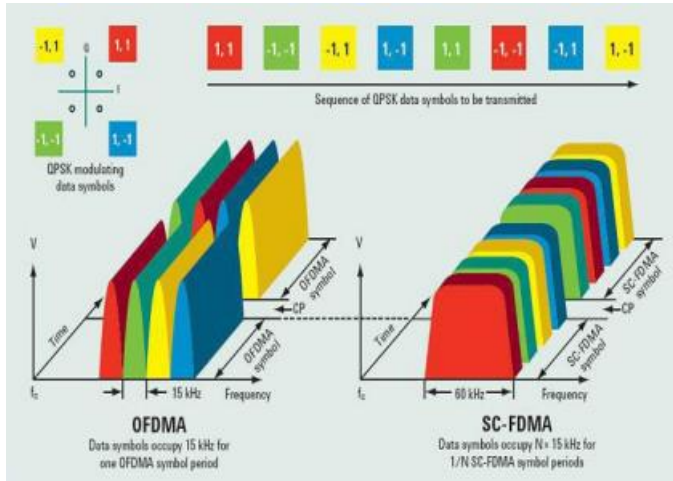
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





#### 2.4.1 OFDMA

OFDMA (*Orthogonal Frequency Division Multiple Acces*) merupakan suatu teknik modulasi pada transmisi jaringan dengan cara kerja membagi satu bandwidth frekuensi pembawa (*carrier*) wideband menjadi beberapa *subcarrier* yang berupa *narrowband*. Pada teknik modulasi ini beberapa *narrowband* tersebut dapat kita kirim ke beberapa *user*. Solusi yang ditawarkan dari teknik modulasi ini adalah penghematan penggunaan spektrum frekuensi yang lebih efisien, namun diperlukan kinerja yang lebih cepat pada *processor* untuk bagian *signallingnya*. Selain memerlukan *processor* dengan kinerja lebih tinggi, OFDM juga memerlukan *power amplifier* dengan daya *linery* tinggi yang akan berpengaruh terhadap konsumsi *battery*. Skema modulasi OFDM ini termasuk kedalam salah satu skema modulasi yang paling populer dalam sistem komunikasi nirkabel *broadband*, hal ini dikarenakan oleh efisiensi spektral yang tinggi dan ketahanannya terhadap *interference multipath* (Rai and Dwivedi 2018).

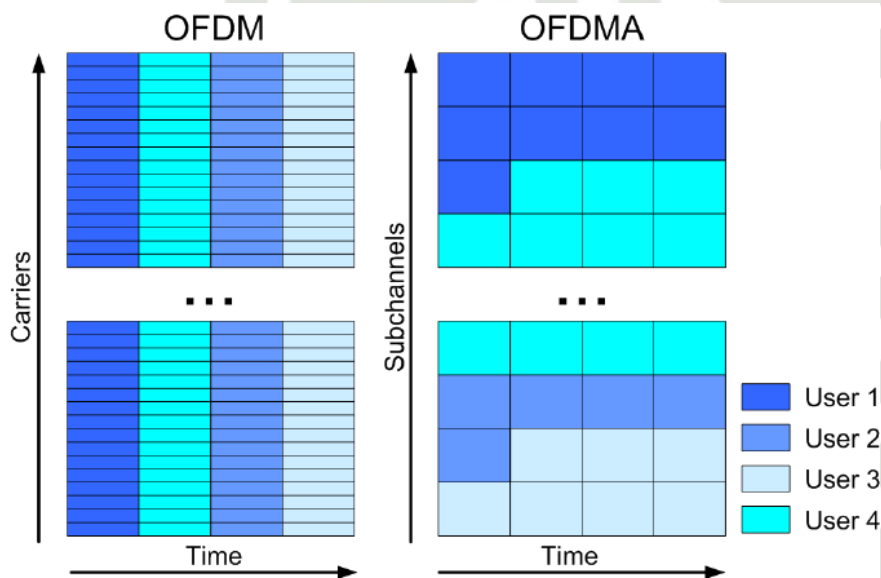
Dari sebuah pengembangan yang dilakukan terhadap teknologi OFDM ini maka dihasilkanlah sebuah teknik modulasi terbaru yang bernama OFDMA (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing Multiple Access*). OFDMA ini juga memiliki semua kelebihan dan kekurangan OFDM. Dalam mengirimkan sebuah pesan OFDMA mampu melakukannya tanpa terjadi *inter-carrier interface* (ICI) dan *inter-symbol interface* (ISI). Hal ini terjadi karena adanya proses penambahan *cyclic prefic* (CP) pada setiap simbol OFDMA. Selain itu frekuensi pada OFDMA ini juga dapat beradaptasi pada berbagai spektrum pada semua sistem. OFDMA juga dapat mengurangi terjadinya *multipath fading* dengan menggunakan antenna sistem MIMO (Vijay, Rao, and Kumar 2019).

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Teknologi OFDMA ini menggunakan sebuah sinyal yang bernama sinyal *orthogonal*, *orthogonal* ini merupakan sebuah kondisi/keadaan yang apabila terjadi sebuah *multi sideband* dari salah satu sinyal *subcarrier* bertumpukan dengan *main hole frekuensi* dari *subcarrier* yang selanjutnya. Apa bila kondisi tersebut terjadi akan mengakibatkan terjadinya *overlaapping* dan frekuensi *carrier* tidak akan mempengaruhi sinyal. Kehilangan *orthogonalitas* pada sinyal *carrier* dapat menyebabkan pengkaburan (*blurring*) diantara sinyal-sinyal informasi yang ditransmisikan dan penurunan performansi sistem komunikasi tersebut.



Ketlemahan dari sistem OFDM ini adalah sangat sensitif terhadap frekuensi *offset carrier*. Hal ini dikarenakan karena ketidak akuratan osilator dan pergeseran *dopler* dalam saluran. Pergeseran *dopler* ini terjadi ketika pergeseran pemancar sinyal dalam proses pemancarannya. Pergeseran ini mengakibatkan frekuensi yang dipancarkan dan frekuensi yang diterima menjadi berbeda. Kelebihan dari sistem OFDM ini adalah:

1. Sangat efisien dan mudah dalam menangani masalah *multipath*.
2. Kuat terhadap gangguan pita sempit.
3. Peka terhadap frekuensi *offset* dan gangguan fasa.

Pergeseran *dopler* yang terjadi pada sitem LTE-OFDM ini disebut dengan *Carrier Frequency Offset (CFO)*, dari pergeseran ini akan mengakibatkan terjadinya *Inter-Carrier Interference (ICI)* dan *Inter-Symbol Interference (ISI)* yang mana iniberkaitan dengan nilai

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.  
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

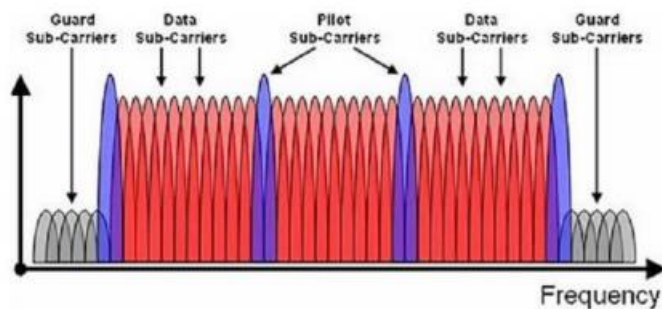
Bit Error Rate (BER). Semakin tinggi nilai BER suatu sistem jaringan, maka kinerja dari jaringan tersebut semakin menurun.

#### 2.4.2 SC-FDMA

SC-FDMA (*Singel Carrier Frekuensi Division Multiple Access*) merupakan sebuah hasil modifikasi yang dilakukan terhadap OFDMA. Berdasarkan hal tersebut sudah pasti SC-FDMA mewarisi seluruh kelebihan-kelebihan yang dimiliki oleh OFDMA. Namun SC-FDMA ini memiliki satu kelebihan khusus yang tidak dimiliki oleh OFDMA, yaitu nilai PAPR yang lebih rendah. PAPR ini merupakan singkatan dari *Peak to Average Power Ratio* yang mana ini merupakan indikator yang dapat menunjukkan bagaimana efisiensi daya dari suatu *Transmitter*. Maka dapat kita simpulkan bahwa semakin rendah nilai PAPR ini maka efisiensi daya dari transmitter tersebut semakin tinggi (Rai and Dwivedi 2018).

Selektifitas frekuensi merupakan kemampuan penerima dalam membedakan setiap sumber-sumber sinyal yang dirancang untuk beroperasi pada suatu frekuensi yang berbeda dan dalam suatu rentang panjang gelombang tertentu. Namun permasalahan yang timbul adalah seberapa besar pengaruh selektifitas frekuensi terhadap perinterferensi pada SC-FDMA. Karena semakin tinggi nilai interferensinya maka performansi sistem akan semakin lemah.

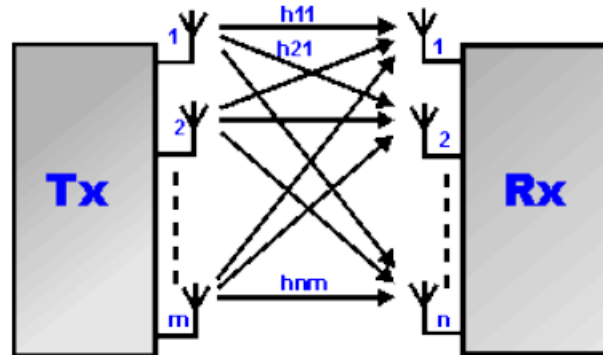
SC-FDMA ini merupakan sebuah teknik modulasi yang sangat cocok untuk diterapkan dalam frekuensi *uplink*, hal ini dikarenakan pada frekuensi *uplink* ini memerlukan nilai PAPR yang sangat tinggi saat membawa simbol saat pengtransmisiannya.



#### 2.4.3 MIMO

MIMO ini adalah sebuah jenis *smart antenna* yang populer saat ini digunakan dalam dunia telekomunikasi dalam sistem komunikasi *wireless* digital, terutama dalam sistem dan komunikasi jaringan LTE yang berkembang saat ini. Pada jenis *smart antenna* jenis ini

memiliki 2 buah antena pemancar sinyal (*transmitter*) dan memiliki 2 antena *receiver* juga pada sisi antena penerima sinyal (Daudov, Sygotina, and Nadrshin 2021).



Berbeda dengan berbagai jenis antena konvensional lainnya yang sangat rentan terhadap *multipath fading* yang terjadi, sistem samar antena MIMO ini justru sangat baik untuk meningkatkan *data rate* dan rute transmisi sinyal dalam *range* yang lebih besar. Peningkatan untuk *range* yang lebih besar ini tanpa harus membutuhkan *bandwidth* yang besar atau daya yang lebih besar pada kedua antena pada sistem transmisi atau *receiver*.

Karena pada umumnya untuk sistem komunikasi *nirkabel* yang ada saat ini, gelombang radio yang dipancarkan oleh *site* umumnya terpantul ke segala arah (*multipath*) akibatnya sinyal yang dipancarkan ke segala arah tersebut akan mengalami gangguan di udara yang menyebabkan pudaran terhadap bit informasi (*fading*) yang dipancarkan. Pada sistem *multipath fading* yang ada pada MIMO ini, sinyal informasi akan direplika dan dikirimkan melalui pemancar antena yang berbeda (*spatial diversity*) (Rasool 2019).

Berikut adalah beberapa konsep MIMO yang telah distandarisasi oleh 3GPP;

a) *Spatial multiplexing*

Konsep ini memanfaatkan beberapa antena untuk melakukan pengiriman dan penerimaan data pada beberapa jumlah *stream* data yang berbeda dengan pengiriman yang dilakukan secara bersamaan dan simultan. Konsep ini memiliki tujuan untuk meningkatkan *data rate* untuk dapat memaksimalkan *throughput user* sehingga akan meningkatkan nilai SINR.

b) *Transmit diversity*

Pada konsep ini memiliki konsep yang sama untuk pengiriman dan penerimaan datanya, namun perbedaannya terletak pada jumlah *stream* datanya. Pada konsep data ini jumlah *stream* data yang dipancarkan hanya satu, namun dipancarkan menjadi beberapa

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



© Hak Cipta milik UIN Suska Riau  
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

dengan bantuan beberapa antena. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi efek fading yang akan memiliki dampak terhadap besar nilai SINR pada user yang terdapat di *cell-edge*.

Untuk metode dalam pentransmisiannya LTE ini menggunakan Metode LTE FDD. Metode ini adalah sebuah metode yang mana dalam pentransmisiannya atau pengiriman data/sinyal *carrier* dengan menggunakan dua band yang berbeda antara pengirim (*transmit*) dan penerima (*receive*). Keunggulan menggunakan metode ini adalah jarang terkena interferensi dan penerimaan sinyal yang lebih baik oleh *user*. Sehingga akan terjadinya keseimbangan antara kecepatan *upload* dan *download* karena keduanya berjalan pada frekuensi yang berbeda (Marhadi 2016)(Putri 2017).

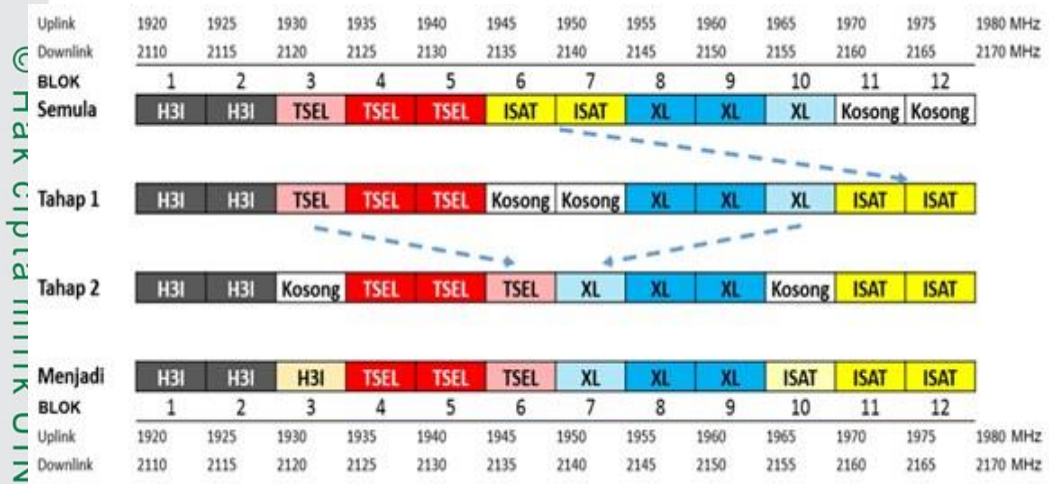
Metode FDD ini adalah metode yang pada umumnya digunakan oleh berbagai operator di Asia Tenggara dan Indonesia umumnya. Pada umumnya teknologi FDD ini berjalan pada dua band frekuensi yang berbeda, misalnya pada frekuensi 900 MHz dan pada frekuensi 1800 MHz. Untuk cara kerja dari teknologi FDD ini digolongkan pada *system full duplex*. Maksudnya adalah karena teknologi ini menggunakan dua band berbeda untuk mengunduh dan mengunggah data maka untuk *download* dan *upload* ini jaringan selalu tersedia.

## 2.5 Alokasi Spektrum Frekuensi Telekomunikasi

Alokasi penggunaan spektrum frekuensi radio untuk telekomunikasi di Indonesia diatur secara langsung oleh badan pemerintahan terkait dengan mengacu kepada aturan alokasi pembagian spektrum frekuensi radio yang dikeluarkan secara resmi oleh ITU. Peraturan ini dikeluarkan oleh ITU dalam Peraturan Radio (*Radio Regulations*) edisi 2016, peraturan yang dikeluarkan oleh ITU ini dijadikan sebagai dasar pengalokasian frekuensi radio di negara-negara lain .

Setelah dilakukan pembagian spektrum rekuensi ini, operator dianjurkan untuk mempelajari dan lebih mengenali pengalokasian tersebut. Hal ini dimaksudkan agar operator dapat menyesuaikan/ dengan berbagai jenis layanan, alokasi, dan pengendalian yang terkait didalamnya.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Berikut adalah alokasi Band frekuensi radio untuk jaringan 4G LTE yang terdapat di Indonesia;

- 1) Telkomsel : B8-FDD, untuk Frekuensi 900 MHz dan B3-FDD, untuk Frekuensi 1800 MHz.
- 2) Indosat Ooredoo : B8-FDD, untuk frekuensi 900 MHz dan B3-FDD, untuk frekuensi 1800 MHz.
- 3) XL Axiata : B8-FDD, untuk frekuensi 900 MHz dan B3-FDD, untuk frekuensi 1800 MHz.
- 4) Tri Indonesia : B3-FDD, untuk frekuensi 1800 MHz.
- 5) Smartfren : B5-FDD, untuk frekuensi 850 MHz dan B40-TDD, untuk frekuensi 2300 MHz.

## 2.6 Performansi Jaringan

Jaringan telekomunikasi adalah seperangkat alat telekomunikasi yang dapat menghubungkan pengguna yang satu dengan yang lainnya, sehingga untuk dapat melakukan komunikasi atau pertukaran informasi (bertukar gambar, *voice*, atau mengetik) antara kedua pengguna tersebut dapat bertukar informasi dengan baik saat itu juga. Untuk mendukung kegiatan tersebut diperlukanlah sebuah sistem jaringan, pada sistem telekomunikasi generasi ke4 ini sistem jaringan yang mendukung pengguna untuk melakukan interaksi seperti itu disebut dengan jaringan akses radio. Jaringan akses radio ini adalah sebuah pelayanan yang diberikan oleh suatu eNode B untuk melayani setiap pelayanan jaringan dari *user*. Jadi performansi layanan yang diberikan oleh eNodeB ini

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



akan sangat berpengaruh terhadap kelancaran komunikasi yang dilakukan oleh user atau pengguna.

Performansi jaringan akan sangat berpengaruh pada pelayanan yang diberikan operator sehingga akan berdampak pada *Quality Of Service* (QoS). Sehingga untuk menjaga agar pelayanan yg diberikan tetap baik maka harus dilakukan proses pemantauan dan pengecekan secara berkala. Pengecekan dan pemantauan ini bertujuan untuk melihat berbagai masalah (*Problem*) yang terjadi pada *site*, sehingga apabila terdapat *problem* pada *site engineer* dapat melakukan proses optimasi terhadap jaringan. Proses optimasi ini selain untuk menjaga performansi jaringan, juga bertujuan untuk meningkatkan performansi jaringan. Pada proses optimasi ini ada dua aspek yang harus kita perhatikan;

#### 2.6.1. *User Experience*

*Network experience* ini merupakan performa jaringan yang dirasakan secara langsung oleh pengguna (*user*) dalam pelayanan yang diberikan oleh *site*. Sehingga pada parameter ini sangat berkaitan dengan kualitas sinyal yang diterima dan dinikmati oleh user, kemudahan dalam mengakses jaringan, dan berujung pada pelayanan (*Quality of Service*) yang diberikan operator. Metode yang dapat digunakan untuk mengukur tentang kualitas yang diterima oleh user tersebut disebut dengan *Drive Test*.

#### 2.6.2. *Network KPI*

*Key Performance Indicators* merupakan sebuah target-target pencapaian yang telah dirancang oleh setiap operator sebagai standar performansi jaringan yang harus disediakan. Network KPI ini merupakan sebuah parameter performansi jaringan yang di ukur berdasarkan kinerja *Radio Acces Network* (RAN) jaringan tersebut. Setiap operator harus dituntut untuk dapat memenuhi target KPI yang sudah ditentukan agar user dapat mendapatkan performansi yang maksimal. Secara singkat bahwa KPI ini akan berpengaruh terhadap tingkat kepuasan pelanggan (*user*) terhadap pelayanan yang diberikan oleh operator.

Sebuah kualitas jaringan operator dapat dikatakan baik atau buruknya berdasarkan target KPI tersebut. Karena dari data target KPI tersebut para *engineer* dapat melihat apakah nilai KPI tersebut sudah termasuk kedalam spesifikasi KPI yang sudah ditentukan oleh 3GPP atau operator itu sendiri. Parameter-parameter yang menjadi indikator pengukuran performansi jaringan dalam Network KPI ini meliputi; *Accessability, Mobility, Availability, Traffic KPIs, dan Rentainability*.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Setelah melakukan proses monitoring ini engineer dapat mengetahui kondisi dan keadaan *Radio Access Network* (RAN) suatu BTS yang meliputi informasi level daya terima sinyal, kualitas sinyal yang akan ditransmisikan, serta *engineer* juga dapat mengetahui dan melihat proses dan kualitas *handover* yang terjadi dalam sistem jaringan tersebut. Sehingga dari data mengenai kondisi-kondisi jaringan tersebut engineer dapat mengambil tindakan yang tepat apabila terjadi suatu problem dalam jaringan tersebut, dan tindakan yang diambil juga sesuai permasalahan yang terjadi. Sehingga performansi jaringan tetap terjaga dalam kondisi optimal.

