

**METODE CELL SPLITTING DALAM
PERENCANAAN OPTIMASI JARINGAN
4G LTE FDD 1800 MHZ
DI WILAYAH KECAMATAN KURANJI**

TUGAS AKHIR



**RIFKI WAIFI
NIM : 1711071010**

**PROGRAM STUDI D.IVTEKNIK TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI PADANG**

2021

LEMBAR PERSETUJUAN
METODE CELL SPLITTING DALAM PERENCANAAN
OPTIMASI JARINGAN 4G LTE FDD 1800 MHZ
DI WILAYAH KECAMATAN KURANJI

Oleh :

RIFKI WAIFI

1711071010

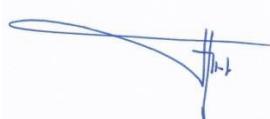
Telah disetujui oleh:

Pembimbing 1



Sri Yusnita, ST., MT
NIP. 19740612 200312 2 001

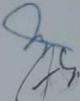
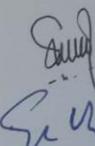
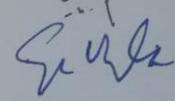
Pembimbing 2



Dr. Afrizal Yuhane, ST., M.Kom
NIP. 19640429 199003 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir yang berjudul "Metode Cell Splitting dalam Perencanaan Optimasi Jaringan 4G LTE FDD 1800 MHz di Wilayah Kecamatan Kurangi" ini telah disidangkan atau dipertanggungjawabkan di depan tim penguji sebagai berikut, pada hari Jumat tanggal 1 Oktober 2021 di Program Studi D4 Teknik Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang.

No.	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Ihsan Lumasa Rimra, SST.,M.Sc.DECN NIP. 19781125 200312 1 002	Ketua	
2.	Dikky Chandra, ST.,MT NIP. 19770807 200501 1 002	Sekretaris	
3.	Siska Aulia, ST.,MT NIP. 19880304 201504 2 001	Anggota	
4.	Sri Yusnita, ST.,MT NIP. 19740612 200312 2 001	Anggota	

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Rikki Virta, S.S.T., M.Sc. Eng

NIP. 19761019 200212 1 002

Koordinator Program Studi
D4 Teknik Telekomunikasi

Siflia Rifka, SST.MT
NIP. 19770709 200312 2 002



		RIFKI WAIFI	
BIODATA			
a) Tempat / Tgl Lahir	: Padang/ 31 Juli 1998		
b) Nama Orang Tua	: Burhan		
c) Perguruan Tinggi	: Politeknik Negeri Padang		
d) Jurusan / Prodi	: Teknik Elektro / DIV Teknik Telekomunikasi		
e) No. BP	: 1711071010		
f) Tanggal Lulus	: 01 Oktober 2021		
g) Predikat Lulus	: Sangat Memuaskan		
h) IPK	: 3,50		
i) Lama Studi	: 4 Tahun 1 Bulan		
j) Alamat Orang Tua	: Jalan Dr. M. Hatta No. 16 RT02 RW01, Kel. Pasar Ambacang Kec. Kuranji Kota Padang, Sumatera Barat		

METODE CELL SPLITTING DALAM PERENCANAAN OPTIMASI JARINGAN 4G LTE FDD 1800 MHZ DI WILAYAH KECAMATAN KURANJI

Nama : Rifki Wafi

Pembimbing : 1) Sri Yusnita, ST., MT 2) Dr. Afrizal Yuhane, ST., M.Kom

ABSTRAK

Kebutuhan terhadap teknologi internet terutama teknologi jaringan seluler 4G LTE pada saat ini seperti sudah menjadi kebutuhan primer setiap orang. Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang pesat menyebabkan perubahan pola sistem jaringan menjadi semakin efisien untuk dapat memberikan layanan terbaik terhadap trafik yang tinggi. Semakin banyak pengguna yang mengakses, maka kualitas akan semakin menurun karena prinsipnya adalah *sharing bandwidth*. Agar kualitas layanan yang diterima masih terjaga, operator perlu mempertimbangkan lebar *bandwidth* atau jumlah *site*. Salah satu cara untuk melakukan penambahan *site/enodeB* adalah dengan metode *cell splitting*. *Cell splitting* merupakan metode peningkatan perfomansi jaringan 4G LTE dengan memecah cakupan *cell makro* (besar) dengan intensitas komunikasi yang padat menjadi cakupan *cell-cell mikro* (kecil) yang ditempatkan diantara *cell* yang telah ada. Setiap *cell* pecahan ini masing-masing memiliki *base station* atau *enodeB* sendiri dengan daya pancar dan ketinggian antena yang lebih rendah dari pada *site existing*.

Perencanaan dilakukan pada daerah Kecamatan Kuranji dengan menggunakan jaringan seluler *provider tri* (3), berdasarkan hasil pengukuran kualitas perfomansi sinyal 4G LTE menggunakan parameter KPI dan monitoring data *network site* didapatkan area Korong Gadang sebagai area badspot karena memiliki kualitas jaringan rendah dan trafik yang tinggi ditandai dengan throughput rata-rata dibawah 1000 kbps serta utilitas *active user* dan PRB diatas 80%, dari hasil perhitungan didapatkan optimasi dilakukan dengan penambahan 1 *site microcell* untuk membantu melayani area seluas 5,58 Km² dari daerah layanan *site* induknya. Penelitian ini mendapatkan hasil perencanaan *cell splitting* berupa 1 *site* baru terdiri dari 2 *cell* baru dengan *power transmitter* sebesar 43 dBm dan *traffic load* sebesar 2320 GB, selain itu terjadi peningkatan SINR dari 9,11 dB menjadi 9,88 dB dan throughput dari 240,45 kbps menjadi 35128,8 kbps, dan RSRP masih dalam kondisi bagus -94.47 dBm.

Kata kunci : Cell Splitting, Long Term Evolution (LTE), Microcell, Trafik, Troughput.

Tugas Akhir ini telah dipertahankan di depan sidang penguji dan dinyatakan lulus pada tanggal: 01 Oktober 2021. Abstrak telah disetujui penguji :

Tanda Tangan	Ketua	Sekretaris	Anggota	Anggota
Nama Terang	Ihsan Lumasa Rimra, SST., M.Sc. DECN NIP. 19781125 2003121002	Dikky Chandra, ST., MT NIP. 19770807 2005011002	Siska Aulia, ST., MT NIP. 19880304 2015042001	Sri Yusnita, ST., MT NIP. 19740612 2003122001

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Padang

Rikki Vitria, SST., M. Sc. Eng NIP.
19761019 200212 1 002

Alumni telah mendaftar ke Perguruan Tinggi Politeknik Negeri Padang dan mendapat nomor alumni :

		Petugas Perguruan Tinggi
Nomor Alumni Jurusan	Nama :	Tanda Tangan :

	RIFKI WAIFI
BIODATA	
a) Tempat / Tgl Lahir	: Padang/ 31 Juli 1998
b) Nama Orang Tua	: Burhan
c) Perguruan Tinggi	: Politeknik Negeri Padang
d) Jurusan / Prodi	: Teknik Elektro / DIV Teknik Telekomunikasi
e) No. BP	: 1711071010
f) Tanggal Lulus	: 01 Oktober 2021
g) Predikat Lulus	: Sangat Memuaskan
h) IPK	: 3,50
i) Lama Studi	: 4 Tahun 1 Bulan
j) Alamat Orang Tua	: Jalan Dr. M. Hatta No. 16 RT02 RW01, Kel. Pasar Ambacang Kec. Kuranji Kota Padang, Sumatera Barat