### 2.6.3. Faktor- faktor yang memengaruhi kualitas sinyal

#### 1. Kondisi Cuaca

Kondisi cuaca ini sangat berpengaruh terhadap kualitas jaringan, hal ini disebabkan karena cuaca yang buruk akan mempengaruhi sinyal *carrier* (pembawa). Kondisi cuaca yang tidak baik ini akan menjadi noise bagi sinyal *carrier*, sehingga kondisi sinyal *carrier* ini menjadi tidak bagus atau terputus-putus. Apabila sinyal *carrier* ini terputus-putus maka ketika sinyal tersebut sampai ke user maka informasi yang diterima menjadi tidak sempurna. Inilah yang sering menyebabkan suara terputus-putus saat menelpon seseorang saat kondisi cuaca tidak bagus.

#### 2. Topografi

Topografi suatu wilayah/daerah atau bangunan yang menjadi objek studi kasus dalam studi jaringan telekomunikasi juga sangat berpengaruh terhadap performa jaringan disana. Hal ini dikarenakan mungkin saja permasalahan yang terjadi pada daerah tersebut ialah sinyal pancaran ke daerah/bangunan tersebut terhalang oleh sesuatu, misalnya oleh gedung lain atau oleh sebuah gunung. Sehingga sinyal tersebut mendapat *blocking* untuk sampai ke daerah/bangunan tersebut. Hal inilah yang menyebabkan jaringan dikawasan tersebut tidak baik dan stabil.

#### 3. *Traffic User*

*Traffic user* (pengguna trafik) juga sangat berpengaruh terhadap kualitas yang diterima *user*. Apabila pengguna trafik semakin padat maka hal itu akan memberikan beban yang lebih terhadap trafik tersebut, dan apabila beban tambahan yang diterima trafik tersebut melebihi kapasitas yang bisa ia layani akan menyebabkan kinerja dari *site* tidak maksimal. Sehingga ini akan menyebabkan kualitas yang diterima pengguna (*user*) pada Kawasan tersebut menjadi tidak bagus dan stabil.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

#### 4. *Busy Hour*

Jam sibuk ini juga memiliki pengaruh terhadap kualitas jaringan yang diterima pengguna (*user*). Hal ini dikareakan saat jam sibuk ini adalah jam dimana pengguna *Mobile Station* (MS) tersibuk dan terbanyak setiap harinya. Saat jam tersibuk tersebut beban yang diterima oleh *site* adalah saat beban kinerja tertinggi setiap harinya, sehingga akan menyebabkan jaringan saat jam tersebut akan sedikit kurang baik dan stabil.

### 2.7 *Carrier Aggregation* (CA)

*Carrier aggregation* adalah sebuah teknologi terbaru yang diperkenalkan oleh 3GPP pada LTE *Realese* 10, teknologi *Carrier Aggregation* ini diharapkan dapat meningkatkan kapasitas *bandwidth* yang lebih besar daripada LTE *Realese* 8. Pada LTE *realese* 8 kapasitas *bandwidth* maksimal adalah sebesar 20 MHz, sedangkan untuk teknologi LTE-Advanced pada LTE *Realese* 10 ini memiliki kapasitas *bandwidth* maksimal yang mencapai 100 MHz (Prmono, Alvionita, and Sulisty 2020). *Carrier Aggregation* ini adalah sebuah metode/teknik penggunaan dua buah frekuensi *carrier* (pembawa) secara bersamaan dengan menggunakan frekuensi yang sama maupun berbeda dengan tujuan untuk memperbesar *bandwidth*, sehingga dengan penggunaan dua buah frekuensi *carrier* ini diharapkan dapat mencapai data *peak average* yang telah ditetapkan oleh sistem IMT-Advanced (Yusuf et al. 2018).

Sistem IMT-Advanced adalah sebuah sistem seluler terbaru yang berisikan kemampuan-kemampuan terbaru yang melebihi kemampuan dari IMT-2000. Sehingga dengan sistem terbaru ini diharapkan dapat menyediakan sebuah akses layanan ke berbagai macam layanan telekomunikasi termasuk terhadap layanan telekomunikasi tercanggih saat ini yang berbasis sebuah layanan tetap dan berbasis sebuah paket (Mitava Ghosh, Raperapat Ratasuk, Bishwarup Mondal, N Itin Mangalvedhe, Dan T Thomas 2010)(Yusuf et al. 2018).

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

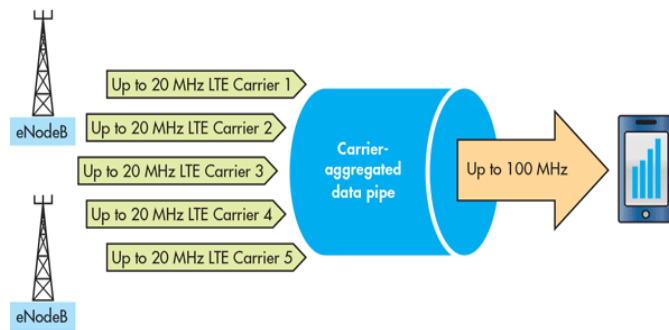
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.8. *Carrier Aggregation*

Dalam teknologi *Carrier Aggregation* (CA) ini setiap *aggregated carrier* disebut dengan komponen *carrier* (CC). jumlah maksimum penambahan CC yang dapat dilakukan ini adalah sebanyak 5 buah CC, dalam penerapannya fitur CA ini dapat dilakukan pada teknologi FDD dan TDD. Dan dalam implementasinya dalam penggunaan spektrum frekuensi yang akan digunakan, fitur ini dapat diimplementasikan dalam frekuensi yang sama maupun berbeda. Pengimplementasi ini disebut dengan *Carrier Aggregation Spectrum Scenario (CASS)*, berikut adalah beberapa fitur tersebut; (Pramono and Alvionita, LiaSulistyo 2020)(Daudov, Sygotina, and Nadrshin 2021)

2.7.1. *Intra-band contiguous carrier aggregation*

Ini adalah sebuah fitur yang menggabungkan dua buah komponen sinyal pembawa(carrier) atau lebih yang posisinya bersebelahan dan berada dalam satu band frekuensi yang sama.

2.7.2. *Intra-band non-contiguous carrier aggregation*

Fitur ini menggabungkan dua buah komponen sinyal pembawa(carrier) atau lebih yang posisinya diselingi oleh *componet* sinyal pembawa/carrier lain, namun komponen sinyal carrier ini masih berada dalam satu buah band frekuensi yang sama.

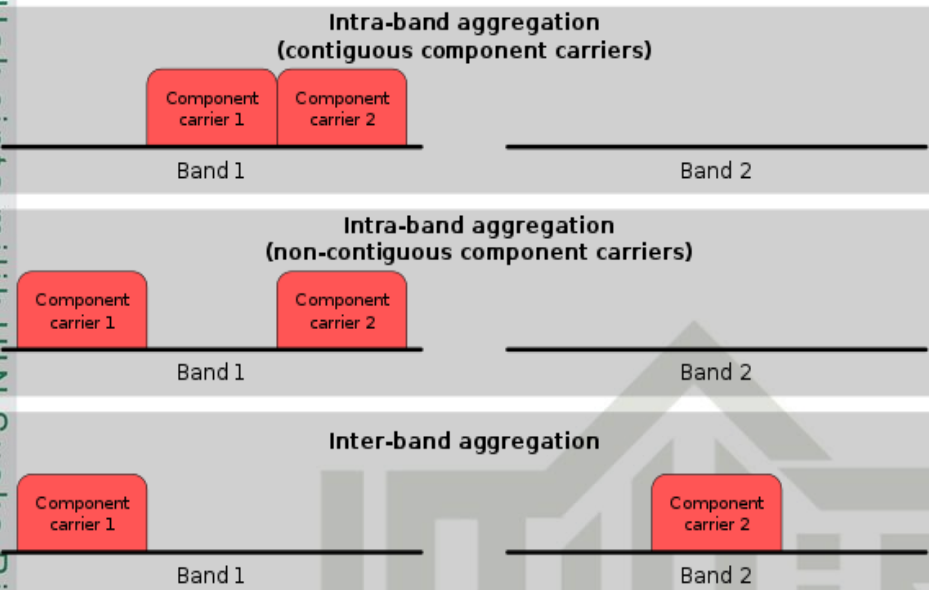
2.7.3. *Inter-band non-contiguous carrier aggregation*

Pada fitur ini dua buah komponen sinyal pembawa(carrier) atau lebih akan digabungkan tetapi kedua komponen sinyal carrier ini berada dalam frekuensi yang berbeda.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.9. Carrier Aggregation Spectrum scenario

Untuk skenario agregasi yang akan terjadi dapat kita simpulkan bahwa skenario tersebut ada 3 kemungkinan, dari ketika kemungkinan skenario ini telah memiliki standar tersendiri dalam pelaksanaannya. Tiga skenario dalam penyebaran ini dapat kita gambarkan secara sederhana dengan hanya mempertimbangkan dua komponen operator saja yaitu misalnya dengan komponen *carrier* F1 dan F2. Berikut ini adalah ketiga kemungkinan skenario dalam *carrier aggregation* atau yang lebih sering disebut dengan sebutan *carrier aggregation deployment skenario*; (Hamdah, Hafidudin, and Meylani 2015)

1. *Carrier aggregation deployment skenario 1 (CADS 1)*

Pada skenario yang pertama ini kedua komponen operator berada dalam sebuah pita frekuensi yang sama dengan respon antena yang hampir sama juga, serta dengan cakupan area yang sama juga dari kedua komponen ini. Dengan begini pada skenario ini akan terjadi tumpang tindih antara kedua komponen ini pada semua area sel, hal ini dikarenakan *carrier aggregation* dimungkinkan dalam semua area.

2. *Carrier aggregation deployment skenario 2 (CADS 2)*

Pada skenario yang kedua ini, kedua komponen operator ini memiliki cakupan yang berbeda. Yangmana cakupan komponen pembawa F2 memiliki cakupan yang lebih kecil daripada cakupan komponen pembawa F1, hal ini dikarenakan komponen F2 dan F1 berasal dari band yang terpisah secara luas. Sehingga untuk *carrier aggregation*nya



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.8.1 *Electrical tilting*

*Electrical tilt* merupakan penerapan metode *physical tuning* pada optimasi suatu jaringan dengan mengubah polarisasi parameter kelistrikan *antenna* dan juga mengubah setiap fasa kelistrikan sinyal *antenna* (Fajar and Devia 2017). Dan perlu kita perhatikan juga bahwa tidak semua *antenna* dapat di ubah nilai *electrical tilt*nya. Perubahan yang dilakukan pada *electrical tilt* ini akan berpengaruh pada *coverage area* dari *site*, apabila nilai *electrical tilt*nya semakin besar maka akan menyebabkan *coverage area* dari *site* akan semakin kecil pula.

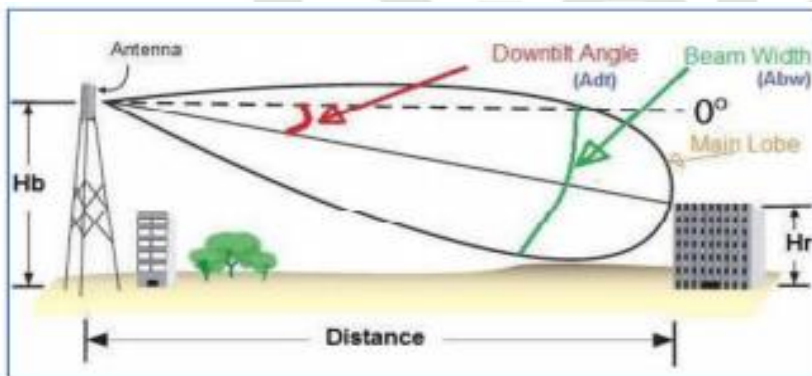
2.8.2. *Mechanical tilting*

*Mechanical tilt* merupakan penerapan metode optimasi *physical tuning* dengan mengubah tingkat kemiringan *antenna*. Dengan adanya perubahan kemiringan *antenna* ini akan menyebabkan perubahan pada *coverage main hole* akan berkurang, dan pada sisi *side hole* akan melebar (Yuliana, Basuki, and Iskandar 2019). Nilai dari *mechanical tilt* ini dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini:

$$\text{Tilt } (\alpha) = \left[ \tan \right]^{-1} \left( (H_b - H_r) / (d \text{ (m)}) \right) \quad (2.1)$$

Dimana:

- H<sub>b</sub> (m) : antenna height (Tx)
- H<sub>r</sub> (m) : Destination height (Rx)
- d (m) : Jarak antara Tx dan Rx



Hasil dari perhitungan/iterasi otomatis yang dilakukan sistem tersebut akan memberikan perubahan terhadap *tilting antenna*. Perubahan tersebut akan terjadi pada nilai *mechanical tilt* dan *electrical tilt* dari *site* tersebut. Sehingga dengan perubahan ini diharapkan kinerja *site* akan lebih maksimal dari yang sebelumnya, dan performa *site*



dalam mentransmisikan jaringan radio akses dan *coverage* jaringannya lebih optimal dari yang sebelumnya.

## 2.9 Perancangan Optimasi Jaringan

Pada perancangan optimasi jaringan ini kita membutuhkan data mengenai 2 hal berikut ini;

### a. Kondisi Geografis

Pada tahap perancangan optimasi ini kondisi geografis daerah tersebut harus kita perhatikan, hal ini dilakukan agar menghasilkan hasil optimasi yang lebih efisien. Kondisi geografis disini dapat berupa tentang bagaimana keadaan kontur tanah dan keadaan pembangunan gedung-gedung tinggi, yang mana kedua hal ini memiliki dampak yang besar terhadap performansi jaringan yang dihasilkan di wilayah tersebut.

### b. Data Kependudukan

Data kependudukan ini kita perlukan untuk lebih mengoptimalkan kinerja *site* dalam melakukan pelayanan. Pelayanan trafik yang diberikan oleh eNodeB harus lebih efisien dan optimal, apalagi ketika daerah tersebut tergolong ke daerah padat penduduk. Apabila beban trafik terlalu besar akan menyebabkan jaringan akan menjadi terhambat dan performa pelayanan yang diberikan menurun dan kurang optimal.

Setelah mendapatkan data mengenai kondisi geografis dan kependudukan, kita dapat melakukan perhitungan perancangan jaringan di kawasan tersebut. Dalam melakukan perhitungan ini kita melakukannya dari 2 segi, yaitu;

#### 2.9.1 Perhitungan berdasarkan Cakupan Area

Perhitungan berdasarkan cakupan area ini adalah sebuah metode perhitungan dalam perancangan jaringan yang bertujuan untuk mengekstimasi cakupan eNodeB. Estimasi yang dilakukan ini juga masih tetap memperhatikan kualitas sinyal yang akan diterima dan dinikmati pelanggan (Pradana and Setiaji 2016).

##### 1) Perhitungan *Link Budget*

Perhitungan link budget ini dibutuhkan untuk perhitungan estimasi kebutuhan *site* dengan metode cakupan daerah dan dengan mempertimbangkan jangkauan wilayah dari jaringan *site* agar dapat menjangkau suatu pelanggan. Dalam proses pemancaran jaringan radio akses dari eNodeB ke pelanggan tentu akan menimbulkan

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

banyak redaman yang terjadi di sepanjang lintasannya (Hamdah, Hafidudin, and Meylani 2015)(Kusumo, Sudiarta, and Ardana 2015). Redaman yang terjadi tersebut dipengaruhi oleh panjang lintasan dan frekuensi jaringan. Sehingga agar kita dapat mengetahui panjang lintasan tersebut, kita harus melakukan perhitungan terhadap link budget jaringan. Perhitungan *link budget* ini harus memperhatikan *sensitifitas receiver* gelombang yang dipancarkan tersebut. Hasil perhitungan link budget ini disebut dengan *Math Allowed Path Loss* (MAPL).

2) Perhitungan MAPL

Perhitungan Radio *Link Budget* ini digunakan untuk mendapatkan redaman maksimum sinyal atau MAPL (*Maximun Allowed Path Loss*) yang diperbolehkan terjadi antara UE dan eNodeB (Hamdah, Hafidudin, and Meylani 2015).

a. MAPL Downlink

EIRP (*Effective Radiated Power*) adalah sebuah parameter yang menentukan seberapa besar pengurangan *loss* yang terjadi dengan menjumlahkan gain diantara *power amplifier antenna* dengan jumlah keluaran daya sebenarnya yang dipancarkan transmitter (Kusumo, Sudiarta, and Ardana 2015).

Tabel 2.2. MAPL Downlink Transmitter

| <i>Transmitter</i>       |        |             |
|--------------------------|--------|-------------|
| Parameter                | Satuan | Perhitungan |
| <i>Tx Power</i> (Pt)     | dBm    | A           |
| <i>Antenna Gain</i> (Gt) | dB     | B           |
| <i>Cable Loss</i> (Lt)   | dB     | C           |
| EIRP                     | dBm    | D = A+B+C   |

Tabel 2.3. MAPL Downlink Receiver

| <i>Receiver</i>             |     |           |
|-----------------------------|-----|-----------|
| <i>UE Noise Figure</i>      | dB  | E         |
| <i>Thermal Noise</i>        | dBm | F = K*T*B |
| <i>Receiver Noise Floor</i> | dBm | G = E+F   |
| SINR                        | dB  | H         |
| <i>Receiver</i>             | dBm | I = G+H   |

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

|                         |    |               |
|-------------------------|----|---------------|
| <i>Sensitivity</i>      |    |               |
| <i>Interface Margin</i> | dB | J             |
| <i>Penetration Loss</i> | dB | K             |
| <i>Fading Margin</i>    | dB | L             |
| <i>RX Antenna Gain</i>  | dB | M             |
| <i>Body Loss</i>        | dB | N             |
| MAPL                    |    | D-I-J-K-L+M-N |

$$MAPL = EIRP - SR - L_{BV} - M_{Interference} - M_{SF} \quad (2.2)$$

Dimana:

EIRP = *Effective Isotropic Radiated Power* (dBm)

SR = *Sensitivity Receiver* (dBm)

$L_{BV}$  = *Loss Body, Vehicle, Building* (dB)

$M_{Infrce}$  = *Interference Margin* (dB)

$M_{SF}$  = *Log Normal Margin* (dB)

b. MAPL Uplink

Tabel 2.4. MAPL Uplink Transmitter

| <b>Transmitter</b>       |                 |                    |
|--------------------------|-----------------|--------------------|
| <b>Parameter</b>         | <b>Satuan</b>   | <b>Perhitungan</b> |
| <i>Tx Power</i> (Pt)     | dBm             | A                  |
| <i>Antenna Gain</i> (Gt) | dB <sub>i</sub> | B                  |
| <i>Cable Loss</i> (Lt)   | dB              | C                  |
| EIRP                     | dBm             | D = A+B+C          |

Tabel 2.5. MAPL Uplink Receiver

| <b>Receiver</b>             |     |           |
|-----------------------------|-----|-----------|
| <i>UE Noise Figure</i>      | dB  | E         |
| <i>Thermal Noise</i>        | dBm | F = K*T*B |
| <i>Receiver Noise Floor</i> | dBm | G = E+F   |
| SINR                        | dB  | H         |



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

|                             |     |               |
|-----------------------------|-----|---------------|
| <i>Receiver Sensitivity</i> | dBm | I = G+H       |
| <i>Interface Margin</i>     | dB  | J             |
| <i>Penetration Loss</i>     | dB  | K             |
| <i>Fading Margin</i>        | dB  | L             |
| <i>RX Antenna Gain</i>      | dB  | M             |
| <i>Body Loss</i>            | dB  | N             |
| MAPL                        |     | D-I-J-K-L+M-N |

3) Model *propagansi outdoor*

Model progansi ini merupakan sebuah turunan dari persamaan matematik yang untuk saat ini tidak dapat digunakan pada lingkungan radio karena banyaknya hambatan dan *noise* yang terjadi saat pentransmisian gelombang radio, sehingga akan menyebabkan terjadinya difraksi dan refleksi pada gelombang radio yang ditransmisikan tersebut. Namun dari model propagasi ini kita dapat melihat besar daya level sinyal yang ditransmisikan dan diterima oleh user (Yusuf et al. 2018).

1. Okumura-Hatta

Propagansi jenis ini pada umumnya dilakukan terhadap sebuah daerah dengan frekuensi kerja 150 MHz-1500 MHz. model ini disebut dengan model Okumura-Hatta karena pada model ini merupakan sebuah turunan *empiric* dari sebuah kurva redaman yang lintasannya dibuat oleh Okumura. Dan Hatta membuat sebuah standar untuk menghitung redaman pada lintasannya seperti pada daerah urban, sub-urban, dan *open area* (Yusuf et al. 2018)(Marhadi 2016).

Persamaan yang dibuat oleh Hatta memiliki kesamaan setiap daerahnya, perbedaanya hanya terletak pada jenis hambatan pada setiap daerah tersebut. Seperti misalnya untuk daerah urban penghalangnya adalah bangunan-bangunan besar dan tinggi, sedangkan untuk daerah sub-urban hambatannya berupa pohon dan kontur tanah yang tidak rata. Berikut adalah persamaan untuk daerah sub-urban;

$$PL (dB) = PL (urban) - 2[\log_{10} \left[ \left( \frac{fc}{28} \right) \right]]^2 \quad (2.2)$$

Dimana;

- $f_c$  = Frekuensi kerja (150 -1500 MHz)
- $H_{te}$  = Tinggi efektif *antenna* pemancar eNB (30 – 200 m)
- $H_{re}$  = tinggi efektif *antenna* penerima (1 – 10 m)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

= jarak Tx dan Rx (km)

= faktor koreksi untuk tinggi efektif antenna penerima sebagai fungsi dari luas daerah.

Sedangkan untuk persamaan menghitung redaman lintasan pada daerah urban adalah sebagai berikut;

$$PL(urban) = 69,55 + 26,16 \log_{10}(fc) - 13,82 \log_{10} hte - a(hre) + 6,55 \log_{10} hte \log_{10} d \quad (2.3)$$

2. Cost 231

Cost 231 adalah sebuah persamaan yang dibuat dengan tujuan untuk menyempurnakan atau memperluas dari model Hata. Persamaan model ini disempurnakan oleh *European Co-operative for Scientific and Technical Research* (EURO-COST). Persamaan Cost 231 ini dipakai pada rentan frekuensi kerja dari 1500 MHz sampai dengan frekuensi 2000 MHz (Marhadi 2016). berikut adalah model frekuensi Cost 231;

$$PL = 46,3 + 33,9 \log(fc) - 13,82 \log(hte) - a(hre) + (44,9 - 6,55 \log(hte)) \log(d + CM) \quad (2.4)$$

Keterangan;

- CM = 0 (suburban/medium kota) dan 3 (metropolitan)
- fc = frekuensi kerja (1500 – 2000 MHz)
- hte = 30 – 200 m
- hre = 1 – 10 m
- d = 1 – 20 Km

3. Stanford University Intern (SUI)

Model propagansi SUI ini adalah model propagansi yang direkomendasikan oleh IEEE 802.16a, model propagansi jenis SUI ini juga dapat diterapkan di Indonesia. Hal ini dikarenakan indonesia memiliki kesamaan tipe demografi dengan model ini, yaitu tipe demografi urban dan sub-urban. Model *pathloss* pada model ini digunakan pada daerah urban dan sub-urban dengan ketinggian eNodeB sekitar 10-80 meter dan dengan jarak *cell* sekitar 0,1 – 10 Km.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## 2.9.2 Perancangan berdasarkan Kapasitas

Perancangan kapasitas ini dilakukan untuk dijadikan tolak ukur untuk memperkirakan seberapa besar *user* (pelanggan) yang dapat dialyani oleh trafik, atau bisa disebut juga sebagai perhitungan beban trafik untuk kedepannya. Perancangan ini dilakukan dengan tujuan agar *site* dapat melayani beberapa user di wilayah tinjauan tersebut.

### 1. Estimasi Jumlah Pelanggan

Estimasi pelanggan ini dilakukan dengan tujuan untuk mengantisipasi jumlah pelanggan selama periode tertentu agar tidak melebihi kapasitas sel yang ada. Perhitungan ini harus dilakukan dengan memperhatikan kebutuhan user atau pelanggan kedepannya. Berikut adalah persamaan untuk perhitungan estimasi jumlah pelanggan;

$$U_n = U_0 \times [(1 + F_p)]^n \quad (2.5)$$

Dimana;

- $U_n$  = jumlah pengguna tahun ke- $n$
- $U_0$  = jumlah pengguna tahun acuan
- $F_p$  = faktor pertumbuhan
- $n$  = tahun yang diprediksi



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Alur penelitian

Penyusunan tugas akhir pada penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan. Tahapan-tahapan yang akan dilakukan ini berguna untuk mendapatkan dan mengumpulkan informasi mengenai permasalahan yang muncul di daerah penelitian, selanjutnya setelah mengumpulkan beberapa informasi diharapkan kita dapat menyelesaikan permasalahan ini. Pada penelitian ini permasalahan yang muncul berdasarkan praduga yang diambil di daerah kawasan penelitian adalah permasalahan *bad coverage area* suatu *site*. Pada penelitian ini mengambil wilayah studi kasus di daerah sub-urban, pengambilan wilayah ini didasari dengan kondisi kualitas jaringan 4G LTE tidak merata, terutama pada kawasan sub-urban ini yang mana kebanyakan daerah ini kondisi jaringannya masih tidak stabil dan tergolong *poor* (buruk).

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil wilayah studi kasus di sebuah desa yang bernama Koto Baru Payobasung. Desa ini terletak di Kota Payakumbuh, Sumatra Barat. Desa ini berada  $\pm$  15 Km dari pusat kota Payakumbuh itu sendiri, dan desa ini juga berbatasan langsung dengan wilayah Kabupaten 50 Kota. Sebelumnya kondisi jaringan yang ada diderah ini tidak stabil, hal itu didasarkan pada banyaknya protes terhadap kondisi jaringan. Untuk *site* yang mengcover wilayah ini ada sebanyak 4 *site*, dan jarak *site* terhadap wilayah ini sekitar 3 atau 4 Km. berikut ini adalah gambar plotting dari keempat *site* tersebut;

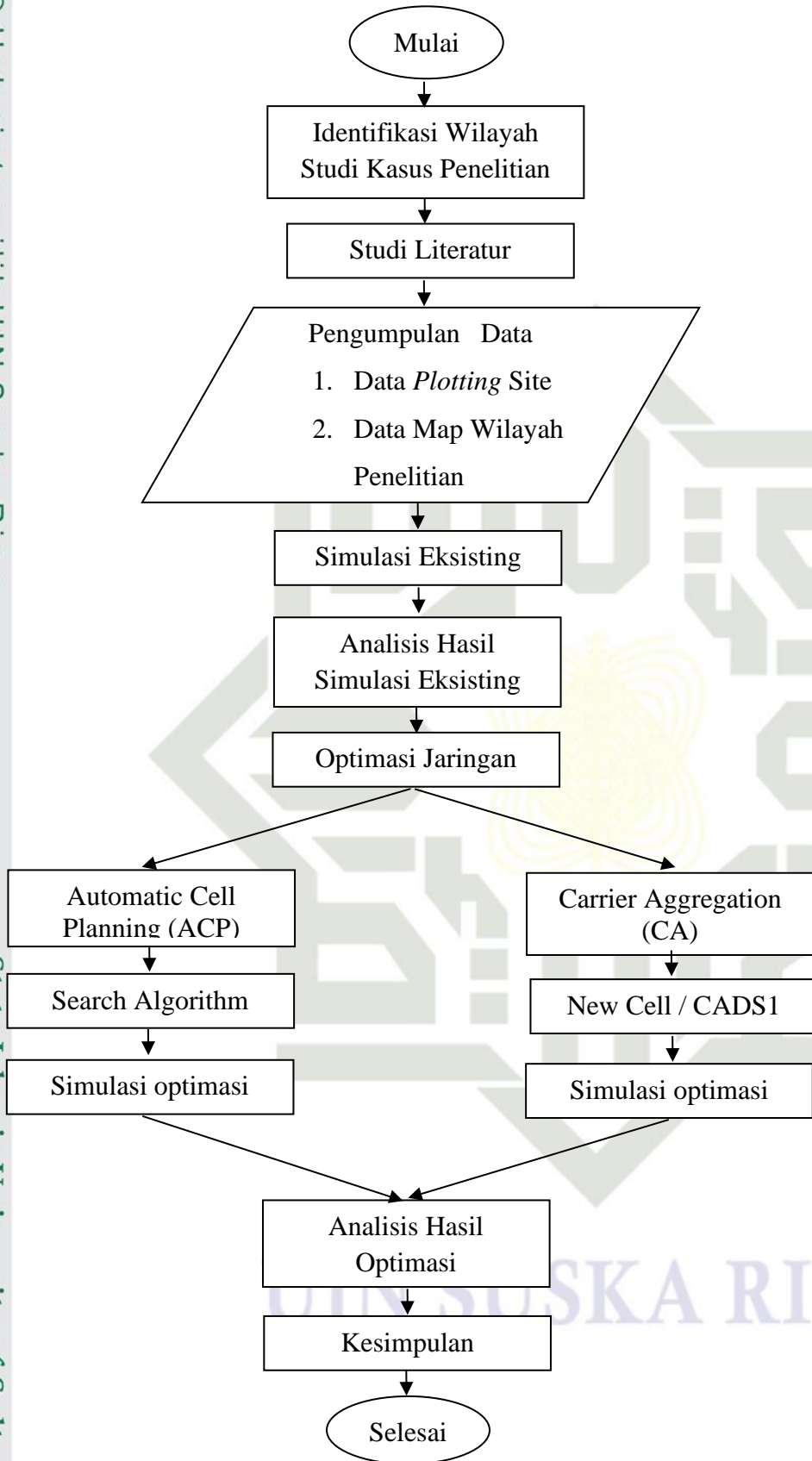
UIN SUSKA RIAU

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

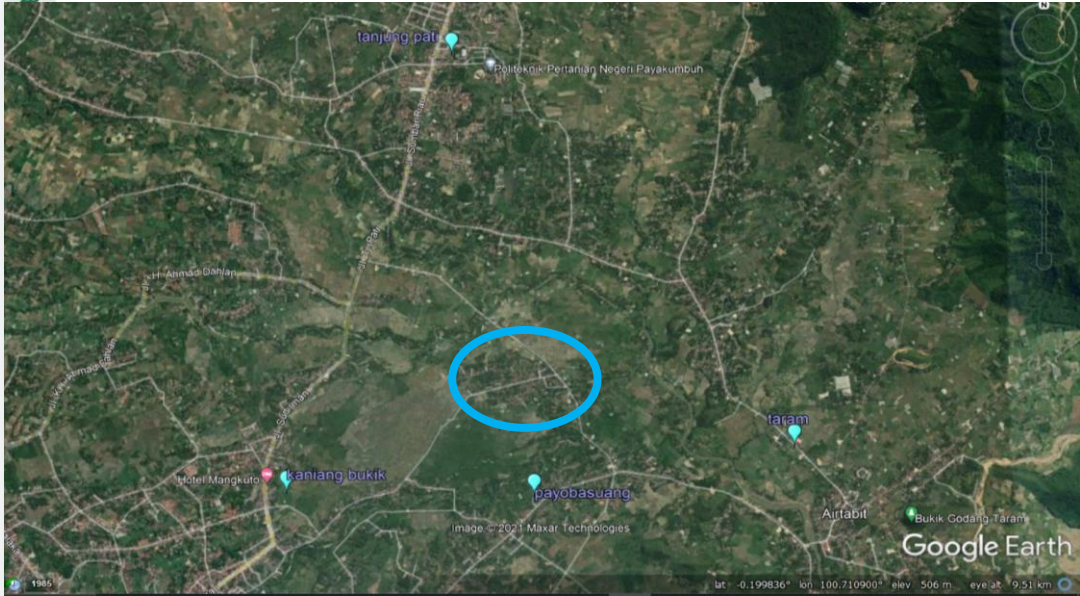
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.1. Flowchart Penelitian



### 3.2 Identifikasi Wilayah



Gambar 3.2. Wilayah Studi Kasus Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara komputerisasi dengan menggunakan software Atoll. Atoll ini digunakan untuk melakukan simulasi, baik itu simulasi eksisting maupun simulasi optimasi jaringan. Simulasi eksisting ini dilakukan untuk mendapatkan kondisi real keadaan jaringan di wilayah studi kasus penelitian. Simulasi ini dilakukan berdasarkan data kondisi eksisting komponen pemancar jaringan radio pada *site* yang telah didapat sebelumnya. Pada simulasi kondisi eksisting ini kita akan memasukkan data *azimuth antenna*, *electrical tilt antenna*, *mechanical tilt antenna*, daya pancar *antenna*, dan ketinggian *antenna* pada setiap *site* di sekeliling wilayah penelitian.

Untuk tempat penelitian pada penelitian ini dilakukan pada daerah sub-urban/wilayah pinggiran perkotaan. Pada umumnya permasalahan jaringan pada kawasan ini tidak begitu diperhatikan oleh pihak provider ataupun pihak *maintanance*. Padahal kawasan ini adalah sebuah kawasan yang cukup padat penduduk dan biasanya menjadi kawasan tempat tinggal dari para pekerja yang bekerja di daerah urban/kota.

Pada penelitian ini peneliti akan mengambil tempat studi kasus di sebuah kelurahan yang bernama Koto Baru Payobasung. Kelurahan ini terletak di kecamatan Payakumbuh Timur dengan jarak ke pusat kota sekitar  $\pm 15$  Km. Untuk kondisi jaringan di kawasan ini masih tergolong pada kategori poor (buruk).

Dari data yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik kota payakumbuh diketahui bahwa jumlah penduduk di wilayah ini adalah sebanyak 2.037 jiwa, dengan 1.039 laki-laki dan 998 perempuan. Sedangkan menurut kelompok umurnya adalah usia 0-10 tahun sebanyak

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

397 jiwa, 11-75 tahun sebanyak 1.481 jiwa, dan 75+ sebanyak 159 jiwa. Dan untuk usia pengguna *smartphone* adalah rentang 11-75 tahun, sehingga untuk wilayah ini bisa kita simpulkan bahwa pengguna *smartphone* di wilayah ini ada sekitar  $\pm 1.500$  orang.

### 3.3 Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data pada penelitian ini adalah dengan mengetahui kondisi keadaan eksisting dari setiap *site* yang ada di kawasan tempat penelitian. Data kondisi eksisting yang diperlukan dapat berupa azimuth antena, *electrical tilt* antena, *mechanical tilt* antena, daya pancar antena, dan ketinggian antena. Data ini bisa didapatkan dari perusahaan maintenance jaringan radio dari provider yang bersangkutan, karena setiap provider atau operator memiliki perusahaan *maintenance* jaringan radio yang berbeda. Dari pengamatan yang dilakukan untuk wilayah Koto Baru ini terdapat 4 *site* disekitar wilayah ini. dan daerah ini berada ditengah setiap keempat *site* tersebut. Berikut ada data yang berhasil dikumpulkan mengenai *site* tersebut;

#### 3.3.1. PAYO\_BASUNG\_4G

*Site* ini merupakan salah satu *site* yang mengcover area Koto Baru Payobasung yang terletak disebelah selatan desa ini. Sedangkan untuk jarak *site* ke daerah studi kasus penelitian adalah sekitar  $\pm 1.5$  km.

Tabel 3.1. *Plotting Site PAYOBASUNG*

| Nama Item              | Kondisi Software/Hardware |     |      |
|------------------------|---------------------------|-----|------|
| Nama <i>Site</i>       | PAYO_BASUNG_4G            |     |      |
| ID eNodeB              | 31200                     |     |      |
| Area HCPT              | Central Sumatra (CS)      |     |      |
| Kota Prioritas         | Payakumbuh                |     |      |
| Frekuensi Band         | 2100 MHz                  |     |      |
| Longitude              | 100,66826                 |     |      |
| Latitude               | -0,21054                  |     |      |
| Altitude               | 510                       |     |      |
| <i>Mechanical tilt</i> | 1                         | 2   | 3    |
|                        | 0°                        | 1°  | 3°   |
| Beam Power             | 25 dB                     |     |      |
| Ketinggian Antena      | 45 m                      |     |      |
| Azimuth antena         | 1                         | 2   | 3    |
|                        | 20°                       | 90° | 230° |

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### 3.3.2 KANING\_BUKIT\_PAYAKUMBUH\_4G

*Site* Kaniang Bukit ini merupakan *site* yang terletak disebelah barat desa Koto Baru ini. *Site* ini merupakan *site* yang merupakan *site* yang memiliki daerah cakupan lebih luas dibandingkan dengan *site* yang lainnya. Sedangkan untuk jaraknya *site* ini merupakan *site* yang memiliki jarak terjauh dari desa studi kasus penelitian ini, dengan perkiraan jarak sekitar  $\pm 4$  KM.

Tabel 3.2. *Plotting Site* KANINGBUKIT

| Nama Item              | Kondisi Software/Hardware  |      |      |
|------------------------|----------------------------|------|------|
| Nama <i>Site</i>       | KANING_BUKIT_PAYAKUMBUH_4G |      |      |
| ID eNodeB              | 30191                      |      |      |
| Area HCPT              | Central Sumatra (CS)       |      |      |
| Kota Prioritas         | Payakumbuh                 |      |      |
| Frekuensi Band         | 1800 MHz                   |      |      |
| Longitude              | 100,6460812                |      |      |
| Latitude               | -0,2102531                 |      |      |
| Altitude               | 510                        |      |      |
| <i>Mechanical tilt</i> | 1                          | 2    | 3    |
|                        | 3°                         | 0°   | 2°   |
| Beam Power             | 45 dB                      |      |      |
| Ketinggian Antena      | 41 m                       |      |      |
| Azimuth antena         | 1                          | 2    | 3    |
|                        | 20°                        | 205° | 305° |

### 3.3.3 TANJUNG\_PATI\_4G

*Site* ini terletak di arah timur laut wilayah studi kasus penelitian dengan jarak antar *site* dengan wilayah studi kasus  $\pm 3$  km.

Tabel 3.3. *Plotting Site* Tanjungpati

| Nama Item              | Kondisi Software/Hardware |    |    |
|------------------------|---------------------------|----|----|
| Nama <i>Site</i>       | TANJUNG_PATI_4G           |    |    |
| ID eNodeB              | 32095                     |    |    |
| Area HCPT              | Central Sumatra (CS)      |    |    |
| Kota Prioritas         | Payakumbuh                |    |    |
| Frekuensi Band         | 2100 MHz                  |    |    |
| Longitude              | 100,66067                 |    |    |
| Latitude               | -0,1670556                |    |    |
| Altitude               | 510                       |    |    |
| <i>Mechanical tilt</i> | 1                         | 2  | 3  |
|                        | 2°                        | 2° | 2° |

|                   |       |      |      |
|-------------------|-------|------|------|
| Beam Power        | 25 dB |      |      |
| Ketinggian Antena | 35 m  |      |      |
| Azimuth antena    | 1     | 2    | 3    |
|                   | 10°   | 130° | 280° |

3.3.4 TARAM\_4G

Site ini terletak di arah timur wilayah studi kasus penelitian dengan jarak antara site dengan wilayah studi kasus sekitar ± 2.5 km.