METODE CELL SPLITTING DALAM PERENCANAAN OPTIMASI JARINGAN 4G LTE FDD 1800 MHZ DI WILAYAH KECAMATAN KURANJI

Nama : Rifki Wafi

Pembimbing : 1) Sri Yusnita, ST.,MT 2) Dr. Afrizal Yuhanef, ST., M.Kom

ABSTRAK

Kebutuhan terhadap teknologi internet terutama teknologi jaringan seluler 4G LTE pada saat ini seperti sudah menjadi kebutuhan primer setiap orang. Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang pesat menyebabkan perubahan pola sistem jaringan menjadi semakin efisien untuk dapat memberikan layanan terbaik terhadap trafik yang tinggi. Semakin banyak pengguna yang mengakses, maka kualitas akan semakin menurun karena prinsipnya adalah *sharing bandwidth*. Agar kualitas layanan yang diterima masih terjaga, operator perlu mempertimbangkan lebar *bandwidth* atau jumlah *site*. Salah satu cara untuk melakukan penambahan *site/ennodeB* adalah dengan metode *cell splitting*. *Cell splitting* merupakan metode peningkatan perfomansi jaringan 4G LTE dengan memecah cakupan *cell makro* (besar) dengan intensitas komunikasi yang padat menjadi cakupan *cell-cell mikro* (kecil) yang ditempatkan diantara *cell* yang telah ada. Setiap *cell* pecahan ini masing-masing memiliki *base station* atau *ennodeB* sendiri dengan daya pancar dan ketinggian antena yang lebih rendah dari pada *site existing*.

Perencanaan dilakukan pada daerah Kecamatan Kuranji dengan menggunakan jaringan seluler *provider tri* (3), berdasarkan hasil pengukuran kualitas perfomansi sinyal 4G LTE menggunakan parameter KPI dan monitoring data *network site* didapatkan area Korong Gadang sebagai area badspot karena memiliki kualitas jaringan rendah dan trafik yang tinggi ditandai dengan throughput rata-rata dibawah 1000 kbps serta utilitas *active user* dan PRB diatas 80%, dari hasil perhitungan didapatkan optimasi dilakukan dengan penambahan 1 *site microcell* untuk membantu melayani area seluas 5,58 Km² dari daerah layanan *site* induknya. Penelitian ini mendapatkan hasil perencanaan *cell splitting* berupa 1 *site* baru terdiri dari 2 *cell* baru dengan *power transmitter* sebesar 43 dBm dan *traffic load* sebesar 2320 GB, selain itu terjadi peningkatan SINR dari 9,11 dB menjadi 9,88 dB dan throughput dari 240,45 kbps menjadi 35128,8 kbps, dan RSRP masih dalam kondisi bagus -94,47 dBm.

Kata kunci : Cell Splitting, Long Term Evolution (LTE), Microcell, Trafik, Troughtput.

Tugas Akhir ini telah dipertahankan di depan sidang penguji dan dinyatakan lulus pada tanggal: 01 Oktober 2021.

Abstrak telah disetujui penguji :

Tanda Tangan	Ketua	Sekretaris	Anggota	Anggota
Nama Terang	Ihsan Lumasa Rimra, SST.,M.Sc.DECN NIP. 19781125 2003121002	Dikky Chandra, ST.,MT NIP. 19770807 2005011002	Siska Aulia, ST.,MT NIP. 19880304 2015042001	Sri Yusnita, ST.,MT NIP. 19740612 2003122001



Alumni telah mendaftar ke Perguruan Tinggi Politeknik Negeri Padang dan mendapat nomor alunni :

Nomor Alumni Jurusan	Nama :	Petugas Perguruan Tinggi
		Tanda Tangan :

ABSTRAK

METODE CELL SPLITTING DALAM PERENCANAAN OPTIMASI JARINGAN 4G LTE FDD 1800 MHZ DI WILAYAH KECAMATAN KURANJI

RIFKI WAIFI

1711071010

Kebutuhan terhadap teknologi internet terutama teknologi jaringan seluler 4G LTE pada saat ini seperti sudah menjadi kebutuhan primer setiap orang. Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang pesat menyebabkan perubahan pola sistem jaringan menjadi semakin efisien untuk dapat memberikan layanan terbaik terhadap trafik yang tinggi. Semakin banyak pengguna yang mengakses,maka kualitas akan semakin menurun karena prinsipnya adalah *sharing bandwidth*. Agar kualitas layanan yang diterima masih terjaga, operator perlu mempertimbangkan lebar *bandwidth* atau jumlah *site*. Salah satu cara untuk melakukan penambahan *site/enodeB* adalah dengan metode *cell splitting*. *Cell splitting* merupakan metode peningkatan perfomansi jaringan 4G LTE dengan memecah cakupan *cell makro* (besar) dengan intensitas komunikasi yang padat menjadi cakupan *cell-cell mikro* (kecil) yang ditempatkan diantara *cell* yang telah ada. Setiap *cell* pecahan ini masing-masing memiliki *base station* atau enodeB sendiri dengan daya pancar dan ketinggian antena yang lebih rendah dari pada *site existing*. Perencanaan dilakukan pada daerah Kecamatan Kurangi dengan menggunakan jaringan seluler *provider tri* (3), berdasarkan hasil pengukuran kualitas perfomansi sinyal 4G LTE menggunakan parameter KPI dan monitoring data *network site* didapatkan area Korong Gadang sebagai area badspot karena memiliki kualitas jaringan rendah dan trafik yang tinggi ditandai dengan throughput rata-rata dibawah 1000 kbps serta utilitas *active user* dan PRB diatas 80%, dari hasil perhitungan didapatkan optimasi dilakukan dengan penambahan 1 *site microcell* untuk membantu melayani area seluas 5,58 Km² dari daerah layanan site induknya. Penelitian ini mendapatkan hasil perencanaan *cell splitting* berupa 1 *site* baru terdiri dari 2 *cell* baru dengan *power transmitter* sebesar 43 dBm dan *traffic load* sebesar 2320 GB, selain itu terjadi peningkatan SINR dari 9,11 dB menjadi 9,88 dB dan throughput dari 240,45 kbps menjadi 35128,8 kbps, dan RSRP masih dalam kondisi bagus -94,47 dBm.

Kata Kunci : *Cell Splitting, Long Term Evolution (LTE), Microcell, Trafik, Troughput.*

ABSTRACT

CELL SPLITTING METHOD IN NETWORK OPTIMIZATION PLANNING 4G LTE FDD 1800 MHZ IN KURANJI DISTRICT AREA

RIFKI WAFI

1711071010

The need for internet technology, especially 4G LTE cellular network technology at this time has become a primary need for everyone. The rapid development of information and communication technology causes changes in the pattern of network systems to become more efficient in order to be able to provide the best service for high traffic. The more users who access, the quality will decrease because the principle is bandwidth sharing. In order to maintain the quality of service received, operators need to consider the width of the bandwidth or the number of sites. One way to add site/enodeB is the cell splitting method. Cell splitting is a method of increasing the performance of the 4G LTE network by splitting the coverage of macro (large) cells with dense communication intensity into the coverage of micro (small) cells that are placed between existing cells. Each of these fractional cells has a base station or enodeB. itself with a lower transmit power and antenna height than the existing site. Planning was carried out in the Kuranji District area using a tri provider cellular network (3), based on the results of measuring the quality of 4G LTE signal performance using KPI parameters and monitoring network site data, the Korong Gadang area was found as a badspot area because it has low network quality and high traffic marked by The average throughput is below 1000 kbps and the active user and PRB utilities are above 80%, from the calculation results obtained optimization is carried out by adding 1 microcell site to help serve an area of 5.58 Km² from the main site service area. This study obtained the results of cell splitting planning in the form of 1 new site consisting of 2 new cells with a power transmitter of 43 dBm and a traffic load of 2320 GB, in addition there was an increase in SINR from 9.11 dB to 9.88 dB and throughput from 240.45. kbps to 35128.8 kbps, and RSRP still in good condition -94.47 dBm.

Keywords : Cell Splitting, Long Term Evolution (LTE), Microcell, Traffic, Troughput.

KATA PENGANTAR



Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmad dan karunia-Nya, sehingga penulisan tugas akhir ini dapat diselesaikan. Selanjutnya salawat dan salam kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW.