Tabel 3.4. Plotting Site Taram

| Nama Item         | Kondisi Software/Hardware |      |      |
|-------------------|---------------------------|------|------|
| Nama Site         | TARAM_4G                  |      |      |
| ID eNodeB         | 32055                     |      |      |
| Area HCPT         | Central Sumatra (CS)      |      |      |
| Kota Prioritas    | Payakumbuh                |      |      |
| Frekuensi Band    | 2100 MHz                  |      |      |
| Longitude         | 100,69157                 |      |      |
| Latitude          | -0,20573                  |      |      |
| Altitude          | 510                       |      |      |
| Mechanical tilt   | 1                         | 2    | 3    |
|                   | 2°                        | 2°   | 2°   |
| Beam Power        | 25 dB                     |      |      |
| Ketinggian Antena | 48 m                      |      |      |
| Azimuth antena    | 1                         | 2    | 3    |
|                   | 90°                       | 160° | 310° |

Selain data eksisting site yang telah kita dapatkan seperti tabel di atas, data lainnya yang kita kumpulkan adalah data mengenai data kependudukan didaerah kawasan penelitian. Data kependudukan yang sangat diperlukan adalah data mengenai jumlah penduduk, dan data mengenai usia penduduk yang sudah menggunakan *Smartphone*. Data ini nantinya akan digunakan sebagai perhitungan beban trafik yang akan terjadi kedepannya. Sehingga dengan melakukan ini kita dapat mengantisipasi lonjakan pelanggan yang akan berdampak pada performa jaringan.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

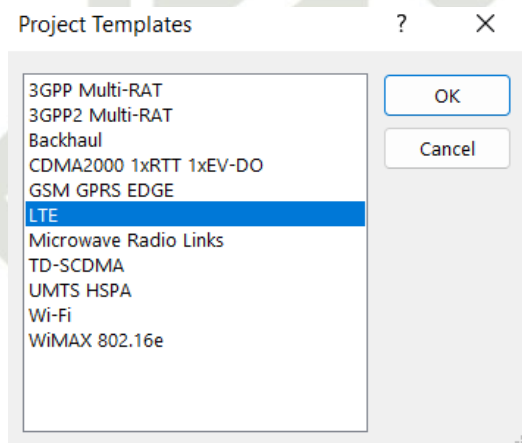


**3.4 Simulasi eksisting**

Simulasi eksisting ini adalah simulasi yang dilakukan untuk mengetahui kondisi jaringan. Dengan melakukan simulasi ini kita dapat mengetahui kondisi jaringan di wilayah penelitian, selain itu kita juga dapat mengetahui jarak jangkauan dari setiap *site* yang berada disekitar wilayah penelitian. dengan melihat hasil simulasi ini kita akan dapat menyimpulkan bagaimana performansi setiap *site*.

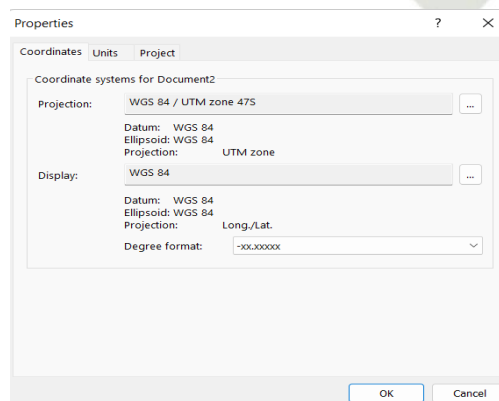
Pada proses simulasi eksisting ini seluruh data *site* yang telah didapatkan akan diinputkan ke dalam *software* simulasi. Adapun langkah-langkah simulasinya adalah sebagai berikut;

1. Pertama yaitu; buka aplikasi/*software* Atoll 3.3.
2. Setelah aplikasi terbuka, selanjutnya pilih klik tools menu, pilih *new > from a document templete*, dan untuk *project templates* pilih LTE.



Gambar 3.3. *Project templates*

3. Selanjutnya klik *tools document*, dan pilih propertis. Pada propertis ini kita akan mengubah dulu settingan sistem menjadi sistem koordinat. Dan titik koordinat dipilih sesuai dengan titik koordinat wilayah studi kasus.



Gambar 3.4. *Properties tools*

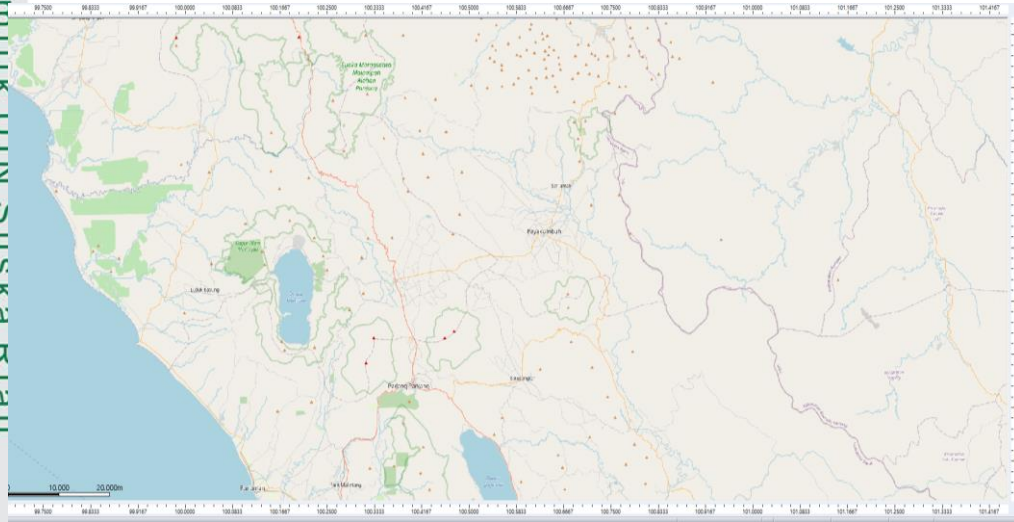
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

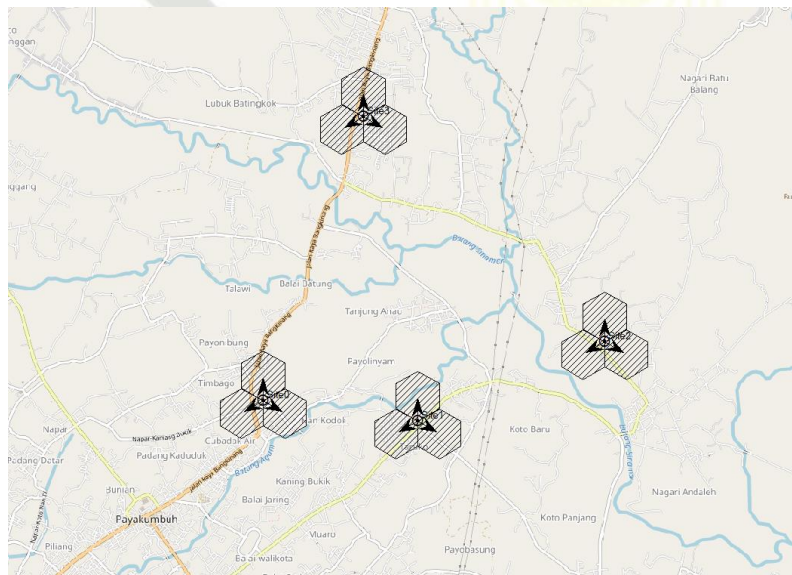
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4. Setelah berhasil merubah settingan ke setting koordinat, maka selanjutnya akan dilakukan import peta topografi wilayah.
5. Setelah berhasil mengimport peta topografi wilayah, selanjutnya tampilkan online map peta tersebut dalam bentuk *open street* mapnya.



Gambar 3.5. Tampilan *Online Open Street Map*

6. Selanjutnya tambahkan *transmitter (site)*. Karena dalam penelitian ini menggunakan 4 *site*, maka masukkan 4 *site* kedalam simulasi.



Gambar 3.6. *Input site*

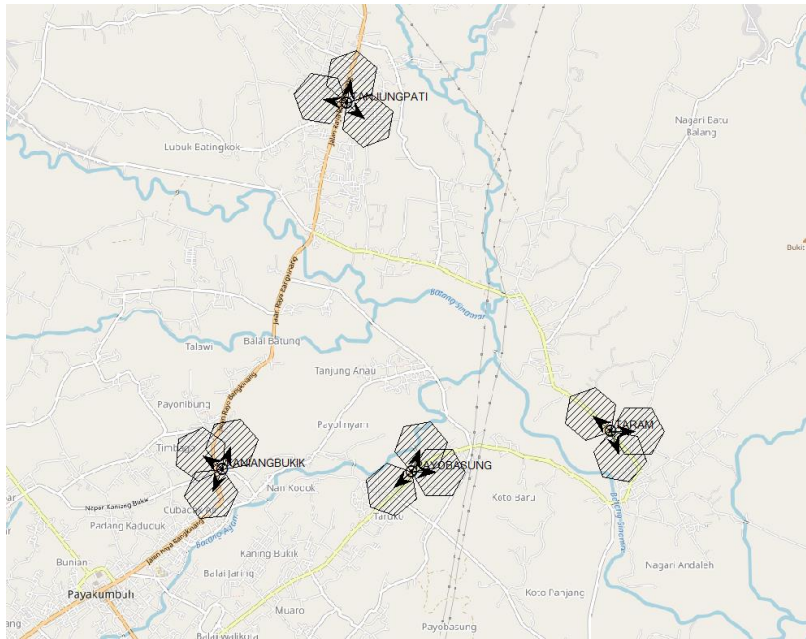
7. Selanjutnya ubah nama *site* dan masukkan data *longitude* dan *latitude* agar posisi *site* sesuai dengan koordinatnya.
8. Selanjutnya masuk ke menu *network explorer* dan pilih menu *site*. Disana akan ditampilkan keempat *site* yang telah ditambahkan sebelumnya. langkah selanjutnya



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

alah dengan mensetting setiap *site/transmitter* sesuai dengan data yang telah didapatkan sebelumnya.



Gambar 3.7. *Site* setelah sesuai data *plotting*

9. Setelah selesai menginput dan mensetting setiap transmitter maka simulasi dapat dijalankan. Dan hasil simulasi ini dapat kita *export* ke Google Earth.

### 3.5 Analisis Hasil Eksisting

Analisis data yang dilakukan adalah analisis terhadap hasil simulasi kondisi eksisting setiap *site* yang ada. Setelah kita melakukan simulasi kondisi eksisting maka kita akan dapat melihat performa setiap *site*. Dari performa *site* tersebut kita dapat menyimpulkan permasalahan yang terjadi pada daerah penelitian yang akan dilakukan ini. Sehingga dengan begitu kita dapat menarik kesimpulan sendiri mengenai permasalahan yang ada pada daerah penelitian ini sama dengan praduga kita sebelumnya atau berbeda. Sehingga dengan analisis yang kita lakukan ini kita dapat menggunakan metode yang tepat untuk mengatasi permasalahan yang ada.

Dari simulasi eksisting yang dilakukan didapatkan kondisi jaringan di wilayah Koto Baru seperti gambar dibawah ini;



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**



Gambar 3.8. Hasil simulasi *eksisting*

Dari gambar 3.8 diatas dapat kita lihat bahwa kondisi jaringan di Koto Baru berada pada level warna biru dan hijau. Kondisi jaringan ini menunjukkan kondisi jaringan berdasarkan parameter RSRP, SINR, dan Throughput jaringan. Sedangkan untuk penjelasan warnanya untuk wilayah dengan warna biru, memiliki nilai RSRP = -110 dBm, SINR= -2 dB, dan Throughput= 128 kbps. Untuk wilayah berwarna hijau memiliki nilai RSRP = -100 dBm, SINR = 2 dB, dan Throughput = 268 kbps.

Dan dari kondisi jaringan ini membuktikan bahwa kondisi jaringan di wilayah ini berada pada kondisi normal dan buruk. Jadi dengan kondisi jaringan seperti itu maka sering terjadi jaringan yang hilang timbul diwilayah ini. Sehingga dengan kondisi seperti itu wajar saja banyak keluhan yang datang dari para pengguna dikawasan ini.

### 3.6 Optimasi Jaringan

#### 3.6.1 ACP (*Automatic Cell Planning*)

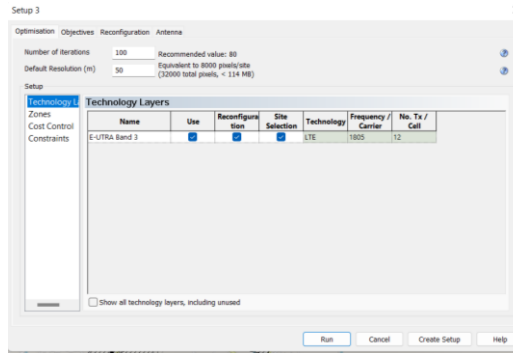
Rancangan sistem untuk simulasi metode ACP ini adalah dengan menerapkan jumlah iterasi yang akan dilakukan otomatis oleh sistem. Pelaksanaan iterasi ini bernaksud untuk mencari algoritma (*search algorithm*) terbaik dari *site* tersebut. Sistem secara otomatis akan mengambil hasil terbaik dari hasil keseluruhan iterasi yang dilakukan tersebut. pengaturan jumlah iterasi yang kita inginkan tersebut dapat kita atur dalam tools sistem attol seperti gambar dibawah ini;

1. Pada halaman utama *software* Atoll. Klik kanan *tools Automatic Cell Planning* (ACP) pada bagian kiri. Pilih menu “*new*”

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

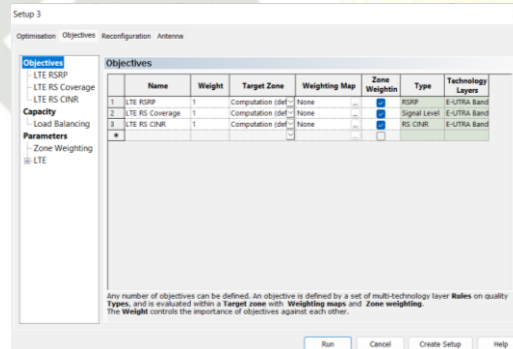
2. Selanjutnya akan tampil kotak dialog seperti gambar dibawah ini;



Gambar 3.9. *Setting jumlah iterasi*

Pada gambar kita dapat mengatur bagian *Number Of Iteration*. Jumlah ini akan mempengaruhi kemungkinan kombinasi yang akan terjadi. Karena semakin banyak perhitungan maka kombinasi parameter akan semakin banyak, dan hasilnya akan semakin membaik juga.

3. Selanjutnya, pilih *tools objective* dari tampilan tabel dialog seperti dibawah ini;



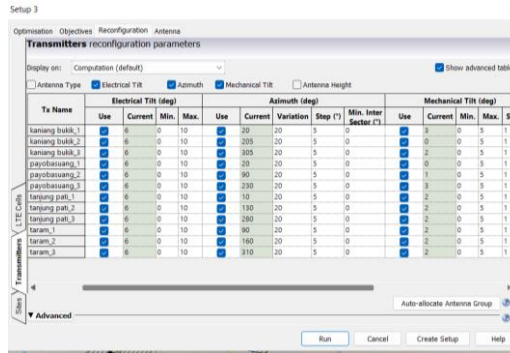
Gambar 3.10. *Setting Objective Optimization*

Seperti yang terlihat dari gambar, pada langkah ini kita dapat melakukan pengaturan tentang peningkatan apa yang kita inginkan. Pada bagian ini karena saya fokus kepada coverage maka saya pilih; LTE RSRP, LTE Coverage, dan LTE RS CINR.

4. Pada bagian selanjutnya kita akan memilih rekonfigurasi apa saja yang kita inginkan dari penerapan skema optimasi ini, adapun pilihannya dapat dilihat dari gambar dibawah ini;

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

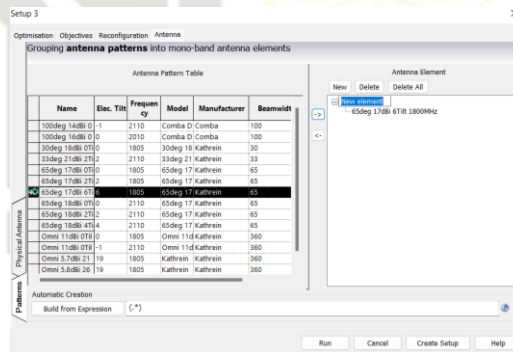
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.11. Parameter reconfiguration

Pada gambar diatas terlihat ada pilihan *Antenna type*, *Electrical Tilt*, *Mechanical tilt*, *Azimuth*, dan *Antenna Height*. Jadi pada skema yang akan saya lakukan ini saya memilih 3 pilihan dari 5 pilihan yang ada. Saya memilih untuk mencari kombinasi terbaik untuk kondisi nilai *Electrical Tilt*, *Mechanical Tilt*, dan *Azimuth*. Dengan pengaturan 100 kali iterasi yang diatur di langkah sebelumnya, maka saya berharap kombinasi terbaik dari 100 iterasi tersebut.

5. Langkah selanjutnya yaitu memilih settingan antena, pada pengaturan ini saya menerapkan antena yang sesuai dengan antena yang digunakan sebelumnya. adapun kotak dialog untuk pengaturan di langkah 5 ini adalah sebagai berikut;



Gambar 3.12. Antenna Settings

6. Langkah terakhir pada penerapan skema optimasi ACP ini ialah dengan menekan tombol run yang ada dibagian bawah kotak dialog. Setelah menekan tombol ini perhitungan/iterasi akan segera dilakukan oleh sistem secara otomatis.

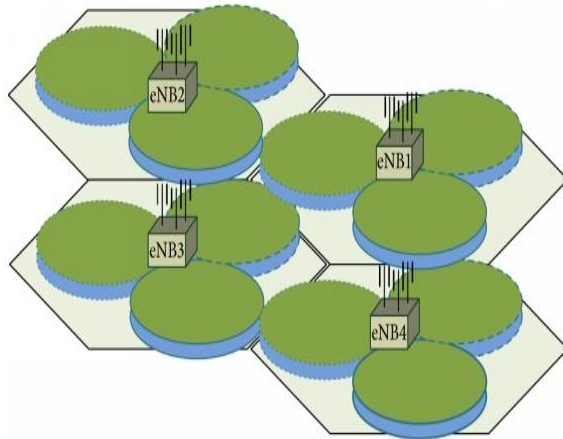
### 3.6.2 Carrier Aggregation (CA)

Pada penerapan metode CA ini, peneliti akan menggunakan salah satu skenario penerapan CA yang telah disebutkan pada bab sebelumnya, yaitu dengan skenario pertama (CA-S1). Jadi pada skenario ini akan ditambahkan sebuah komponen sinyal carrier baru,



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

yang mana frekuensi kerja dari frekuensi baru ini melupakan kelanjutan dari frekuensi sel sebelum menerapkan metode CA ini. Penambahan sel baru diharapkan dapat mengurangi beban trafik yang mungkin sudah melebihi batas kapasitas eNodeB. Penambahan sel ini juga menggunakan bandwidth frekuensi yang sama dengan frekuensi sebelumnya. Sehingga setelah penerapan metode ini setiap transmiiter eNodeB yang ada akan memiliki 2 buah sel, yang masing-masingnya memiliki bandwidth 20 MHz untuk PCC dan 20 MHz untuk SCC dengan total bandwidth 40 MHz untuk setiap transmitter. Untuk kemungkinan carrier aggregationnya dapat kita lihat pada gambar dibawah ini;



Gambar 3.13. Skema CADS1

Seperti yang terlihat dari gambar 3.13, untuk hasil penerapan skema *Carrier Aggregation* (CA) dengan skenario 1 ini akan dihasilkan 2 buah sel yang akan melayani pelanggan/user. Dan untuk lebih jelasnya penampilan setiap sel setelah penerapan skema CADS1 ini ialah sebagai berikut;

| PAYOBASUNG_2 Properties             |                                     |                                     |                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| General                             | Transmitter                         | Cells                               | Propagation Display |
| Name                                |                                     | 1                                   | 2                   |
| ID                                  | PAYOBASUNG_2(0)                     | PAYOBASUNG_2(1)                     |                     |
| Active                              | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |                     |
| Order                               |                                     | 1                                   | 2                   |
| Layer                               | Macro Layer                         | Macro Layer                         |                     |
| Cell Type                           | LTE                                 | LTE                                 |                     |
| Frequency Band                      | E-UTRA Band 3 - 20MHz               | E-UTRA Band 3 - 20MHz               |                     |
| Channel Number                      | 1300                                | 1500                                |                     |
| Channel Allocation Status           | Allocated                           | Allocated                           |                     |
| Physical Cell ID Domain             |                                     |                                     |                     |
| Physical Cell ID                    | 0                                   | 12                                  |                     |
| PSS ID                              | 0                                   | 0                                   |                     |
| SSS ID                              | 3                                   | 4                                   |                     |
| PSS ID status                       | Allocated                           | Allocated                           |                     |
| SSS ID status                       | Allocated                           | Allocated                           |                     |
| Reuse distance (m)                  |                                     |                                     |                     |
| Max Power (dBm)                     | 25                                  | 43                                  |                     |
| RS EPRE per antenna port (dBm)      | -5,3                                | 12,7                                |                     |
| SS EPRE Offset / RS (dB)            | 0                                   | 0                                   |                     |
| PBCH EPRE Offset / RS (dB)          | 0                                   | 0                                   |                     |
| PDCCCH EPRE Offset / RS (dB)        | 0                                   | 0                                   |                     |
| PDSCH EPRE Offset / RS (dB)         | 0                                   | 0                                   |                     |
| Min RSRP (dBm)                      | -140                                | -140                                |                     |
| Cell Selection Threshold (dB)       | 0                                   | 0                                   |                     |
| Cell Individual Offset (dB)         | 0                                   | 0                                   |                     |
| Handover Margin (dB)                | 0                                   | 0                                   |                     |
| ICIC Delta Path Loss Threshold (dB) | 0                                   | 0                                   |                     |
| Fractional Power Control Factor     | 1                                   | 1                                   |                     |
| Max Noise Rise (UL) (dB)            | 6                                   | 6                                   |                     |
| Max PUSCH C <sub>(1+N)</sub> (dB)   | 20                                  | 20                                  |                     |
| Interference Coordination Support   |                                     |                                     |                     |
| Frame configuration                 | 0 - DSUUU-DSUUU                     | 0 - DSUUU-DSUUU                     |                     |
| TDD subframe configuration          | Almost Blank Subframe (ABS) Pattern | Almost Blank Subframe (ABS) Pattern |                     |
| Reception Equipment                 | Default Cell Equipment              | Default Cell Equipment              |                     |
| Scheduler                           | Proportional Fair                   | Proportional Fair                   |                     |

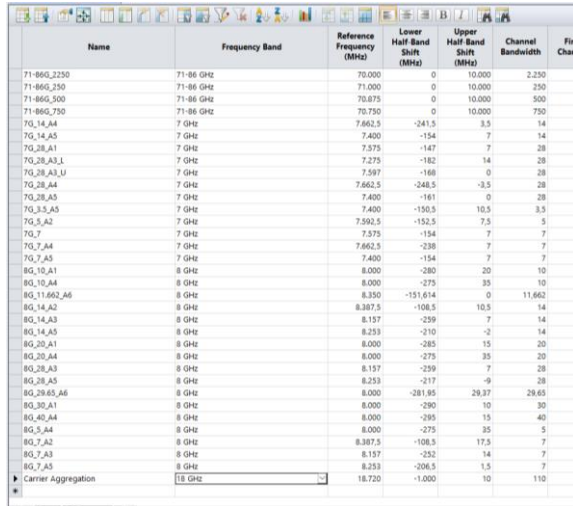
Gambar 3.14. Penambahan *new cell*

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Untuk sel kedua dari gambar 3.9 tersebut merupakan sel baru yang ditambahkan. Frekuensi kerja dari sel ini merupakan kelanjutan frekuensi sebelumnya. Adapun untuk spesifikasi subband baru ini dapat dilihat dari gambar dibawah ini;



| Name                | Frequency Band | Reference Frequency (MHz) | Lower Half Band Shift (MHz) | Upper Half Band Shift (MHz) | Channel Bandwidth | First Chanr |
|---------------------|----------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------|-------------|
| 71-860,2350         | 71-86 GHz      | 70.000                    | 0                           | 10.000                      | 2.350             |             |
| 71-860,230          | 71-86 GHz      | 71.000                    | 0                           | 10.000                      | 230               |             |
| 71-860,300          | 71-86 GHz      | 70.875                    | 0                           | 10.000                      | 300               |             |
| 71-860,750          | 71-86 GHz      | 70.750                    | 0                           | 10.000                      | 750               |             |
| 70,14_A4            | 7 GHz          | 7.662,5                   | -241,5                      | 3,5                         | 14                |             |
| 70,14_A5            | 7 GHz          | 7.400                     | -154                        | 7                           | 14                |             |
| 70,28_A1            | 7 GHz          | 7.575                     | -147                        | 7                           | 28                |             |
| 70,28_A3,1          | 7 GHz          | 7.275                     | -182                        | 14                          | 28                |             |
| 70,28_A3,1,1        | 7 GHz          | 7.597                     | -168                        | 0                           | 28                |             |
| 70,28_A4            | 7 GHz          | 7.662,5                   | -248,5                      | -3,5                        | 28                |             |
| 70,28_A5            | 7 GHz          | 7.400                     | -181                        | 0                           | 28                |             |
| 70,3,5_A5           | 7 GHz          | 7.400                     | -150,5                      | 10,5                        | 3,5               |             |
| 70,5_A2             | 7 GHz          | 7.592,5                   | -152,5                      | 7,5                         | 5                 |             |
| 70,7                | 7 GHz          | 7.575                     | -154                        | 7                           | 7                 |             |
| 70,7_A4             | 7 GHz          | 7.662,5                   | -238                        | 7                           | 7                 |             |
| 70,7_A5             | 7 GHz          | 7.400                     | -154                        | 7                           | 7                 |             |
| 80,10_A1            | 8 GHz          | 8.000                     | -280                        | 20                          | 10                |             |
| 80,10_A4            | 8 GHz          | 8.000                     | -275                        | 35                          | 10                |             |
| 80,11,602_A6        | 8 GHz          | 8.350                     | -151,614                    | 0                           | 11,602            |             |
| 80,14_A2            | 8 GHz          | 8.387,5                   | -108,5                      | 10,5                        | 14                |             |
| 80,14_A3            | 8 GHz          | 8.197                     | -259                        | 7                           | 14                |             |
| 80,14_A5            | 8 GHz          | 8.253                     | -210                        | -2                          | 14                |             |
| 80,20_A1            | 8 GHz          | 8.000                     | -285                        | 15                          | 20                |             |
| 80,20_A4            | 8 GHz          | 8.000                     | -275                        | 35                          | 20                |             |
| 80,28_A3            | 8 GHz          | 8.197                     | -259                        | 7                           | 28                |             |
| 80,28_A5            | 8 GHz          | 8.253                     | -217                        | -9                          | 28                |             |
| 80,28,65_A6         | 8 GHz          | 8.000                     | -281,85                     | 28,37                       | 28,65             |             |
| 80,30_A1            | 8 GHz          | 8.000                     | -290                        | 10                          | 30                |             |
| 80,40_A4            | 8 GHz          | 8.000                     | -280                        | 15                          | 40                |             |
| 80,5_A4             | 8 GHz          | 8.000                     | -275                        | 35                          | 5                 |             |
| 80,7_A2             | 8 GHz          | 8.387,5                   | -108,5                      | 17,5                        | 7                 |             |
| 80,7_A3             | 8 GHz          | 8.197                     | -252                        | 14                          | 7                 |             |
| 80,7_A5             | 8 GHz          | 8.253                     | -208,5                      | 1,5                         | 7                 |             |
| Carrier Aggregation | 18 GHz         | 18.720                    | -1.000                      | 10                          | 110               |             |

Gambar 3.15. Create new subband

Namun saat penerapan skema CADS1 ini, kita juga harus memperhitungkan optimasi jaringan ini dari segi jangkauan (*coverage*) dan dari segi kapasitas (*capacity*). Adapun perhitungannya ialah sebagai berikut;

**1. Coverage Planning**

Perancangan jaringan berdasarkan coverage planning ini adalah sebuah perancangan yang dilakukan untuk mengoptimasi jumlah *site* yang dibutuhkan disuatu wilayah agar dapat menyediakan layanan yang baik pada daerah tinjauan. *Radio Link Budget* dan Model Propagansi adalah dua hal yang sangat berpengaruh dan diperhatikan pada *coverage planning*.

Tabel 3.5. Formula Link Budget dab MAPL

| MAPL & Link budget calculation |          |         |          |        |          |
|--------------------------------|----------|---------|----------|--------|----------|
| Morphologi                     | Suburban |         | Suburban |        | Formula  |
|                                | UL       | DL      | UL       | DL     |          |
| Frekuensi                      | 1800 MHz |         |          |        |          |
| Transmitter                    | UE       | eNode B | UE       | ENodeB |          |
| Max Total Tx Power (dBm)       |          | 43      |          | 43     | A        |
| RB to distribute power         | 3        | 100     | 3        | 100    | C        |
| Subcarriers to                 | 36       | 1200    | 36       | 1200   | D = 12*C |

©

|  |           |                |           |               |  |
|--|-----------|----------------|-----------|---------------|--|
| distribute power                           |           |                |           |               |  |
| Subcarriers power (dBm)                    |           | 12,21          |           | 12,21         | $E = A - 10 \cdot \log(D)$               |
| Tx antena gain (dBi)                       | 0         | 17             | 0         | 17            | G  |
| Tx cable loss (dB)                         | 0         | 0,5            | 0         | 0,5           | H  |
| EIRP (dBm)                                 |           | 28,71          |           | 28,71         | $J = E + G - H$                          |
| <b>Receiver</b>                            | <b>UE</b> | <b>eNode B</b> | <b>UE</b> | <b>ENodeB</b> |  |
| SINR (dB)                                  | -1        | -1             | -1        | -1            | K  |
| Rx noise figure (dB)                       | 2         | 3              | 2         | 3             | L  |
| Receiver sensitifity (dBm)                 | -131,24   | -              | -         | -             | $M = K + L - 174 + 10 \cdot \log(15000)$ |
| Rx antena gain (dBi)                       | 17        | 0              | 17        | 0             | N  |
| Rx body loss (dB)                          | 2         | 2              | 2         | 2             | P  |
| Interface margin                           | 2         | 3.13           | 2         | 3.13          | Q  |
| Min signal reception strength (dBm)        | -127,24   | -              | -         | -             | $R = M + P + Q$                          |
| <b>Pathloss &amp; shadow fading margin</b> |           |                |           |               |  |
| Penetration loss (dB)                      | 10        | 10             | 11        | 11            | S  |
| Shadow fading margin (dB)                  | 4         | 4              | 5         | 5             | T  |
| MAPL (dB)                                  |           |                |           | 137,82        | $U = J + N - R - S - T$                  |

Adapun untuk perhitungan untuk link budget calculationnya sebagai berikut:

a) Kaning bukit

1. Propagation Loss

$$PL = 46,3 + 33,9 \log(fc) - 13,82 \log(hre) - a(hre) + (44,9 - 6,55 \log \left[ \frac{(hre)}{d} \right] \log \left[ \frac{d}{M} \right])$$

$$= 46,3 + 33,9 \log(1800) - 13,82 \log(41) - a(hre) + (44,9 - 6,55 \log(41)) \log 2,5 + 0$$

$$\text{Dimana; } a(hre) = (1,1 \log f - 0,7)Hr - (1,5 \log f - 0,8)$$

$$= (1,1 \log 1800 - 0,7)1,5 - (1,5 \log 1800 - 0,8)$$

$$= 4,321 - 4,278$$

$$= 0,043$$

$$= 46,3 + 110,39 - 22,29 - 0,043 + (44,9 - 10,56)0,4$$

$$= 46,3 + 110,39 - 22,29 - 0,043 - 13,74$$

$$= 120,58$$

2. MAPL

$$MAPL = EIRP + SR - L_{BV} - M_{Interference} - M_{SF}$$

$$\text{Dimana } EIRP = E + G - H$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\begin{aligned}
 &= (A-10*\log(12*C)) + 17 - 0,5 \\
 &= (43-10*\log(12*1200)) + 17 - 0,5 \\
 &= (43-30,79) + 17 - 0,5 \\
 &= 12,21 + 17 - 0,5 \\
 &= 28,71
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Min signal recv} &= M + P + Q \\
 &= (K+L-174+10\log(15000)) + 2 + 3,13 \\
 &= (-1+3-174+10*4.17) + 2 + 3,13 \\
 &= -130,3 + 2 + 3,13 \\
 &= -125,17
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{MAPL} &= 28,71 + 0 - (-125,17) - 5 \\
 &= 28,71 + 125,17 - 5 \\
 &= 148,88
 \end{aligned}$$

b) Payobasung

1. Propagation Loss

$$\begin{aligned}
 PL &= 46,3 + 33,9 \log(fc) - 13,82 \log(hre) - a(hre) + (44,9 - 6,55 \log \left[ \frac{d}{(hre)} \right] \log \left[ \frac{d}{(hre)} \right] \\
 &\quad + CM] ] \\
 &= 46,3 + 33,9 \log(1800) - 13,82 \log(45) - a(hre) + (44,9 - 6,55 \log(45)) \log 1.5 + 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Dimana; } a(hre) &= (1,1 \log f - 0,7)Hr - (1,5 \log f - 0,8) \\
 &= (1,1 \log 1800 - 0,7)1,5 - (1,5 \log 1800 - 0,8) \\
 &= 4,321 - 4,278 \\
 &= 0,043 \\
 &= 46,3 + 110,39 - 22,85 - 0,043 + (44,9 - 10,83)0,17 \\
 &= 46,3 + 110,39 - 22,85 - 0,043 - 5,8 \\
 &= 127,99
 \end{aligned}$$

2. MAPL

$$\text{MAPL} = \text{EIRP} + \text{SR} - L_{BV} - M_{Interference} - M_{SF}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Dimana EIRP} &= E + G - H \\
 &= (A-10*\log(12*C)) + 17 - 0,5 \\
 &= (43-10*\log(12*1200)) + 17 - 0,5 \\
 &= (43-30,79) + 17 - 0,5 \\
 &= 12,21 + 17 - 0,5 \\
 &= 28,71
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Min signal recv} &= M + P + Q \\
 &= (K+L-174+10\log(15000)) + 2 + 3,13 \\
 &= (-1+3-174+10*4.17) + 2 + 3,13
 \end{aligned}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$= -130,3 + 2 + 3,13$$

$$= -125,17$$

$$MAPL = 28,71 + 0 - (-125,17) - 5$$

$$= 28,71 + 125,17 - 5$$

$$= 148,88$$

c) Taram

1. Propagation Loss

$$PL = 46,3 + 33,9 \log(fc) - 13,82 \log(hre) - a(hre) + (44,9 - 6,55 \log((hre)) \log(d) + CM) ] ]$$

$$= 46,3 + 33,9 \log(1800) - 13,82 \log(48) - a(hre) + (44,9 - 6,55 \log(48)) \log 3 + 0$$

$$\text{Dimana; } a(hre) = (1,1 \log f - 0,7)Hr - (1,5 \log f - 0,8)$$

$$= (1,1 \log 1800 - 0,7)1,5 - (1,5 \log 1800 - 0,8)$$

$$= 4,321 - 4,278$$

$$= 0,043$$

$$= 46,3 + 110,39 - 23,23 - 0,043 + (44,9 - 11,01)0,48$$

$$= 46,3 + 110,39 - 23,23 - 0,043 - 16,27$$

$$= 117,15$$

2. MAPL

$$MAPL = EIRP + SR - L_{BV} - M_{Interference} - M_{SF}$$

$$\text{Dimana EIRP} = E + G - H$$

$$= (A - 10 \cdot \log(12 \cdot C)) + 17 - 0,5$$

$$= (43 - 10 \cdot \log(12 \cdot 1200)) + 17 - 0,5$$

$$= (43 - 30,79) + 17 - 0,5$$

$$= 12,21 + 17 - 0,5$$

$$= 28,71$$

$$\text{Min signal recv} = M + P + Q$$

$$= (K + L - 174 + 10 \log(15000)) + 2 + 3,13$$

$$= (-1 + 3 - 174 + 10 \cdot 4,17) + 2 + 3,13$$

$$= -130,3 + 2 + 3,13$$

$$= -125,17$$

$$MAPL = 28,71 + 0 - (-125,17) - 5$$

$$= 28,71 + 125,17 - 5$$

$$= 148,88$$

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

d) Tanjung pati

1. Propagation Loss

$$PL = 46,3 + 33,9 \log(fc) - 13,82 \log(hre) - a(hre) + (44,9 - 6,55 \log(hre)) \log(d + 3,5)$$

$$= 46,3 + 33,9 \log(1800) - 13,82 \log(35) - a(hre) + (44,9 - 6,55 \log(35)) \log 3,5 + 0$$

Dimana;  $a(hre) = (1,1 \log f - 0,7)Hr - (1,5 \log f - 0,8)$

$$= (1,1 \log 1800 - 0,7)1,5 - (1,5 \log 1800 - 0,8)$$

$$= 4,321 - 4,278$$

$$= 0,043$$

$$= 46,3 + 110,39 - 21,34 - 0,043 + (44,9 - 10,11)0,54$$

$$= 46,3 + 110,39 - 21,34 - 0,043 - 18,78$$

$$= 116,53$$

2. MAPL

$$MAPL = EIRP + SR - L_{BV} - M_{Interference} - M_{SF}$$

Dimana  $EIRP = E + G - H$

$$= (A - 10 \log(12 \cdot C)) + 17 - 0,5$$

$$= (43 - 10 \log(12 \cdot 1200)) + 17 - 0,5$$

$$= (43 - 30,79) + 17 - 0,5$$

$$= 12,21 + 17 - 0,5$$

$$= 28,71$$

Min signal recv =  $M + P + Q$

$$= (K + L - 174 + 10 \log(15000)) + 2 + 3,13$$

$$= (-1 + 3 - 174 + 10 \cdot 4,17) + 2 + 3,13$$

$$= -130,3 + 2 + 3,13$$

$$= -125,17$$

$$MAPL = 28,71 + 0 - (-125,17) - 5$$

$$= 28,71 + 125,17 - 5$$

$$= 148,88$$

2. Capacity Planning

Perancangan kapasitas ini dilakukan untuk dijadikan tolak ukur untuk memperkirakan seberapa besar user (pelanggan) yang dapat dialyani oleh trafik, atau bisa disebut juga sebagai perhitungan beban trafik untuk kedepannya. Perancangan ini dilakukan dengan tujuan agar *site* dapat melayani beberapa user di wilayah tinjauan



tersebut. Perancangan ini meliputi estimasi jumlah pelanggan, kepadatan ttrafik, kapasitas sel dan perhitungan jumlah sel.

### 1. Estimasi Jumlah Pelanggan

Estimasi pelanggan ini dilakukan dengan tujuan untuk mengantisipasi jumlah pelanggan selama periode tertentu agar tidak melebihi kapasitas sel yang ada.

- a) Jumlah penduduk wilayah studi kasus = 2.037 orang
- b) Jumlah pengguna smartphone 65% = 1.324 orang
- c) Jumlah penetrasi LTE 25% = 331 orang

## 3.7 Parameter Engineer

### 3.7.1. RSRP (Reference Signal Received Power)

RSRP merupakan parameter tingkat kekuatan sinyal yang di terima user dari sebuah eNodeB terdekat dalam suatu frekuensi tertentu. Jadi dengan melihat nilai RSRP ini kita dapat mengetahui daya linier rata-rata yang diberikan kepada resource elements untuk membawa reference signal informasi dalam rentang frekuensi yang digunakan. Parameter tingkat kuat sinyal yang diterima user yang dimaksud adalah berupa kuat sinyal berdasarkan path loss yang terjadi, selain itu RSRP juga berperan penting dalam dalam proses handover dan call selection-reselection yang terjadi dalam proses komunikasi. Secara singkat dapat kita simpulkan bahwa semakin jauh user dari *site* maka nilai RSRP ini akan semakin berkurang, sehingga kualitas jaringan yang diterima oleh user juga semakin kurang baik.

Persamaan untuk menghitung nilai RSRP adalah sebagai berikut:

$$RSRP = RSSI(\text{dbm}) - 10 \times \log(12 \times N)$$

Tabel 3.6. Range RSRP

| Nilai                             | Keterangan | Warna  |
|-----------------------------------|------------|--------|
| $\geq -71$ dBm                    | Very good  | Red    |
| $< -71$ dBm up to $\leq -81$ dBm  | Good       | Yellow |
| $< -81$ dBm up to $\leq -91$ dBm  | Normal     | Green  |
| $< -91$ dBm up to $\leq -110$ dBm | Bad        | Cyan   |
| $< -111$ dBm                      | Very bad   | Blue   |

© Hak cipta milik UIN Suska Riau  
 Site Islamic Unive  
 arif Kasim Riau  
 Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.  
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.7.2. SINR (Signal to Noise Ratio)

SINR merupakan parameter rasio perbandingan antar sinyal utama yang dipancarkan ke eNodeB dengan Interferensi dan Noise yang terjadi di sekitarnya. SINR ini menunjukkan tingkat kualitas sinyal informasi yang ditransmisikan pada sistem transmisi suatu jaringan. Sehingga dapat kita simpulkan bahwa semakin tinggi nilai SINRnya maka kualitas sinyal itu semakin baik.