Dalam menyelesaikan tugas akhir dan penulisan laporan ini, penulis telah banyak mendapat bantuan dan petunjuk dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua yang selalu mendoakan dan memberikan dorongan dalam bentuk apapun, baik dalam bentuk material maupun rohani.
2. Ibu Sri Yusnita, ST., MT selaku pembimbing I yang telah memberikan saran dan masukan serta arahan dalam menyelesaikan tugas akhir dan laporan ini.
3. Bapak Dr. Afrizal Yuhanef, ST., M.Kom selaku pembimbing II yang telah memberikan saran dan masukan serta arahan dalam menyelesaikan tugas akhir dan laporan ini.
4. Bapak Surfa Yondri, ST.,SST.,M.Kom selaku Direktur Politeknik Negeri Padang.
5. Bapak Rikki Vitria, S.S.T., M.Sc. Eng selaku ketua Jurusan Elektro Politeknik Negeri Padang.

6. Ibu Silfia Rifka., SST. MT selaku ketua Program Studi DIV Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Padang.
7. Seluruh dosen dan Staf Program Studi Teknik Telekomunikasi
8. Rekan-rekan seperjuangan angkatan 2017 yang selalu memberi *support* dalam pembuatan tugas akhir ini.
9. Para senior dan junior, terutama BP 1010 yang telah membantu dan memberi *support* dalam pembuatan tugas akhir ini.
10. Sahabat dan orang yang saya cintai yang telah mensuport dan memotivasi saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini (*Kak Salman, Yuri Dahliani, M. Febri Hardi, Rezki, Rahmad, Hardius, Nadia, Feli, Bang Rian, Juu, Nia* dan lainnya yang namanya tidak dapat saya sebut satu persatu)
11. Rekan dan adik-adiku di Racana Tugosa PNP, Remaja Masjid dan TPQ/TQA Masjid Jamiek Pauh Pasar Ambacang yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Semoga kebaikan yang mereka berikan dibalas oleh Allah AWT.

Berbagai usaha telah dilakukan agar laporan ini dapat diselesaikan sebaik mungkin, namun disadari bahwa laporan ini masih belum sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan ini.

Akhir kata, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan terutama bagi penulis sendiri.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Padang,01 Oktober 2021

Rifki Wafi

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Pengenalan Jaringan LTE FDD 1800 MHz.....	8
2.2 Arsitektur Jaringan LTE	10
2.3 <i>High Traffic Optimization</i>	12
2.4 <i>Cell Splitting</i>	13
2.5 <i>Macrocell</i>	15
2.6 <i>Microcell</i>	16
2.7 <i>Drive Test</i>	16
2.8 <i>Atoll</i>	19
2.9 Parameter <i>Key Perfomance Indikator</i> (KPI)	21
2.10 <i>Badspot</i>	25
2.11 <i>Badsignal</i>	26
2.12 <i>Red Indicator</i>	27
2.13 <i>Link Budget</i>	28
2.13.1 Capacity Planning	28
2.13.2 Coverage Planning	29

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN

3.1 Metode Penelitian.....	32
3.2 Penentuan Jalur Drive Test	35
3.3 Persiapan <i>Drive test</i>	36
3.3.1. Peralatan <i>Drive Test</i>	37
3.3.2 Software yang Digunakan	39
3.4 Langkah-langkah <i>Drive Test Dedicated Mode</i>	39
3.4.1 Penyetingan <i>Smartphone Tems Pocket</i>	40
3.4.2 Pengambilan Data Parameter KPI 4G LTE	43
3.4.3 Pengeksporan Data ke <i>Tems Discovery</i>	44
3.5 Perhitungan Optimasi LTE Dengan Metode <i>Cell Splitting</i>	46
3.5.1 Pemecahan <i>Cell</i>	47
3.5.2 <i>Link Budget</i>	48
3.5.3 Pengalokasian <i>Download Physichal Resource Block</i> ...	48
3.5.3 Penempatan <i>Site</i>	49
3.6 Perencanaan Jaringan 4G LTE Menggunakan <i>Atoll 3.3 RNP Tools</i>	49

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Wilayah Cakupan Layanan	58
4.2 Analisa Hasil Pengukuran Parameter KPI 4G LTE	60
4.3 Penentuan <i>Badspot</i> dan Koordinat <i>Newsite Cell Splitting</i>	67
4.3.1 <i>Badspot</i>	67
4.3.2 Titik Koordinat <i>Newsite</i>	81
4.4 Analisa Perhitungan Rancangan <i>Cell Splitting</i>	82
4.4.1 Identifikasi <i>Site Induk</i>	82
4.4.2 Penentuan <i>Power Transmitter Cell</i>	84
4.4.3 Perhitungan <i>Traffic Load</i> dan Jumlah <i>Cell Splitting</i>	86
4.4.4 Perhitungan <i>Radius</i> dan <i>Area Cell</i>	87
4.4.5 Penentuan Tinggi dan <i>Mechanical Tilting</i> Antena	88
4.4.6 Pengalokasian DL PRB.....	89
4.4.7 <i>Capacity</i> dan <i>Coverage Planning (Link Budget)</i>	90
4.5 Analisa Hasil Perencanaan Jaringan 4G LTE <i>Cell Splitting</i> ...	91

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	98
5.2 Saran.....	98
DAFTAR PUSTAKA	100
LAMPIRAN 1 Data Network Provider Telkomsel	A-1
LAMPIRAN 2 Data Logfile <i>Drive Test</i>	B-1
LAMPIRAN 3 Data <i>Table View Drive Test</i>	C-1
LAMPIRAN 4 Data Site Induk	D-1
LAMPIRAN 5 Perhitungan <i>Cell Splitting</i>	E-1
LAMPIRAN 3 Hasil Perencanaan Atoll.....	F-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Arsitektur LTE	10
Gambar 2.2 <i>Monitoring Capacity Hight Traffic</i>	12
Gambar 2.3 TEMS <i>Investigation 16</i>	18
Gambar 2.4 <i>Global Mapper</i>	19
Gambar 2.5. Ilustrasi SINR dan <i>noise</i>	22
Gambar 2.6. Ilustrasi RSRP	23
Gambar 2.7. Perhitungan Luas <i>Cell</i>	29
Gambar 3.1 Alur Penelitian	32
Gambar 3.2. Peta Wilayah Kuranji	36
Gambar 3.3. Rencana Jalur <i>Drive Test</i>	37
Gambar 3.4. Aplikasi <i>Google Earth</i>	39
Gambar 3.5. Pilihan Setingan Tems	40
Gambar 3.6. Tampilan <i>Control Function</i>	40
Gambar 3.7. RAT <i>lock</i>	41
Gambar 3.8 <i>Apply RAT lock Setting</i>	41
Gambar 3.9. <i>LTE Band Lock Setting</i>	41
Gambar 3.10. <i>Turn On GPS</i>	42
Gambar 3.11. <i>Start Logfile Recording</i> dan <i>script</i>	42
Gambar 3.12. <i>Stop Logfile Recording</i>	43
Gambar 3.13. <i>Import Logfile</i>	44
Gambar 3.14. Simpan <i>File Logfile</i>	45
Gambar 3.15. Pilih <i>File Logfile</i>	45
Gambar 3.16. Menampilkan Hasil Parameter KPI 4G LTE	46
Gambar 3.17. Menampilkan Hasil <i>Export</i> ke <i>Google Earth</i>	46
Gambar 3.18. <i>Worksheet Atoll</i>	50
Gambar 3.19 Membuat Lembar Kerja Baru <i>Atoll</i>	50
Gambar 3.20 Pilihan Projek <i>Template</i>	51
Gambar 3.21 Membuka <i>Properties</i>	51
Gambar 3.22 Mengatur Koordinat	52
Gambar 3.23 Memasukan Data <i>Site</i>	52
Gambar 3.24 Memasukan Data <i>Transmitter</i> dan <i>Cell</i>	53
Gambar 3.25 Memasukan Data <i>Clutter, Height</i> , dan <i>Vector</i>	53

Gambar 3.26 Tampilan Setelah Data Dimasukan.....	54
Gambar 3.27 Membuat <i>Prediction</i>	54
Gambar 3.28 Mengatur <i>Legend</i>	55
Gambar 3.29. Tampilan Prediksi <i>Coverage</i>	55
Gambar 3.30. Membuka <i>Histogram</i> dan <i>Point Analysis</i>	56
Gambar 3.31 Membuka <i>Generate Report</i>	56
Gambar 3.32 Merubah Settingan <i>Transmitter</i>	57
Gambar 4.1 Persentase Pengguna Jaringan 4G di Kuranji	60
Gambar 4.2. Hasil Parameter <i>Troughput</i> Kuranji	61
Gambar 4.3. Hasil Parameter RSRP Kuranji	63
Gambar 4.4. Hasil Parameter SINR Kuranji.....	65
Gambar 4.5. Kondisi RSRP Area Balai Baru Gunuang Sarik	67
Gambar 4.6. Histogram RSRP Balai Baru Gunung Sarik.....	68
Gambar 4.7. Kondisi <i>Troughput</i> Area Balai Baru Gunuang Sarik	68
Gambar 4.8 Histogram <i>Troughput</i> Balai Baru Gunuang Sarik	69
Gambar 4.9. Kondisi SINR Area Balai Baru Gunuang Sarik.....	69
Gambar 4.10. Histogram SINR Balai Baru Gunung Sarik	70
Gambar 4.11. Kondisi RSRP Area Korong Gadang	71
Gambar 4.12. Histogram RSRP Korong Gadang	72
Gambar 4.13. Kondisi <i>Troughput</i> Area Korong Gadang.....	73
Gambar 4.14. Histogram <i>Troughput</i> Korong Gadang	73
Gambar 4.15. Kondisi SINR Area Korong Gadang	74
Gambar 4.16. Histogram SINR Korong Gadang	74
Gambar 4.17. Kondisi RSRP Area Kalumbuk.....	76
Gambar 4.18. Histogram RSRP Kalumbuk	77
Gambar 4.19 Kondisi <i>Troughput</i> Area Kalumbuk.....	77
Gambar 4.20 Histogram <i>Troughput</i> Kalumbuk	78
Gambar 4.21 Kondisi SINR Area Kalumbuk	79
Gambar 4.22 Histogram SINR Kalumbuk	79
Gambar 4.23 Posisi <i>Newsite Cell Splitting</i>	81
Gambar 4.24 Perbandingan Jangkauan Sinyal <i>Transmitter</i>	85
Gambar 4.25 Prediksi <i>Radius Cell Splitting</i>	87
Gambar 4.26 Hasil Perencanaan RSRP	93

Gambar 4.27 Hasil Perencanaan SINR	94
Gambar 4.28 Hubungan Kapasitas Sistem dengan Kualitas Pelayanan	95
Gambar 4.29 Hasil Perencanaan <i>Troughput</i>	96
Gambar 4.30 Hubungan Beban Trafik dengan Kualitas dan Kapasitas.....	97

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pita Frekuensi FDD LTE	9
Tabel 2.2 <i>Range Throughput</i>	21
Tabel 2.3 <i>Range</i> nilai SINR	23
Tabel 2.4 <i>Range</i> nilai RSRP	24
Tabel 2.5 <i>Red indicator</i>	27
Tabel 3.1 Spesifikasi <i>Microcell</i>	48
Tabel 4.1 Jumlah Penduduk Kecamatan Kuranji Berdasarkan Kelurahan	58
Tabel 4.2 Luas Kecamatan Kuranji Berdasarkan Kelurahan.....	59
Tabel 4.3 Sampel <i>Ploting Troughput</i>	62
Tabel 4.4 Tabel Sampel <i>Plot</i> RSRP	64
Tabel 4.5 Tabel Sampel SINR	66
Tabel 4.6 Data <i>Network Site</i> Balai Baru Gunung Sarik.....	71
Tabel 4.7 Data <i>Network Site</i> Korong Gadang.....	75
Tabel 4.8 Data <i>Network Site</i> Kalumbuk.....	80
Tabel 4.9 Daftar <i>Azimuth New Site Cell Splitting</i>	82
Tabel 4.10 Spesifikasi <i>Site Induk</i> 31179 Tui Raya	82
Tabel 4.11 Penentuan <i>Power Transmitter Newsite</i>	84
Tabel 4.12 Pengukuran Ketinggian Antena	89
Tabel 4.13 Hasil Perencanaan RSRP <i>New Site Badspot</i> Korong Gadang	92
Tabel 4.14 Hasil Perencanaan SINR <i>New Site Badspot</i> Korong Gadang	93
Tabel 4.15 Hasil Perencanaan <i>Troughput New Site Badspot</i> Korong Gadang	96

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan terhadap teknologi internet terutama teknologi jaringan seluler 4G LTE pada saat ini seperti sudah menjadi kebutuhan primer setiap orang. Perkembangan teknologi internet yang pesat menyebabkan perubahan pola sistem jaringan menjadi semakin efisien untuk dapat memberikan layanan terbaik terhadap trafik yang tinggi. Perkembangan teknologi sekarang ini khususnya teknologi internet memungkinkan setiap manusia selalu menginginkan kemudahan, kecepatan dan sistem internet yang relevan untuk memudahkan aktifitas.

Layanan atau jaringan seluler juga semakin berkembang, semua orang bisa menikmati layanan atau jaringan dari generasi 2G hingga sekarang yang kita gunakan yaitu jaringan 4G yang disebut dengan *Long Term Evolution* (LTE). Pengguna layanan komunikasi terus menuntut penyedia layanan untuk dapat terus meningkatkan kualitas layanan pengiriman dan penerimaan data mereka. Peningkatan jumlah pelanggan akan memberikan pengaruh pada kualitas data yang akan diterima. Semakin banyak pengguna yang mengakses,maka kualitas akan semakin menurun karena prinsipnya adalah *sharing bandwidth*. Agar kualitas layanan yang diterima masih terjaga, operator perlu mempertimbangkan lebar *bandwidth* atau jumlah *site* (Xienchang Zang, 2018).

Seiring dengan perkembangan teknologi jaringan seluler permasalahan pun muncul dalam sistem jaringan seluler seperti luasnya cakupan pelayanan

(*coverage*), ketersediaan kapasitas jaringan (*capacity*), tingkat kualitas layanan jaringan (*quality*), biaya pembangunan jaringan yang besar dan ketersediaan area pembangunan *site / tower*.

Di daerah Kuranji sendiri menurut data yang didapatkan dari monitoring *site* PT Hutchison 3 Indonesia (H3I) berdasarkan nilai trafik jaringan LTE *Frequency Division Duplex* (FDD) 1800 MHz di Kecamatan Kuranji cukup tinggi, dari segi *capacity* nilai total trafik yang terangkum pada beberapa *cell* dari enodeB/BTS/*site* 4G di Kuranji rata-rata total diatas 100 GB, pada *site* di Tui Raya dan Kelurahan Kuranji terpantau intensitas trafik dominan berada diatas nilai standar H3I yaitu 80 GB (citius, 2020), selain itu juga terlihat indikator lainnya yang menunjukan perlunya optimasi pada daerah ini seperti nilai *Pyschal Resource Block* (PRB) yang utilitasnya berada diatas 80% dari kapasitas PRB bandwith 10 MHz yang hanya sebanyak 50 *resource block* (RB), selain itu *active user lisence* berada pada nilai 99%, hal ini disebabkan karena daerah kecamatan Kuranji memiliki kawasan perumahan dan perkantoran yang sangat banyak sehingga menghasilkan trafik besar dan memerlukan tambahan kapasitas untuk mengoptimalkan layanan jaringan 4G LTE ini, sehingga diperlukan langkah untuk optimasi trafik yang cukup besar ini salah satunya dengan cara *cell splitting* untuk meningkatkan kapasitas dari jaringan 4G LTE di kecamatan Kuranji.