Berikut adalah persamaan untuk mengukur nilai SINR:

$$\text{SINR} = 10 \log_{10} \left[ \frac{S}{N} \right] \text{ dB}$$

Tabel 3.7. Range SINR

| Nilai               | Keterangan | Warna  |
|---------------------|------------|--------|
| 16 dB up to 30 dB   | Very good  | Red    |
| 1 dB up to 15 dB    | Good       | Yellow |
| 0 dB up to -5 dB    | Normal     | Green  |
| -11dB up to -6 dB   | Bad        | Cyan   |
| -12 dB up to -20 dB | Very Bad   | Blue   |

3.7.3 Throughput

Throughput merupakan kecepatan data actual dari sebuah sinyal carrier yang ditransmisikan atau juga dapat diartikan sebagai kecepatan jumlah informasi yang dikirimkan persatuan waktu dari UE ke eNodeB.

Tabel 3. 8 Range Throughput

| Nilai (kbps)        | Keterangan | Warna  |
|---------------------|------------|--------|
| < 40.000            | Very good  | Red    |
| 30.000 up to 40.000 | Good       | Yellow |
| 20.000 up to 30.000 | Normal     | Green  |
| 10.000 up to 20.000 | Bad        | Cyan   |
| 0 up to 10.000      | Very Bad   | Blue   |

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### 3.8 Software yang digunakan

Penelitian ini akan melakukan semacam simulasi untuk mengoptimasikan suatu jaringan telekomunikasi disebuah daerah. Simulasi dimulai dengan melaksanakan simulasi *site eksisting* untuk mengetahui kondisi jaringan yang sebenarnya dikawasan ini. Setelah mengetahui kondisi jaringan yang sebenarnya baru akan diambil tindakan/metode yang tepat untuk mengatasi permasalahan yang ada. Simulasi *eksisting* dan optimasi ini akan dilakukan menggunakan *software network simulator Atoll 3.3*.

Simulasi optimasi dengan Atoll ini dilakukan dengan menggunakan metode optimasi yang telah ditentukan sebelumnya. Pada penelitian ini penulis akan membandingkan hasil optimasi dari dua buah metode optimasi, hal ini dilakukan untuk melihat metode yang terbaik untuk mengatasi problem yang terjadi di kawasan penelitian. Metode yang akan dilakukan dan dibandingkan itu ialah metode *Automatic Cell Planning* dan *Carrier Aggregation*.

Untuk metode *Automatic Cell Planning* penulis akan melakukan sebuah manipulasi pada kondisi *azimuth* dan *tiltiing antenna sectoral site* yang dilakukan secara otomatis oleh sistem software network simulator.

Sedangkan untuk metode *Carrier Aggregation* penulis akan menerapkan metode ini. Prinsip kerja dari metode ini adalah dengan memberikan sel kedua (*Secondary Cell*) dengan frekuensi yang bersebelahan dengan frekuensi Primer untuk meningkatkan *bandwidth* jaringan.

UIN SUSKA RIAU

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## BAB V

### KESIMPULAN

#### 4.1 Kesimpulan

Adapaun kesimpulan yang dapat disimpulkan dari penelitian yang dilakukan ini ialah sebagai berikut:

Untuk penerapan metode *Automatic Cell Planning* (ACP), bisa dibilang penerapannya cukup efektif untuk meningkatkan *coverage area site*. Hal ini dibuktikan dengan 25% wilayah studi kasus penelitian yang belum tercover jaringan sebelumnya, setelah penerapan metode ini sudah tercover jaringan. Namun jika penerapan skema ini dilakukan terhadap suatu daerah yang berjarak sekitar +1.5 km dari *site*, penerepan metode ini akan kurang efektif. Seperti halnya yang terjadi dalam penelitian ini. Karena wilayah yang berjarak cukup jauh dari *site*, permasalahan yang terjadi pada simulasi eksisting belum dapat teratasi, walaupun penerapan skema ini sudah memberikan sedikit peningkatan kualitas sinyal.

Sedangkan untuk penerapan skema *Carrier Aggregation* (CA), metode ini sangat efektif untuk diterapkan di wilayah yang berjarak cukup jauh dari *site* tersebut. Hal ini dikarenakan dengan penambahan sinyal *carrier* (pembawa) yang dilakukan kinerja setiap sel *site* menjadi lebih baik, karena antara sel primer dan sel kedua salaing membahu dalam memberikan pelayanan terhadap pelanggan. Sehingga beban trafik yang dialami setiap sel menjadi lebih sedikit dan kinerja *site* lebih optimal.

Untuk hasil dari simulasi eksisting yang dilakukan, didapatkan nilai kondisi jaringan pada wilayah studi kasus penelitian untuk setiap parameter yaitu; RSRP bernilai -110 dBm (*very bad*), SINR bernilai -1 dB (*normal*), dan Throughput bernilai 2400 kbps (*very bad*). Sedangakan untuk hasil penerapan skema *Automatic Cell Planning* (ACP) ialah RSRP bernilai -103 dBm (*bad*), SINR bernilai 2 dB (*normal*), dan throughput bernilai 15000 kbps (*bad*). Dan yang terakhir untuk penerapan skema *Carrier Aggregation* (CA) ialah RSRP sebesar -90 dBm (*good*), SINR sebesar 7dB (*good*), dan Throughput bernilai 50000 kbps (*exelent*).

#### 4.2 Saran

Adapun saran yang bisa peneliti sampaikan setelah penelitian ini dilakukan ialah seperti berikut ini;

1. Untuk meningkatkan *coverage area*, penerapan skema *Automatic Cell Planning* (CA) cukup efektif diterapkan.
2. Untuk sekma *Carrier Aggregation* (CA). sangat efektif diterapkan untuk wilayah yang mengalami masalah *bad spot area* dengan jarak lebih dari 1.5 km. Metode ini sangat efektif jika dilakukan di daerah yang tergolong *suburban* dan *rural*. Karena pada dua wilayah ini jarak antara satu site dengan site yang lain cukup jauh, bahkan ada yang mencapai 5 km.
3. Sedangkan untuk saran penelitian selanjutnya, peneliti menyarankan penelitian dengan skema *Carrier Aggregation* ini dilakukan pada kawasan rural (pedesaan). Karena pada kawasan ini jarak antar site bisa mencapai 5 km, dan untuk skema yang diterapkan peneliti menyarankan menggunakan skema *Carrier Aggregation Deployment Scenario 3* (CADS3) atau *Carrier Aggregation Deployment Scenario 5* (CADS5).

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dauchy, I. M., M. V. Sygotina, and V. V. Nadrshin. 2021. "Principles of the Transition from 4G LTE to 5G." *Journal of Physics: Conference Series* 2032 (1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2032/1/012006>.
- Fajar, Andri Nasru, and Elmi Devia. 2017. "Analisa Dan Optimalisasi Jaringan 4g Lte Dengan Metode Electrical Tilt Menggunakan Drivetest." *Jakarta Timur, Jurnal Jiifor* (1): 78–87.
- Hamidah, Radiah, Hafidudin, and Linda Meylani. 2015. "Analisis Performansi Penerapan Carrier Aggregation Dengan Perbandingan Skenario Secondary Cell Pada Perancangan Jaringan Lte-Advanced Di Dki Jakarta." *E-Proceeding of Engineering* 2 (2): 2385–92.
- Khan, Bahram, Anderson Rocha Ramos, Rui R Paulo Anggota, Fernando J Velez, and Anggota Senior. n.d. "Penyebaran Beyond 4G Wireless Jaringan Komunikasi Dengan Agregasi Operator," no. D1.
- Kurniawan, Evan Sigit, Ade Wahyudin, and Achmad Rizal Danisyah. 2019. "Analisis Perbandingan Lte-Advanced Carrier Aggregation Deployment Scenario 2 Dan 5 Di Semarang Tengah." *Techno (Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto)* 20 (2): 77. <https://doi.org/10.30595/techno.v20i2.3960>.
- Kusumo, V., P. Sudiarta, and I. Ardana. 2015. "Analisis Performansi Dan Optimalisasi Coverage Layanan Lte Telkomsel Di Denpasar Bali." *Jurnal Ilmiah SPEKTRUM* 2 (3): 12–18.
- Marhadi, Andhan. 2016. "Perencanaan Jaringan Long Term Evolution ( LTE ) Frekuensi 1800MHz Di Jembatan Suramadu Dengan Physical Cell Identity ( PCI )."
- Mittra, Ghosh, Rapeepat Ratasuk, Bishwarup Mondal, N Itin Mangalvedhe, Dan Thomas, Motorola Nc. 2010. "LTE-A Dvanced: Next- Generasi Wireless Broadband Teknologi." *Law & Policy*, no. 10: 10–22.
- Muhammad Hafidh, Uke Kurniawan Usman, Hurianti Vidyaningtyas. 2019. "Analisa Dan Optimasi Bad Coverage Pada Jaringan 4g Lte 1800 Mhz (Studi Kasus Daerah Pengamatan Tanjakan Mauk Tangerang Selatan)" 1 (1): 38–49.
- Nidya Suroyya, Hudiono, Aisah. 2019. "Analisa Performansi Jaringan 4g Di Wilayah Malang," 80–85.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta dimiliki UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau





gedung Itl Ft Unp Kampus Air Tawar Barat” 7 (4).

Yuliana, Hajjar, Sofyan Basuki, and Handoko Rusiana Iskandar. 2019. “Peningkatan Kualitas Sinyal Pada Jaringan 4G LTE Dengan Menggunakan Metode Antenna Physical Tuning.” *Peningkatan Kualitas Sinyal Pada Jaringan 4G LTE Dengan Menggunakan Metode Antenna Physical Tuning* 001: 1–10. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/5163>.

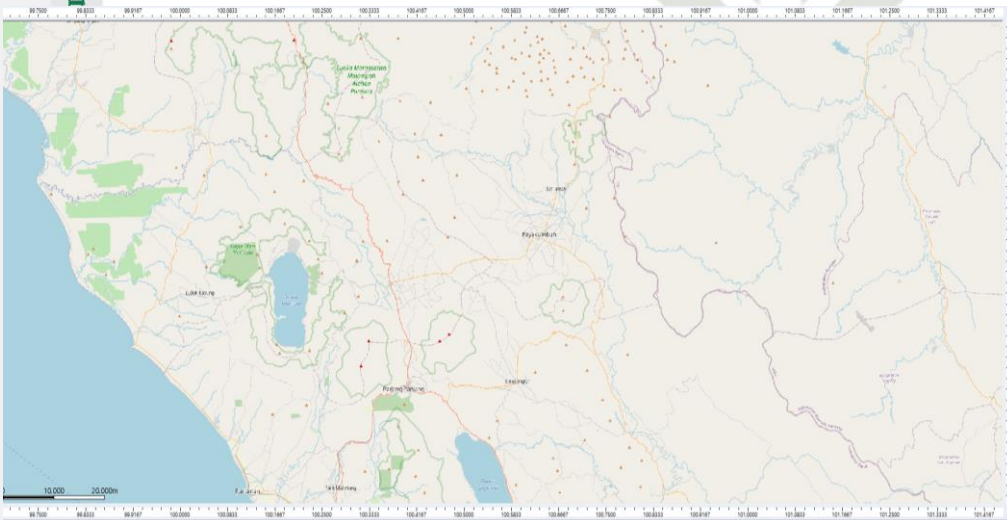
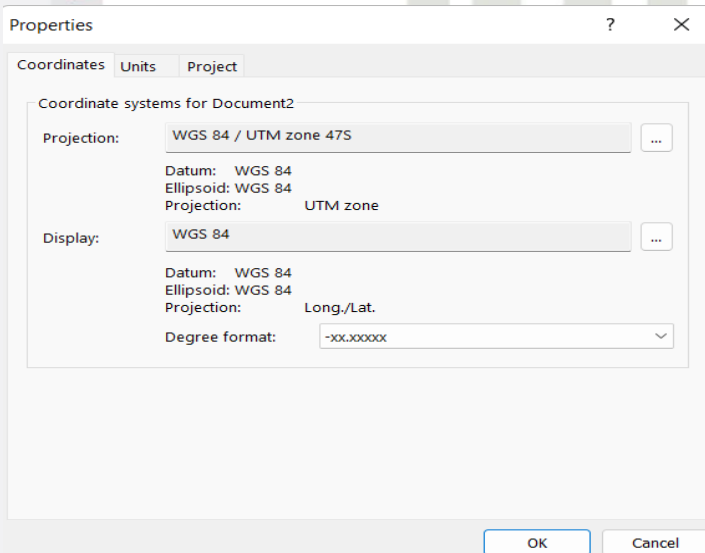
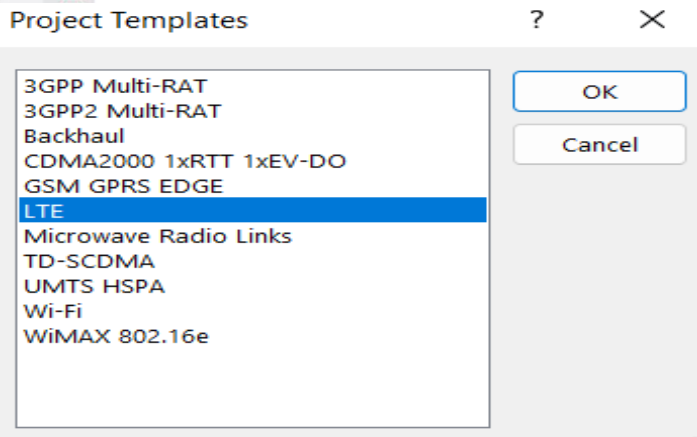
Yusuf, Ryan Rasyid, Ir Uke, Kurniawan Usman, and Yuyun Siti Rohmah. 2018. “Analisa Perencanaan Perluasan Coverage Area Lte Di Kabupaten Garut” 5 (1): 124–31.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

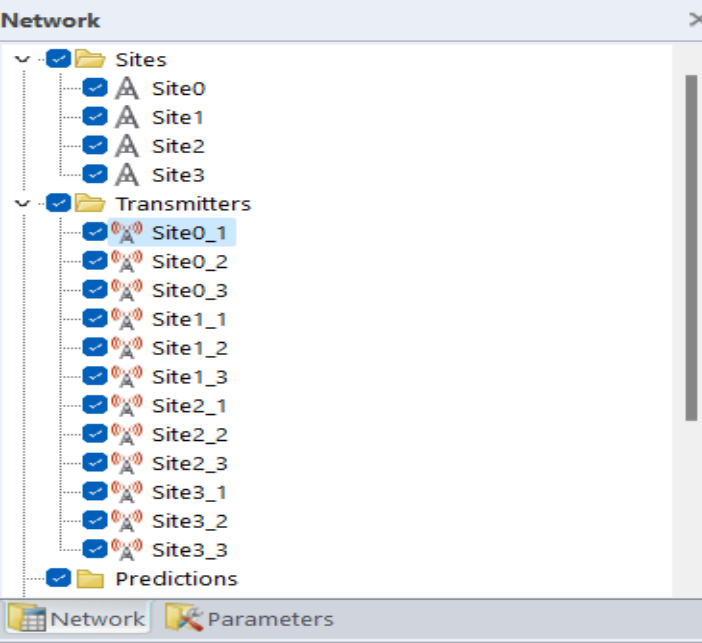
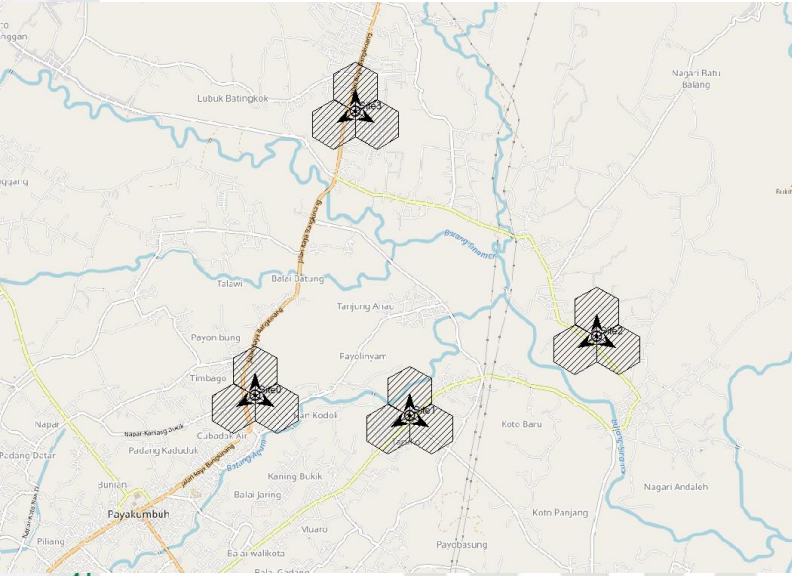


## LAMPIRAN A



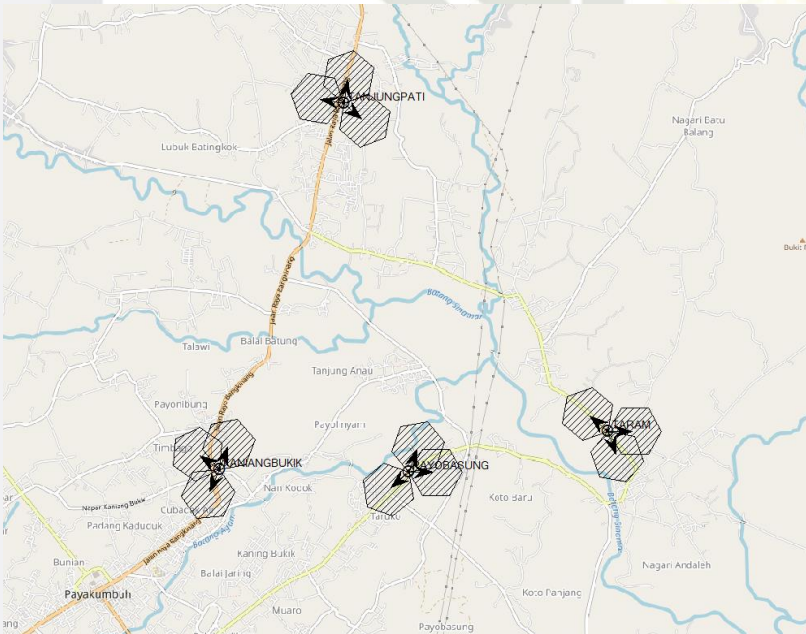
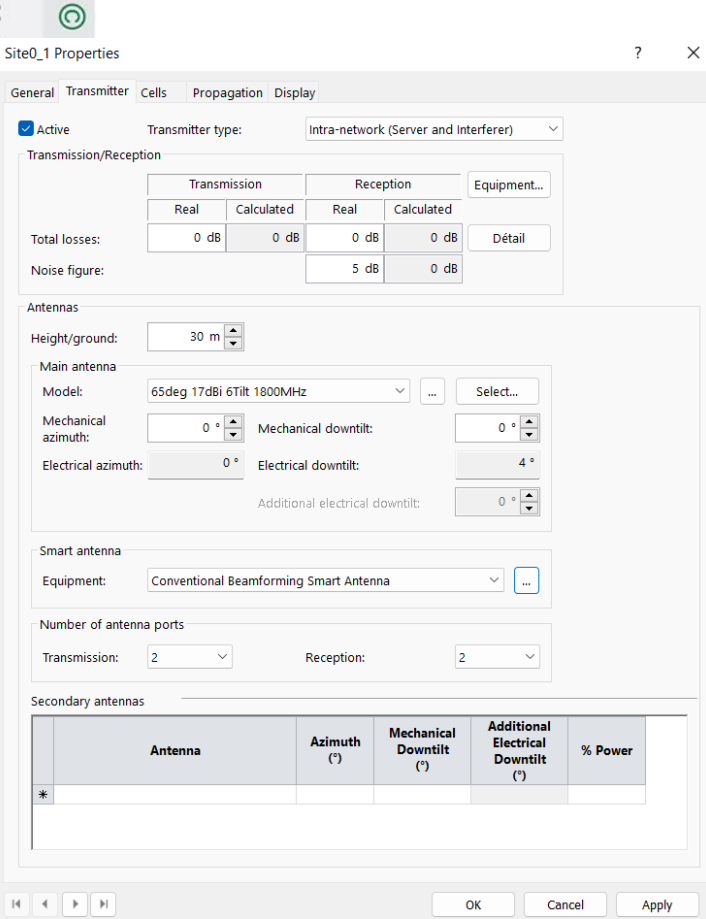
- Hak Cipta Uinmuangri Uaang-Uaang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