Pada penelitian *cell splitting* sebelumnya metode ini menghasilkan hasil yang cukup bagus karena meningkatkan indikator KPI dari segi kualitas dan kapasitas jaringan 4G LTE, seperti yang disampaikan pada penelitian Hasanah Putri dkk. (2019) tentang “Evaluasi Penerapan Metode *Cell Splitting* Terhadap Peningkatan Kapasitas dan Kualitas Jaringan LTE”, penelitian ini dilakukan pada

daerah Jalan Karawitan Kota Bandung. Dalam penelitian ini didapatkan peningkatan dari segi kualitas dan kapasitas parameter KPI jaringan 4G LTE berdasarkan simulasi menggunakan *software* atoll, dimana RSRP diatas -90 dBm meningkat menjadi 13,32%, SINR diatas 5 dB meningkat menjadi diatas 52,75%, dan *troughtput* diatas 1000 kbps meningkat menjadi 236%. Selain itu juga ada penelitian *cell splitting* lainnya seperti pada penelitian Fiqhi Anugerah dkk. (2020) tentang “Metoda *Cell Splitting* pada Perencanaan Microcell untuk Meningkatkan Perfomansi Jaringan LTE” penelitian ini dilakukan di Kota Cimahi, didapatkan dari hasil penelitian ini peningkatan kualitas dan kapasitas berdasarkan parameter KPI 4G LTE, dimana RSRP nilai -85,28 dBm meningkat menjadi 100%, SINR nilai 9 dB meningkat menjadi diatas 73,95%, dan *troughtput* diatas 1000 kbps meningkat menjadi 90,21%. Dari kedua penelitian tersebut penggunaan metode *cell splitting* cukup efektif dalam upaya peningkatan perfomansi jaringan 4G LTE dari segi kualitas dan kapasitas jaringan yang memiliki perfomansi jaringan rendah pada daerah dengan trafik yang tinggi.

Karena itu menurut penulis dibutuhkan pengoptimasian jaringan 4G LTE FDD 1800 Mhz dengan metode yang dapat digunakan dalam meningkatkan sebuah jaringan LTE yang efektif agar permasalahan yang timbul dapat teratasi, salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan perfomansi jaringan 4G LTE dengan metode *cell splitting*. *Cell splitting* adalah metode peningkatan perfomansi jaringan 4G LTE dengan memecah cakupan *cell makro* (besar) dengan intensitas komunikasi yang padat menjadi cakupan *cell-cell mikro* (kecil) yang ditempatkan diantara *cell* yang telah ada Setiap *cell* pecahan ini masing-masing memiliki *base station* atau enodeB sendiri dengan daya pancar dan ketinggian antena yang lebih rendah (Hasanah, et all, 2019). Penerapan metode ini dapat

meningkatkan kapasitas sistem seluler dengan bertambahnya jumlah kanal per satuan wilayah karena metode ini akan membentuk *cell* baru dengan pola perulangan yang mengikuti pola aslinya (cox,2014)(nugroho,et al,2015), dengan prinsip metode *cell splitting* seperti ini akan memberikan keuntungan dan permasalahan yang timbul juga teratas.

Pada tugas akhir ini membahas tentang “Metode *Cell Splitting* dalam Perencanaan Optimasi Jaringan 4G LTE FDD 1800 MHz di Wilayah Kecamatan Kuranji”. Daerah ini penulis pilih karena kecamatan Kuranji untuk fasilitas pemancar sinyal seluler didominasi oleh enodeB / BTS yang memiliki cakupan *makro* dengan tinggi antena rata-rata diatas 40 meter sehingga cocok untuk dilakukan penelitian menggunakan metode *cell splitting* yang berdasar dari pemecahan *cell makro* menjadi *cell mikro*, selain itu daerah ini memiliki memiliki jumlah penduduk yang cukup banyak yaitu sekitar 170.000 jiwa dengan laju pertumbuhan sebesar 1,3%, kontur alam yang bervariasi sehingga membuat kualitas sinyal pada daerah ini berbeda-beda dan berkemungkinan memiliki daerah *badspot / badsignal* yang dapat digunakan untuk melakukan penelitian tugas akhir ini. Pada penelitian ini menggunakan metode *cell splitting*, untuk mengetahui bagaimana kualitas sinyal di daerah tersebut yaitu menggunakan metode *drive test*, sedangkan simulasi dari perencanaan jaringan LTE ini yaitu menggunakan *Atoll radio network planning tool*.

1.2 Perumusan Masalah

- 1) Bagaimana melakukan perencanaan pemecahan *cell* baru menggunakan metode *cell splitting*.

- 2) Bagaimana menentukan kebutuhan *power transmitter* dan *traffic load* pada *cell* baru hasil pemecahan agar *cell* bisa bekerja secara efektif.
- 3) Bagaimana pengaruh penggunaan metode *cell splitting* terhadap perbaikan kualitas perfomansi jaringan 4G LTE FDD 1800 MHz di area *badspot* dalam daerah kecamatan Kuranji.

1.3 Tujuan

- 1) Melakukan perencanaan pemecahan *cell* baru menggunakan metode *cell splitting*.
- 2) Mengetahui cara menentukan kebutuhan *power transmitter* dan *traffic load* pada *cell* baru hasil pemecahan agar *cell* bisa bekerja secara efektif.
- 3) Mengetahui pengaruh penggunaan metode *cell splitting* terhadap perbaikan kualitas perfomansi jaringan 4G LTE FDD 1800 MHz di area *badspot* dalam daerah kecamatan Kuranji.

1.4 Pembatasan Masalah

Agar diperoleh hasil pembahasan yang maksimal dan sesuai dengan yang diharapkan maka perlu dilakukan pembatasan masalah dalam penelitian tugas akhir ini yaitu membahas tentang Proses Perencanaan optimasi perfomansi jaringan LTE berdasarkan metode *cell splitting* di kecamatan Kuranji, melakukan pengecekan kualitas sinyal pada daerah yang telah tercover jaringan 4G. Penentuan posisi eNodeB (*site*) dilakukan dengan melihat daerah *badsignal* dan *badspot* hasil *drive test* kemudian dilakukan pemecahan *cell* untuk mendapatkan posisi pendirian *site*. Pada proses penelitian ini hanya menggunakan *provider tri* dan hanya berupa simulasi dan tidak sampai pada implementasi di lapangan.

Membahas tentang metode *Cell Splitting* terhadap perfomansi jaringan 4G khususnya untuk teknologi *Frequency Division Duplex* (FDD) 1800 MHz. Tidak membahas parameter-parameter *drive test* selain parameter yang terkait untuk perencanaan optimasi perfomansi jaringan LTE menggunakan metode *Cell Splitting*. Untuk daerah yang disimulasikan hanya daerah yang memiliki kriteria sebagai *badspot* dan bisa dilakukan *cell splitting* pada daerah tersebut serta tidak mensimulasikan kecamatan Kuranji secara keseluruhan.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang diperoleh dari perencanaan jaringan LTE ini adalah:

- 1) Menampilkan penggunaan metode *cell splitting* untuk perencanaan optimasi perfomansi jaringan LTE FDD 1800 MHz di wilayah Kecamatan Kuranji .
- 2) Sebagai bahan pertimbangan penyedia layanan telekomunikasi ketika akan melakukan perencanaan optimasi perfomansi jaringan LTE di kecamatan Kuranji.
- 3) Meningkatkan kualitas layanan 4G LTE.
- 4) Agar memahami tentang perencanaan jaringan LTE dengan menggunakan *atoll radio network planning tool*.

1.6 Sistematika Laporan

BAB I : Pendahuluan

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan.

BAB II : Landasan Teori

Bab ini menjelaskan deskripsi teori tentang jaringan *Long Term Evolution* (LTE), Arsitektur jaringan 4G, metode *cell splitting*, *drive test*, *software TEMS*, *google earth*, *mapinfo* dan *atoll 3.4 radio network planning tool*.

BAB III : Perncaangan dan Pembuatan

Bab ini menjelaskan tentang tahapan yang dilakukan pada pelaksanaan penelitian penggunaan metode *cell splitting* dalam optimasi perfomansi jaringan LTE FDD 1800 MHz di wilayah Kecamatan Kuranji.

BAB IV : Hasil dan Pembahasan

Bab ini menjelaskan analisis kualitas jaringan dari proses pengukuran parameter KPI 4G LTE yang dilakukan di Kecamatan Kuranji, perhitungan pemecahan *cell* dan simulasi jaringan LTE FDD 1800 MHz di Kecamatan Kuranji hasil *cell splitting* menggunakan *software atoll* yang berupa analisis simulasi prediksi RSRP, SINR, dan *troughtput*.

BAB V : Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dari keseluruhan tugas akhir yang telah dilakukan dan saran kedepannya yang belum terlaksana pada tugas akhir ini untuk tugas akhir selanjutnya dengan topik yang sama.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengenalan Jaringan LTE FDD

LTE merupakan perkembangan lebih lanjut dari jaringan 2G dan 3G sebelumnya. Teknologi 4G LTE (*Long Term Evolution*) dikembangkan dari suatu *Third Generation Partnership Project* (3GPP) yang merupakan pengembangan dari teknologi sebelumnya 3G (UMTS) yang memiliki kecepatan *transfer rate* 2 Mbps, dan 3,5 G (HSPA) yang mencapai 14 Mbps. LTE ini dirancang untuk memiliki kemampuan kecepatan *transfer rate* mencapai 300 Mbps pada sisi *downlink* dan 75 Mbps pada sisi *uplink* (Wardhana,2011).

Teknologi LTE yang diterapkan menyebabkan adanya perubahan pada perangkat jaringan yang digunakan, perubahan tersebut adalah adanya perangkat jaringan yang digunakan pada teknologi terdahulu tidak lagi digunakan dalam jaringan LTE. Maka dari itu dibutuhkan suatu perencanaan jaringan, perencanaan tersebut meliputi luas area yang akan dicakup, kapasitas dan mempertimbangkan pula jaringan *existing* pada teknologi sebelumnya, guna mendukung pemerataan teknologi. Perancangan LTE diperlukan agar dapat memenuhi kebutuhan cakupan area layanan yang ditunjukkan oleh jumlah *base station*. Dalam hal ini, diusahakan agar rancangan tersebut dapat memenuhi kapasitas trafik dari area cakupan. Perkembangan teknologi generasi keempat (4G) ini diharapkan dapat dinikmati oleh semua kalangan masyarakat hingga ke daerah terpencil (Uke, 2011).

Teknologi LTE terbagi atas dua macam teknologi yaitu *Time Division Duplexing* (TDD) dan *Frequency Division Duplexing* (FDD). Sistem TDD

dibentuk berdasarkan komunikasi UE dan eNB dibuat dalam bentuk *simpleks* (satu arah) dimana satu terminal berfungsi sebagai pengirim dan lainnya sebagai penerima dalam waktu yang berbeda, sementara sistem FDD berdasarkan penggunaan dua frekuensi pembawa berbeda yaitu UL dan DL dengan kanal kanal berbeda sehingga dapat ditransmisikan pada waktu yang sama (Saludin, 2014)

Berikut pembagian kanal-kanal serta pita frekuensi pada teknologi LTE FDD sebagai berikut :

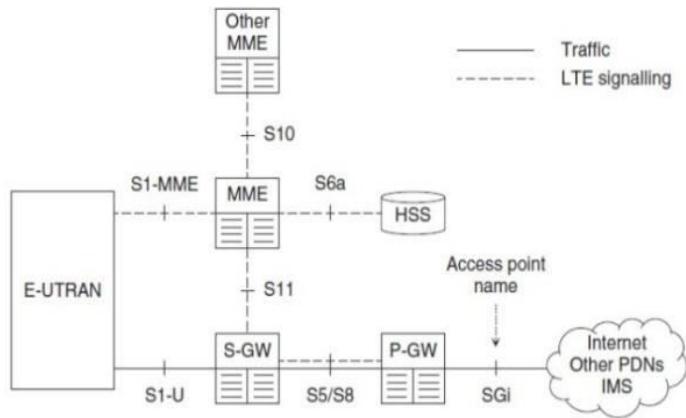
Tabel 2.1 Pita Frekuensi FDD LTE

E-UTRAN Band	Downlink (DL)		Channel Number (NDL)	Uplink (UL)		Channel Number (NUL)
	fDL_low (MHz)	fDL_high (MHz)		fUL_low (MHz)	fUL_high (MHz)	
1	2110	2170	0-599	1920	1980	13000-13599
2	1930	1990	600-1199	1850	1910	13600-14199
3	1805	1880	1200-1949	1710	1785	14200-14949
4	2110	2155	1950-2399	1710	1755	14950-15399
5	869	894	2400-2649	824	849	15400-15649
6	875	885	2650-2749	830	840	15650-15749
7	2620	2690	2750-3449	2500	2570	15750-16449
8	925	960	3450-3799	880	915	16450-16799
9	1844.9	1879	3800-4149	1749.9	1784.9	16800-17149
10	2110	2170	4150-4749	1710	1770	17150-17749

Teknologi FDD sangat baik dalam mendukung transmisi *full duplex* maupun *half duplex*. Teknologi FDD sendiri terbagi atas dua pita frekuensi yaitu

DL dan UL, pita DL dan UL masing-masing ditunjukan dengan nomer kanal, nomer kanal sering diidentifikasi sebagai *Evolved Absolute Radio Frequency Channel Number* (EARFCN). Frekuensi pembawa dihitung berdasarkan EARFCN yang bertugas pada eNB (Saludin, 2014) pembagian pita tersebut seperti yang ditunjukan pada tabel 2.1 .

2.2 Arsitektur Jaringan LTE



Gambar 2.1 Arsitektur LTE

Arsitektur jaringan LTE dirancang untuk tujuan mendukung *trafic packet switching* dengan mobilitas tinggi, *quality of service* (QOS), dan *latency* yang kecil. Arsitektur LTE dikenal dengan suatu istilah *System Architecture Evolution* (SAE) yang menggambarkan suatu evolusi arsitektur dibandingkan dengan teknologi sebelumnya. Secara keseluruhan LTE mengadopsi teknologi *Evolved Packet System* (EPS).

1. User Equipment(UE)

User equipment adalah perangkat dalam LTE yang terletak paling ujung dan berdekatan dengan user. Arsitektur internal dari *user equipment* untuk LTE identik dengan yang digunakan oleh UMTS dan GSM yang sebenarnya adalah sebuah *Mobile Equipment* (ME) atau peralatan mobile.

Peralatan *Mobile* terdiri dari 3 modul penting, diantaranya *Mobile Termination* (MT), yang menangani semua fungsi komunikasi; *Terminal Equipment* (TE), yang mengakhiri aliran data; dan *Universal Integrated Circuit Card* (UICC), atau dikenal juga sebagai kartu SIM untuk peralatan LTE. Ini menjalankan aplikasi yang dikenal sebagai *Universal Subscriber Identity Module* (USIM).

2. *Evolved UTRAN(E-UTRAN)*

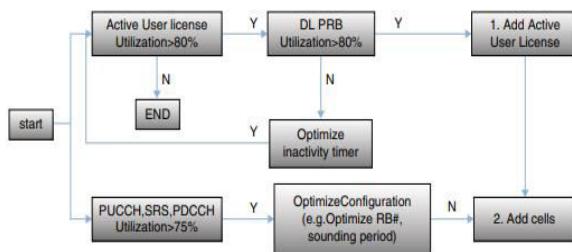
eNB (*site*) adalah BTS yang mengirimkan sinyal atau layanan kepada ponsel dalam satu atau lebih *cell*. *Cell* merupakan sistem komunikasi yang digunakan untuk memberikan layanan jasa telekomunikasi bagi pelanggan bergerak atau *cellular*, disebut sistem *cellular* karena daerah layanannya dibagi menjadi daerah yang kecil. Ponsel LTE berkomunikasi hanya dengan satu enB/*site* dan satu sel pada satu waktu.