### Hak Cipta Uinraungi Unang-Unang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



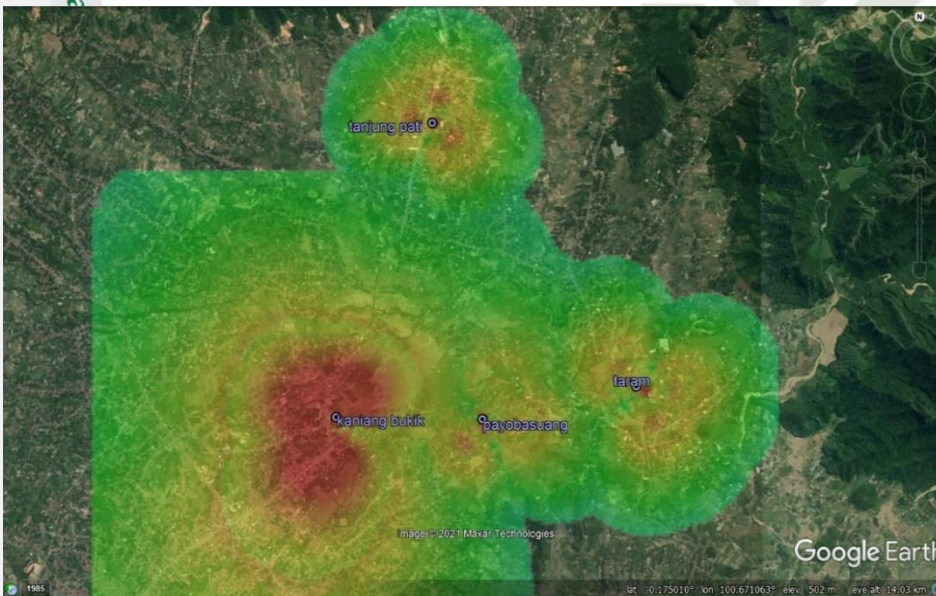
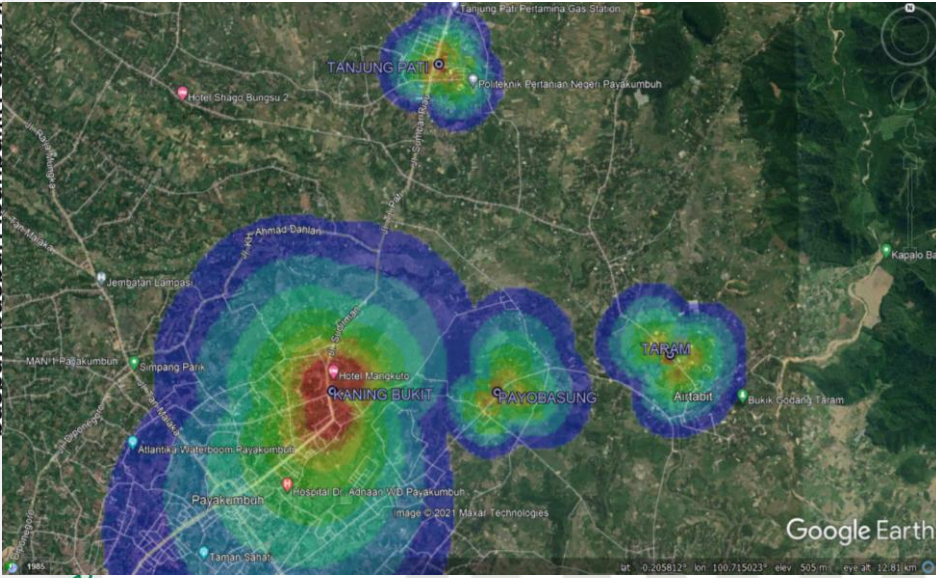
- Hak Cipta Uinmuangri Ungaang-Ungaang**
1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



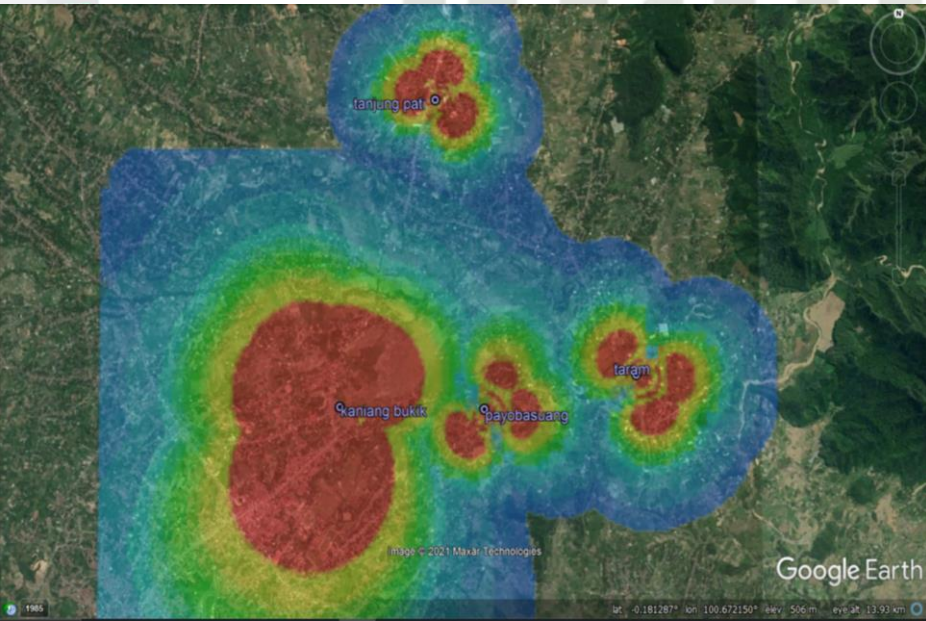


**Hak Cipta Diindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





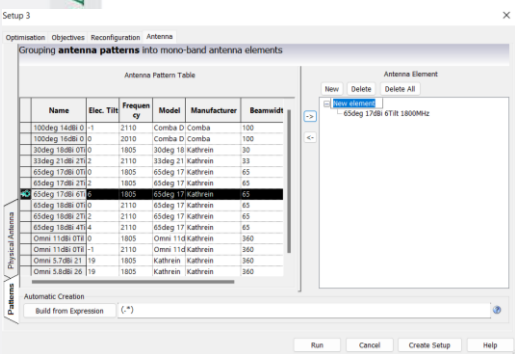
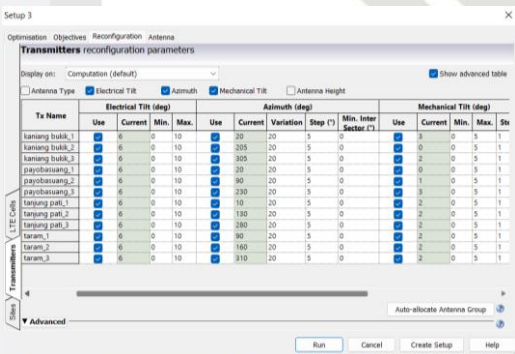
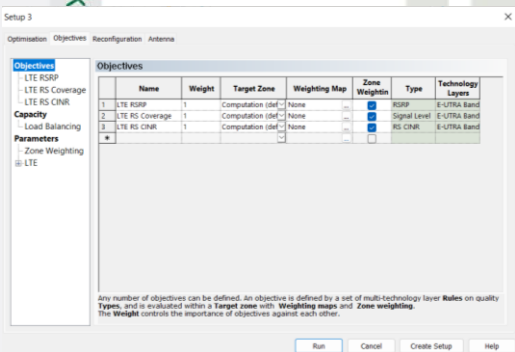
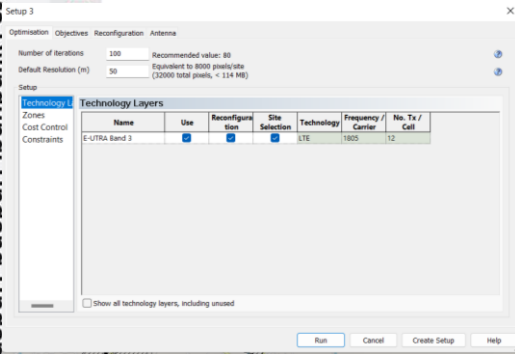


- Hak Cipta Diinvaungi Unang-Unang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

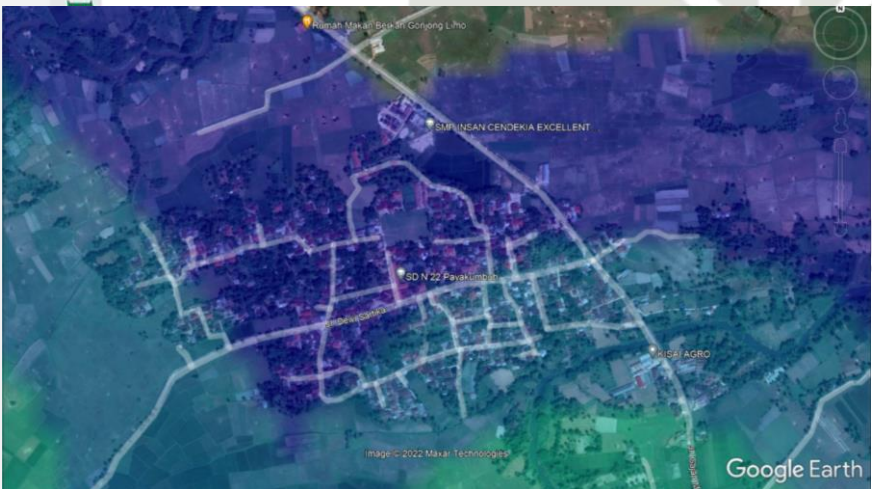
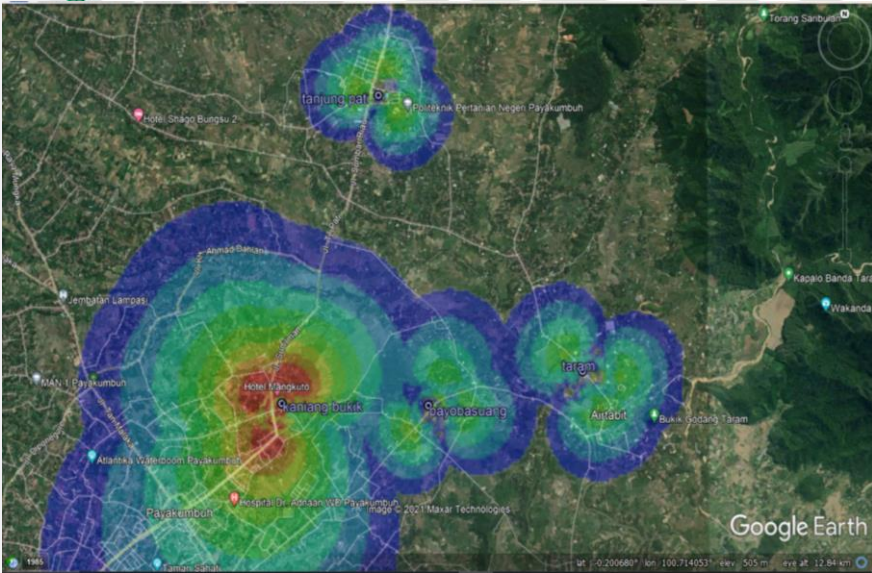
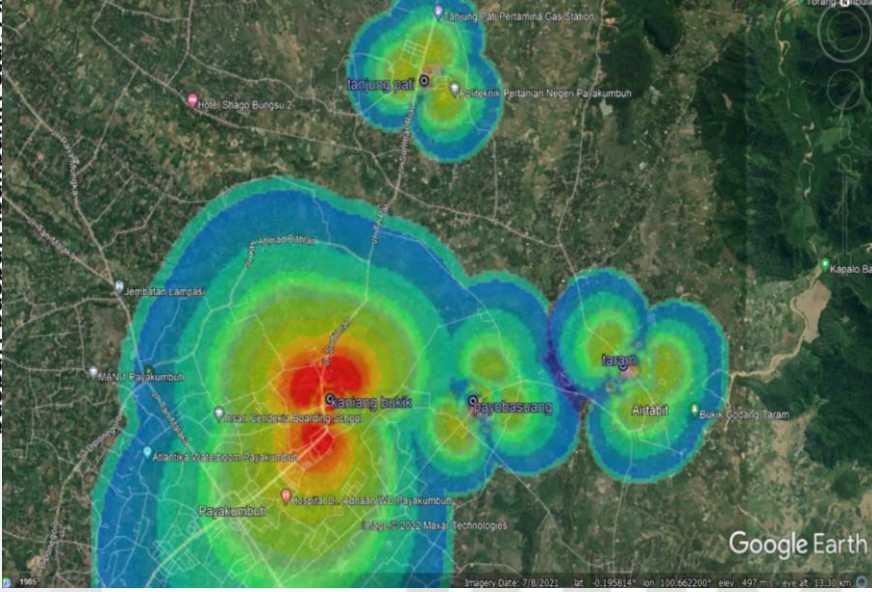


## LAMPIRAN B

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.







**Hak Cipta Diinvaungi Undang-Undang**

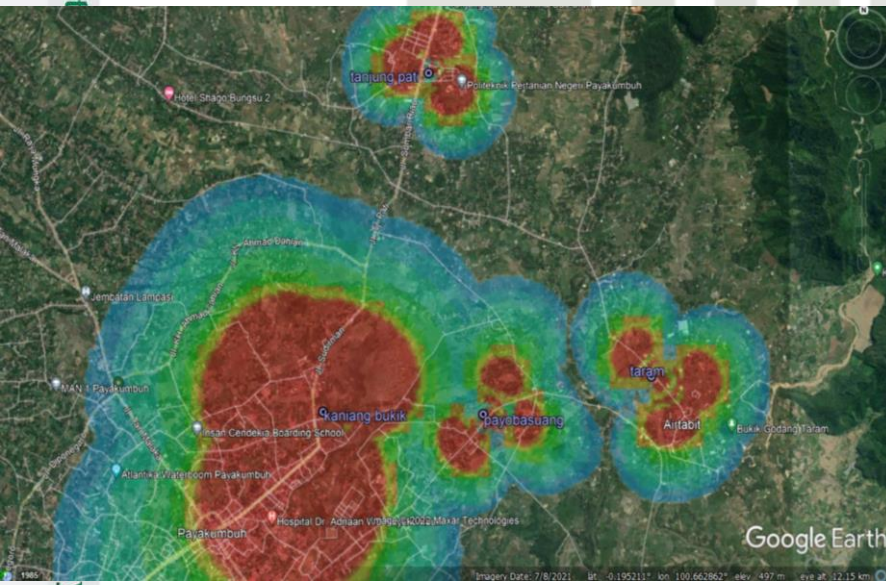
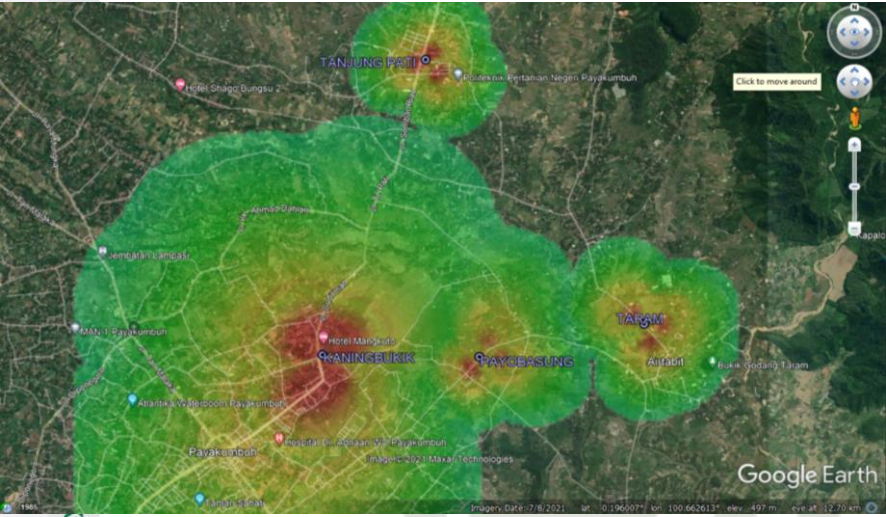
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



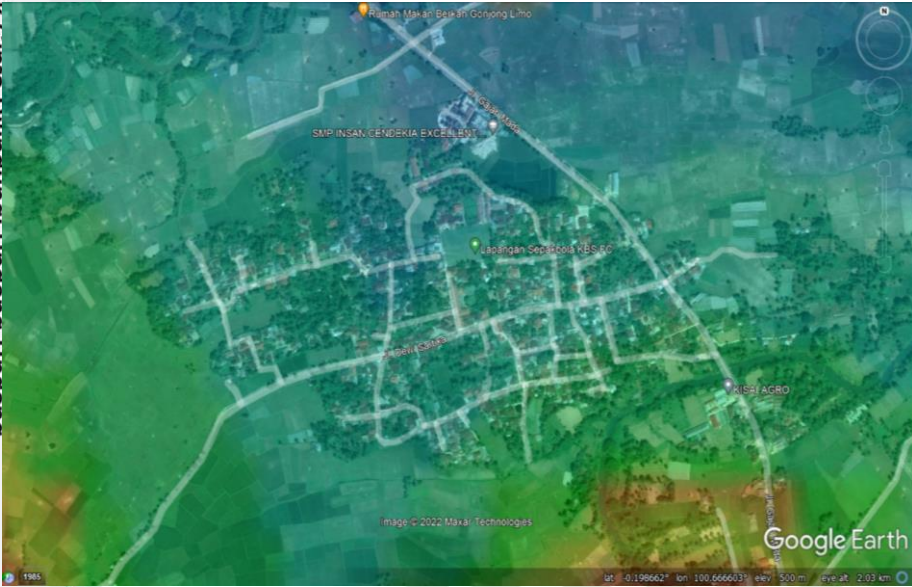


**Hak Cipta Diindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.







iau

Optimisation 1 Properties

General Statistics Sectors Graph Quality Change Details Commit

Report Export...