3. *Evolved Packet Core Network (EPC)*

EPC adalah sebuah system yang baru dalam evolusi arsitektur komunikasi seluler, sebuah system dimana pada bagian core network menggunakan all-IP. EPC menyediakan fungsionalitas core mobile yang pada generasi sebelumnya (2G, 3G) memiliki dua bagian yang terpisah yaitu Circuit switch (CS) untuk voice dan Packet Switch (PS) untuk data. EPC sangat penting untuk layanan pengiriman IP secara *end to end* pada LTE. Selain itu, berperan dalam memungkinkan pengenalan model bisnis baru, seperti konten dan penyedia aplikasi. EPC terdiri dari MME (*Mobility Management Entity*), SGW (*Serving Gateway*), HSS (*Home Subscription Service*), PCRF (*Policy and Charging Rules Function*), dan PDN-GW (*Packet Data Network Gateway*).

2.3 High Traffic Optimization

High traffic (trafik tinggi) adalah kondisi dimana terjadi kepadatan trafik atau nilai trafik yang tinggi pada jaringan seluler sehingga menyebabkan kapasitas cell menjadi hampir penuh dan membuat kualitas layanan menjadi menurun, trafik yang tinggi pada *cell* ditandai dengan beberapa indikator yang ditemukan pada data monitoring harian cell seperti persentase *active user license utilization*, persentase DL PRB, nilai total trafik, dan CQI (Xienchang Zhang, 2018). Seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.2 dibawah ini:



Gambar 2.2 Monitoring Capacity Hight Traffic

Active user license adalah pengguna jaringan seluler yang aktif menggunakan jaringan berbanding dengan kapasitas maksimal *user* yang dapat dilayani oleh *cell* dalam satu periode waktu, makin besar utilisasi *active user* menandakan trafik semakin tinggi juga. Pada gambar diatas ditunjukkan bahwa utilisasi maksimal untuk *active user* adalah 80% apabila diatas itu maka diperlukan optimasi agar jaringan tidak mengalami penurunan kualitas, optimasi tersebut dengan cara optimasi *inactive timer* atau menutup layanan pada pengguna melebihi batas pemakaian pada *cell*.

Pysichal Resource Block (PRB) banyaknya blok yang terjadi pada sumber daya fisik dalam sebuah *cell* dalam memberikan layanan terhadap pengguna, dalam teknologi 4G LTE FDD 1800 memiliki kapasitas 50RB/PRB apabila RB terpakai semua akan menyebabkan transmisi PRB menjadi penuh dan membuat

kualitas layanan menurun, utilisasi PRB sendiri harus berada dibawah 80% agar *cell* dapat bekerja dengan bagus, apabila diatas 80% maka diperlukan optimasi agar *cell* dapat memberikan layanan yang bagus. Seperti yang ditunjukan gambar 2.2 apabila persentase PRB dan *active user lisence* sama-sama diatas 80% maka optimasi dilakukan dengan cara penambahan *user lisence*, jika trafik masih tinggi maka cara selanjutnya melakukan penambahan *cell* (Xienchang Zhang, 2018).

Total trafik adalah besarnya jumlah trafik yang terekam dalam satu periode waktu monitoring, untuk H3I sendiri total trafik harus berada antara 80 sampai 100 GB dalam satu periode waktu, jika diatas itu maka diperlukan adanya optimasi (citius, 2020).

Channel Quality Indicator (CQI) adalah indikator yang menunjukan tingkat kualitas layanan kanal-kanal yang bekerja pada *cell*. CQI dipengaruhi trafik dan PRB besar yang akan membuat kualitas kanal menurun, selain itu CQI juga berhubungan dengan metode modulasi yang digunakan *cell* untuk mentransmisikan sinyalnya. Pada provider H3I nilai minimal CQI adalah 9, dibawah nilai 9 maka kualitas kanal berarti buruk dan perlu dilakukan optimasi.

2.4 *Cell Splitting*

Cell Splitting merupakan metode pemecahan *cell* besar (*macro*) dengan intensitas komunikasi yang tinggi / padat menjadi *cell-cell* yang lebih kecil dan menempatkannya diantara *cell* yang telah ada sebelumnya, setiap *cell* yang dipecah memiliki enodeB sendiri dengan daya pancar dan ketinggian antena yang lebih rendah, dengan metode ini kapasitas sistem seluler dapat meningkat dengan naiknya jumlah kanal per satuan wilayah karena metode ini membentuk *cell* baru dengan pola perulangan yang mengikuti pola aslinya.

Untuk permodelan rumus dari metode *cell splitting* ini terdapat beberapa persamaan yang menggunakan pola pemisahan 4:1, dimana pola ini menyebabkan *radius* (jari-jari *cell*) adalah setengah *radius* *cell* lama(Vijay Garg (2007), sehingga untuk melakukan pengecilan lebar *cell* / *radius* *cell* digunakan persamaan *microcell* yaitu :

$$Area\ cell\ baru = \frac{Area\ cell\ lama}{4} \quad \dots \dots \dots \text{Pers 2.2}$$

$$(\text{bebán trafik baru}) / \text{area} = 4 \times (\text{bebán trafik lama}) / \text{area} \quad \dots \dots \dots \text{Pers 2.3}$$

Terjadinya pemecahan *cell* maka akan menimbulkan teciptynya area layanan baru yang berbatasan area layanan lama, untuk melakukan efisiensi daya maka perlu dilakukan perhitungan daya pancar pada batas *cell* lama dengan *cell* baru, untuk perhitungan daya pada daerah batas *cell* dapat digunakan rumus (Ikim A.G, Ryan. P, 2017).

$$Pr \text{ batas cell lama} = \alpha Pr0 R0^{-\gamma} \quad \dots \dots \dots \text{Pers 2. 4}$$

$$Pr \text{ batas cell baru} = \alpha Pr_l \left(\frac{R_0}{2}\right)^{-1} \quad \dots \dots \dots \text{Pers 2.5}$$

Untuk tipe *radio mobile environment*, $\gamma = 4$ daya yang diterima diatur sehingga besarnya menjadi sama antara satu dengan yang lainnya (Hasanah Putri, 2019), selanjutnya dari persamaan (4) dan (5) didapatkan persamaan

$$Pr = \frac{Pl_0}{16} \quad \dots \dots \dots \text{Pers 2.6}$$

Dengan kata lain, daya yang dipancarkan oleh sebuah *cell* baru harus diperkecil 12 dB untuk mengisi cakupan wilayah asli dengan *mikrocell*. Saat *cell splitting* dilakukan nilai jarak dari faktor *frekuensi reuse* selalu konstan, untuk trafik *load* meningkat sebesar empat kali diarea yang sama setelah *cell* lama

dipecah menjadi empat *cell* baru, ketika pemecahan berlanjut maka untuk menghitung trafik *load* digunakan persamaan umum trafik *load*.

$$TL_{acs} = (4)^n \times TL_{scs} \quad \dots \dots \dots \text{Pers 2. 7}$$

Dimana:

TL acs = trafik *load* setelah *cell splitting*

TL scs = trafik *load* sebelum *cell splitting*

Nilai n adalah berapa kali dilakukan pemecahan, jika n = 1 maka *cell* lama terpecah menjadi 1 *cell* baru, sehingga dalam satu kali pemecahan *cell* trafik *load* akan meningkat menjadi 4 kali trafik *load* *cell* lama untuk 1 km² pengecilan area *cell* lama (D.Y.B.Q, 2014)(Hasanah Putri, et all 2019). Karena menggunakan pola 4:1 sehingga untuk posisi *cell* baru berada diantara dua *cell* lama sebelum *splitting* (Vijay Garg, 2007).