Duration of optimisation: 4.58 s

| Objective LTE RSRP (Max) |  | Evaluation Zone |
|--------------------------|--|-----------------|
| Initial                  |  | 7.04%           |
| Final                    |  | 10.29%          |
| <b>Improvement</b>       |  | <b>3.25%</b>    |

| Objective LTE RS Coverage (Coverage >= 90.0%) |  | Evaluation Zone |
|---|--|-----------------|
| Initial                                       |  | 0.95%           |
| Final   |  | 0.71%           |
| <b>Improvement</b>                            |  | <b>-0.24%</b>   |
| <b>Objective</b>                              |  | <b>FAILED</b>   |

| Objective LTE RS CINR (Max) |  | Evaluation Zone |
|-----------------------------|--|-----------------|
| Initial                     |  | 2.97%           |
| Final                       |  | 3.36%           |
| <b>Improvement</b>          |  | <b>0.39%</b>    |

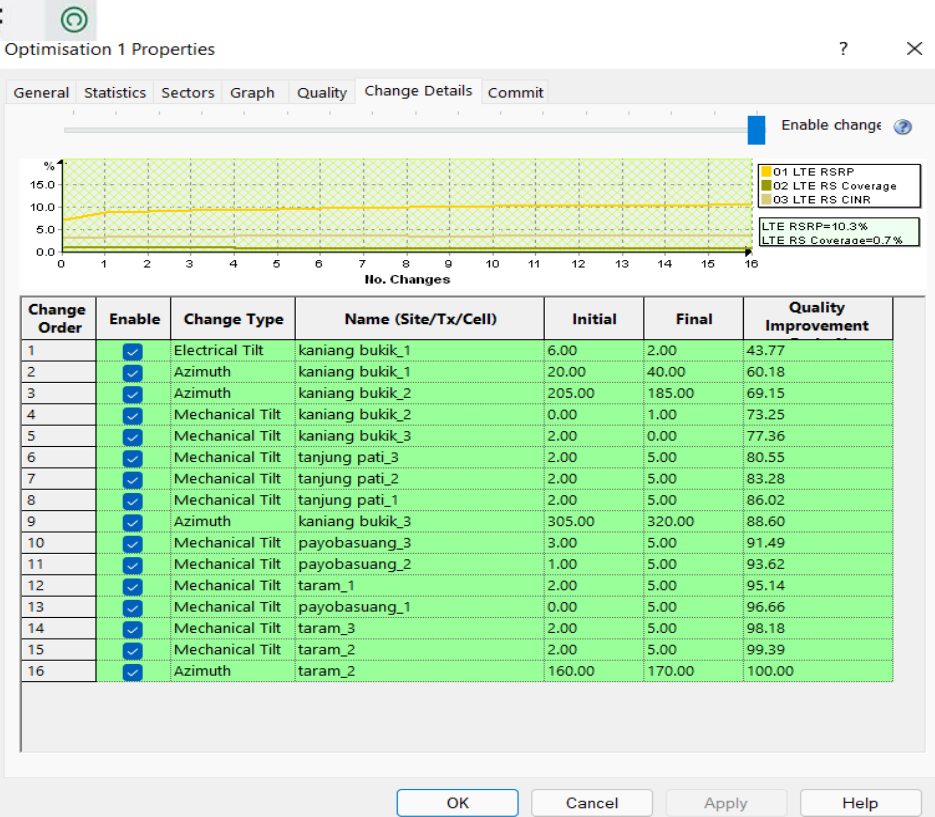
[Show Change Statistics](#)  
[Show Detailed Zone Results](#)  
[Show...](#)

OK Cancel Apply Help

University of Sultan Syarif Kasim Riau

UIN SUSKA RIAU

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



| Name                | Frequency Band | Reference Frequency (MHz) | Lower Half Band Shift (MHz) | Upper Half Band Shift (MHz) | Channel Bandwidth | First Chan |
|---------------------|----------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------|------------|
| 71-86G_2350         | 71-86 GHz      | 70.000                    | 0                           | 10.000                      | 2.350             |            |
| 71-86G_250          | 71-86 GHz      | 71.000                    | 0                           | 10.000                      | 250               |            |
| 71-86G_500          | 71-86 GHz      | 70.875                    | 0                           | 10.000                      | 500               |            |
| 71-86G_750          | 71-86 GHz      | 70.750                    | 0                           | 10.000                      | 750               |            |
| 7G_14_A4            | 7 GHz          | 7.662.5                   | -241.5                      | 3.5                         | 14                |            |
| 7G_14_A5            | 7 GHz          | 7.400                     | -154                        | 7                           | 14                |            |
| 7G_28_A1            | 7 GHz          | 7.375                     | -147                        | 7                           | 28                |            |
| 7G_28_A3_L          | 7 GHz          | 7.275                     | -182                        | 14                          | 28                |            |
| 7G_28_A3_U          | 7 GHz          | 7.597                     | -168                        | 0                           | 28                |            |
| 7G_28_A4            | 7 GHz          | 7.662.5                   | -248.5                      | -3.5                        | 28                |            |
| 7G_28_A5            | 7 GHz          | 7.400                     | -161                        | 0                           | 28                |            |
| 7G_3.5_A5           | 7 GHz          | 7.400                     | -150.5                      | 10.5                        | 3.5               |            |
| 7G_5_A2             | 7 GHz          | 7.592.5                   | -152.5                      | 7.5                         | 5                 |            |
| 7G_7                | 7 GHz          | 7.375                     | -154                        | 7                           | 7                 |            |
| 7G_7_A4             | 7 GHz          | 7.662.5                   | -238                        | 7                           | 7                 |            |
| 7G_7_A5             | 7 GHz          | 7.400                     | -154                        | 7                           | 7                 |            |
| 8G_10_A1            | 8 GHz          | 8.000                     | -280                        | 20                          | 10                |            |
| 8G_10_A4            | 8 GHz          | 8.000                     | -275                        | 35                          | 10                |            |
| 8G_11.86G_248       | 8 GHz          | 8.350                     | -151.614                    | 0                           | 11.86G            |            |
| 8G_14_A2            | 8 GHz          | 8.387.5                   | -108.5                      | 10.5                        | 14                |            |
| 8G_14_A3            | 8 GHz          | 8.157                     | -259                        | 7                           | 14                |            |
| 8G_14_A5            | 8 GHz          | 8.253                     | -210                        | -2                          | 14                |            |
| 8G_20_A1            | 8 GHz          | 8.000                     | -285                        | 15                          | 20                |            |
| 8G_28_A4            | 8 GHz          | 8.000                     | -275                        | 35                          | 28                |            |
| 8G_28_A3            | 8 GHz          | 8.157                     | -259                        | 7                           | 28                |            |
| 8G_28_A5            | 8 GHz          | 8.253                     | -217                        | -9                          | 28                |            |
| 8G_29.6G_A6         | 8 GHz          | 8.000                     | -281.95                     | 29.37                       | 29.6G             |            |
| 8G_30_A1            | 8 GHz          | 8.000                     | -290                        | 10                          | 30                |            |
| 8G_40_A4            | 8 GHz          | 8.000                     | -295                        | 15                          | 40                |            |
| 8G_5_A4             | 8 GHz          | 8.000                     | -275                        | 35                          | 5                 |            |
| 8G_7_A2             | 8 GHz          | 8.387.5                   | -108.5                      | 17.5                        | 7                 |            |
| 8G_7_A3             | 8 GHz          | 8.157                     | -252                        | 14                          | 7                 |            |
| 8G_7_A5             | 8 GHz          | 8.253                     | -206.5                      | 1.5                         | 7                 |            |
| Carrier Aggregation | 18 GHz         | 18.720                    | -1.000                      | 10                          | 110               |            |

- Hak Cipta Uinmuangri Uaang-Uaang
1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

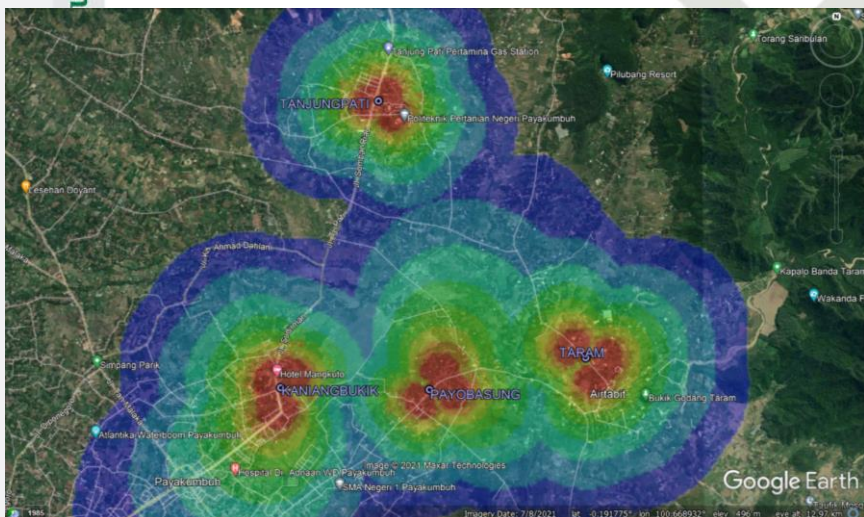
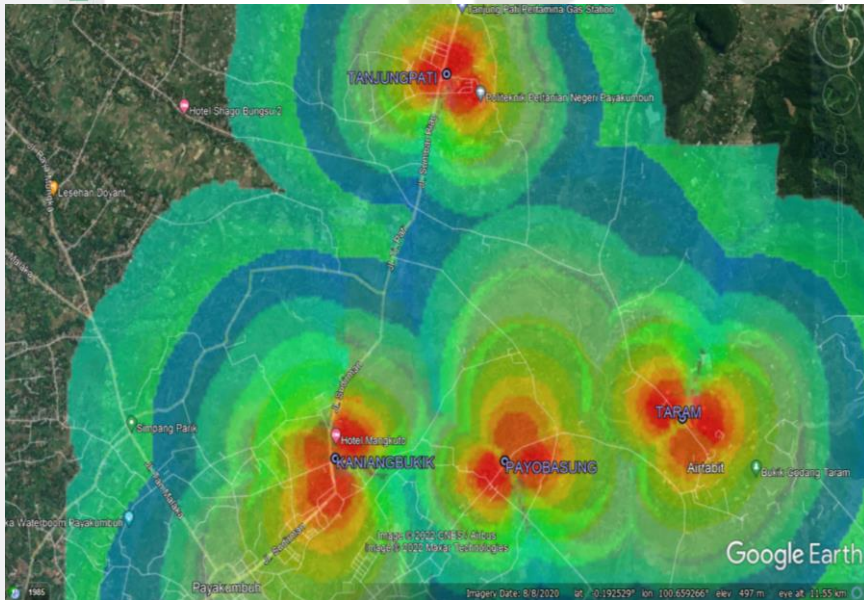


PAYOBASUNG\_2 Properties

General Transmitter Cells Propagation Display

|                                     | 1                                   | 2                                   |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Name                                | PAYOBASUNG_2(0)                     | PAYOBASUNG_2(1)                     |
| ID                                  |                                     |                                     |
| Active                              | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Order                               | 1                                   | 2                                   |
| Layer                               | Macro Layer                         | Macro Layer                         |
| Cell Type                           | LTE                                 | LTE                                 |
| Frequency Band                      | E-UTRA Band 3 - 20MHz               | E-UTRA Band 3 - 20MHz               |
| Channel Number                      | 1.300                               | 1.500                               |
| Channel Allocation Status           | Allocated                           | Allocated                           |
| Physical Cell ID Domain             |                                     |                                     |
| Physical Cell ID                    | 9                                   | 12                                  |
| PSS ID                              | 0                                   | 0                                   |
| SSS ID                              | 3                                   | 4                                   |
| PSS ID status                       | Allocated                           | Allocated                           |
| SSS ID status                       | Allocated                           | Allocated                           |
| Reuse distance (m)                  |                                     |                                     |
| Max Power (dBm)                     | 25                                  | 43                                  |
| RS EPRE per antenna port (dBm)      | -5,8                                | 12,7                                |
| SS EPRE Offset / RS (dB)            | 0                                   | 0                                   |
| PCCH EPRE Offset / RS (dB)          | 0                                   | 0                                   |
| PDCCH EPRE Offset / RS (dB)         | 0                                   | 0                                   |
| PDSCH EPRE Offset / RS (dB)         | 0                                   | 0                                   |
| Min RSRP (dBm)                      | -140                                | -140                                |
| Cell Selection Threshold (dB)       | 0                                   | 0                                   |
| Cell individual Offset (dB)         | 0                                   | 0                                   |
| Handover Margin (dB)                | 0                                   | 0                                   |
| ICIC Delta Path Loss Threshold (dB) | 0                                   | 0                                   |
| Fractional Power Control Factor     | 1                                   | 1                                   |
| Max Noise Rise (UL) (dB)            | 6                                   | 6                                   |
| Max PUSCH C/I+N (dB)                | 20                                  | 20                                  |
| Interference Coordination Support   |                                     |                                     |
| Frame configuration                 |                                     |                                     |
| TDD subframe configuration          | 0 - DSUUU-DSUUU                     | 0 - DSUUU-DSUUU                     |
| Almost Blank Subframe (ABS) Pattern |                                     |                                     |
| Reception Equipment                 | Default Cell Equipment              | Default Cell Equipment              |
| Scheduler                           | Proportional Fair                   | Proportional Fair                   |

OK Cancel Apply



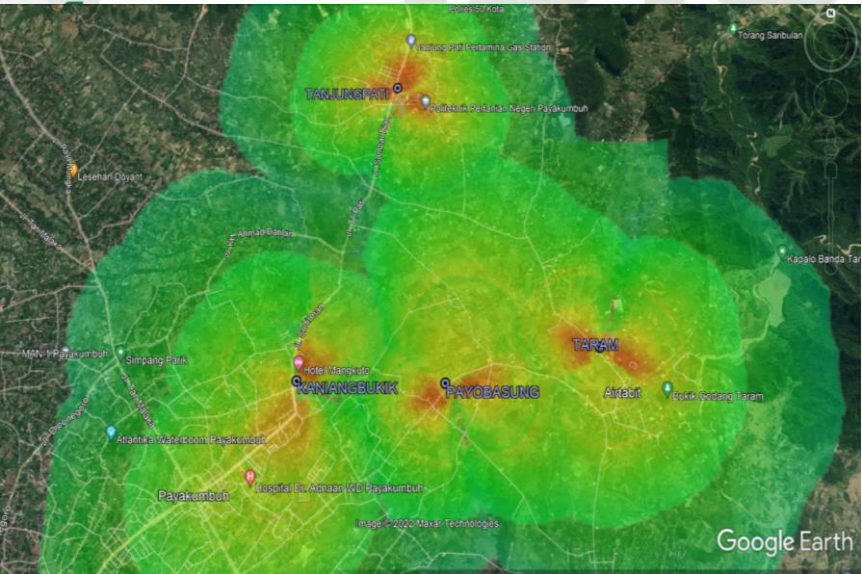
**Hak Cipta Uinraungi Unang-Unang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





a



b



c

**Hak Cipta Diindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





### Hak Cipta Diinvaungi Ungaang-Ungaang

1. Diararang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diararang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



| Sistem | BAND | SiteID | Cellname                     | Tower_Type | Layer_Type | Clutter   | Longitude     | Antenna_Height | Dir | MDT | EDT | BEAM | city_priority |
|--------|------|--------|------------------------------|------------|------------|-----------|---------------|----------------|-----|-----|-----|------|---------------|
| LTE    | 2100 | 31200  | PAYO_BASUNG_4G-21            |            | Macro      | Sub Urban | 10.066.826    | 45             | 20  | 0   | 0   | 25   | Payakumbuh    |
| LTE    | 2100 | 31200  | PAYO_BASUNG_4G-22            |            | Macro      | Sub Urban | 10.066.826    | 45             | 90  | 1   | 1   | 25   | Payakumbuh    |
| LTE    | 2100 | 31200  | PAYO_BASUNG_4G-23            |            | Macro      | Sub Urban | 10.066.826    | 45             | 230 | 3   | 0   | 25   | Payakumbuh    |
| LTE    | 2100 | 32055  | TARAM_4G-21                  |            | Macro      | Sub Urban | 10.069.157    | 48             | 90  | 2   | 2   | 25   | Payakumbuh    |
| LTE    | 2100 | 32055  | TARAM_4G-22                  |            | Macro      | Sub Urban | 10.069.157    | 48             | 160 | 2   | 2   | 25   | Payakumbuh    |
| LTE    | 2100 | 32055  | TARAM_4G-23                  |            | Macro      | Sub Urban | 10.069.157    | 48             | 310 | 2   | 3   | 25   | Payakumbuh    |
| LTE    | 2100 | 32095  | TANJUNG_PATI_4G-21           |            | Macro      | Sub Urban | 10.066.067    | 35             | 10  | 2   | 1   | 25   | Payakumbuh    |
| LTE    | 2100 | 32095  | TANJUNG_PATI_4G-22           |            | Macro      | Sub Urban | 10.066.067    | 35             | 130 | 2   | 2   | 25   | Payakumbuh    |
| LTE    | 2100 | 32095  | TANJUNG_PATI_4G-23           |            | Macro      | Sub Urban | 10.066.067    | 35             | 280 | 2   | 1   | 25   | Payakumbuh    |
| LTE    | 1800 | 30191  | KANING_BUKIT_PAYAKUMBUH_4G-1 | Greenfield | Macro      | Sub Urban | 1.006.460.812 | 41             | 20  | 3   | 2   | 45   | Payakumbuh    |
| LTE    | 1800 | 30191  | KANING_BUKIT_PAYAKUMBUH_4G-2 | Greenfield | Macro      | Sub Urban | 1.006.460.812 | 41             | 205 | 0   | 2   | 45   | Payakumbuh    |
| LTE    | 1800 | 30191  | KANING_BUKIT_PAYAKUMBUH_4G-3 | Greenfield | Macro      | Sub Urban | 1.006.460.812 | 41             | 305 | 2   | 2   | 45   | Payakumbuh    |

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

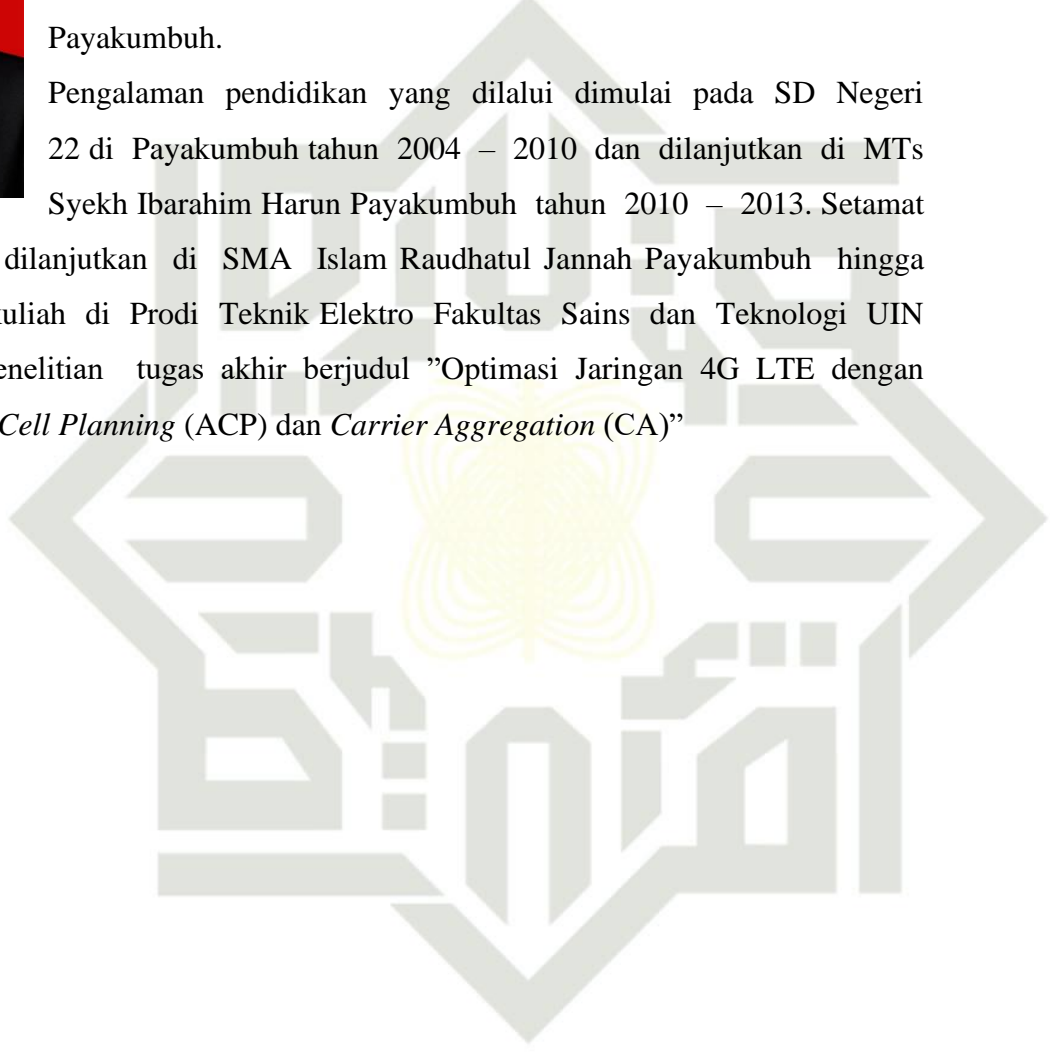
## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



**AULIA ULHAMDI**, lahir di Payakumbuh, 22 September 1997 sebagai anak pertama dari bapak Alfian dan ibu Wirda Ningsih. beralamat di Jl. Dewi Sartika, Kel. Koto Baru Payobasung, Payakumbuh.

Pengalaman pendidikan yang dilalui dimulai pada SD Negeri 22 di Payakumbuh tahun 2004 – 2010 dan dilanjutkan di MTs Syekh Ibarahim Harun Payakumbuh tahun 2010 – 2013. Setamat

MTs pendidikan dilanjutkan di SMA Islam Raudhatul Jannah Payakumbuh hingga 2016. Kemudian kuliah di Prodi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau. Penelitian tugas akhir berjudul ”Optimasi Jaringan 4G LTE dengan Metode *Automatic Cell Planning* (ACP) dan *Carrier Aggregation* (CA)”



UIN SUSKA RIAU

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.