2.5 *Macrocell*

Jenis ini yang paling gampang dilihat, sebab ditempatkan di atas gedung tinggi atau tower dengan ketinggian sekitar 50 meter. *Macrocell* memiliki *transmit power* yang lebih tinggi dan *coverage* lebih luas. Umumnya *macrocell* banyak ditempatkan di daerah pinggiran kota yang mempunyai tingkat kepadatan rendah (*low traffic*) dan sesuai bagi pelanggan yang membutuhkan mobilitas tinggi. Jarak jangkauan bisa berbeda antar operator, tergantung desain yang dibutuhkan. Maksimum *macro cell* mempunyai jangkauan hingga 35 Km, pada realitasnya *macro cell* hanya beroperasi hingga 20 Km saja. Ini disebabkan adanya halangan-halangan yang mengganggu penetrasi sinyal(Vijay Garg, 2007).

2.6 Microcell

Jenis ini biasanya ditempatkan di pinggiran jalan atau di sela-sela pojok gedung. *Microcell* dirancang bagi komunikasi pelanggan dengan tinggi kepadatan tinggi. Namun, memiliki mobilitas rendah. *Microcell* memiliki *coverage* yang kecil tetapi kapasitasnya besar dengan *transmit power* yang rendah. Biasanya antennanya cukup dipasang di plafon atau langit-langit suatu ruangan dan ada juga tanpa antena alias ditempel pada dinding. *Microcell* sendiri dibagi ke dalam *microcell*, *picocell*, dan *nanocell*. Maksimumnya *microcell* mempunyai jangkauan antara 500 meter hingga 1 Km (Vijay Garg, 2007).

2.7 Drive test

Drive test merupakan salah satu bagian pekerjaan dalam optimasi jaringan radio. Tujuan drive test adalah mengumpulkan informasi jaringan secara real di lapangan. Informasi yang dikumpulkan merupakan kondisi aktual *Radio Frequency* (RF) di suatu *Base Transceiver Station* (BTS) maupun dalam lingkup *base station sub-system* (BSS) yang dilakukan dengan mobil sehingga pengukuran dilakukan bergerak. Perjalananpun dilengkapi dengan peta digital, GPS, handset dan *software drive test*, seperti Agilent, Nemo (Nokia), TEMS (Ericsson), dan Rohde & Schwarz.

Drive Test dilakukan pada beberapa kondisi :

- a) *Drive Test* awal yang dilaksanakan ketika suatu BTS telah selesai di-instal untuk mengetahui data awal suatu BTS juga menunjukkan tingkat kelayakan suatu jaringan.
- b) *Drive Test* dalam rangka memonitoring performansi BTS baik terjadwal maupun by event.

Adapun tujuan dari *drive test* adalah :

1. Mengetahui kondisi aktual gelombang radio (sinyal) dari suatu BTS (*Base Transceiver Station*) maupun element BSS (*Base Station Subsystem*) pada khususnya, dan dari suatu *Network Sellular* pada umumnya.
2. Mengetahui Informasi-informasi optimisasi jaringan sellular fundamental, seperti :level daya terima (RSRP), kualitas sinyal terima (RSRQ), *quality of voice baseon user experiences* (SQI), jarak antara EnodeB dan UE atau *timing advance* (TA), interferensi (SINR), dan juga untuk melihat proses *handovernya*.
3. Membantu dalam analisis dan mendeskripsikan statistik sistem telekomunikasi sellular, karena drivetest dapat dilakukan dalam :
 - proses mempersiapkan suatu network (*RF Tuning Drivetest*)
 - proses memperbaiki dan memaintain suatu *network* (*RF Optimization Drive test*). Dimana kedua proses tersebut merupakan 20% dari kegiatan Optimisasi Jaringan Selluler itu sendiri.

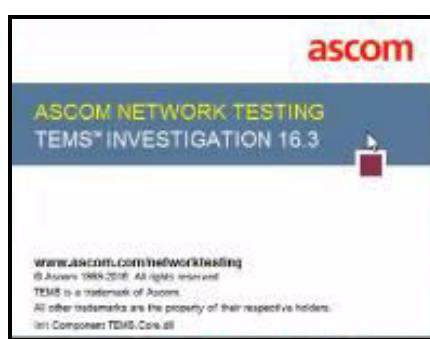
Jenis-jenis pengukuran *drive test*

1. *Idle Mode* yaitu mengukur kualitas sinyal yang diterima MS dalam keadaan idle (tidak melakukan call/sms). Biasanya mode ini dilakukan hanya untuk mengetahui signal streight suatu area yg terindikasi low signal/no service.
2. *Dedicated/Coneccted Mode* yaitu pengukuran kualitas sinyal diikuti dengan pendudukan kanal (donwload/upload ke destination tertentu). Untuk mengukur dan mengidentifikasi kualitas *troughtput*.

3. QoS Mode yaitu pengukuran kualitas sinyal diikuti dengan pendudukan kanal dengan metode *call set up* dan *call end* dengan formula *time / command sequence* tertentu.

Aplikasi yang digunakan saat *drive test*

Aplikasi yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa macam aplikasi yakni TEMS Analyzer, Mapinfo, Google Earth dan Global Mapper. *TEMS* adalah singkatan dari *Test Mobile System* yang merupakan perangkat untuk *men-setting* dan *maintaining* jaringan *seluler*. Perangkat *TEMS* ini merupakan keluaran *Ericsson* untuk *drivetest*. Salah satu fitur utama dari *TEMS* adalah menggunakan ponsel dengan bagian radio standar dan daya standar, yaitu suatu ponsel biasa dengan perangkat lunak yang sudah dimodifikasi. Maka dari itu *TEMS* akan berperilaku sama seperti ponsel standar. Namun memiliki fitur tambahan sebagai pengumpul informasi tentang level sinyal dan kualitas sinyal dan banyak lagi yang dipancarkan oleh *BTS*. *TEMS* juga mampu mengolah data kembali hasil *logfile* atau *record* yang didapatkan saat *drivetest*.



Gambar 2.3 TEMS *Investigation 16*

Google Earth adalah sebuah aplikasi *3D* yang memungkinkan untuk melakukan pemetaan *cluster*. Aplikasi ini didukung dengan *zooming*

in/zooming out sehingga memudahkan praktikan dalam perencanaan jalur.

Berikut tampilan logo *Google Earth*.

Setelah data jalur *drive test* telah selesai maka *file* tersebut dikonversi kedalam bentuk format *.tab* agar dapat terbaca didalam aplikasi *MapInfo Pro*. Karena sebagai jalur yang sudah terintegrasi, aplikasi *MapInfo Pro* digunakan sebagai peta jalur *drivetest* yang sudah didesain sedemikian rupa. Untuk merubah format data atau *export* data jalur yang dihasilkan oleh aplikasi *Google Earth* ke format *MapInfo* dibutuhkan sebuah aplikasi bernama *GlobalMapper*.



Gambar 2.4 *Global Mapper*

2.8 Atoll

Atoll adalah model dan optimasi program multi teknologi jaringan yang berskala dan fleksibel yang mendukung keseluruhan jaringan *wireless* operator dari model awal untuk proses perancangan dan optimasi. *Atoll* juga merupakan sistem informasi terbuka yang mudah terhubung dengan aplikasi IT yang lain dan meningkatkan produktivitas. Dengan mengutamakan perkembangan alat dan modul pelengkap yang tersedia secara komersial. *Atoll* di desain untuk bekerja di berbagai kondisi dari perorangan hingga perusahaan besar yang didasarkan oleh kofigurasi menggunakan komputer. *Atoll* mendukung GSM / GPRS / EDGE, UMTS / HSPA, LTE, CDMA20001xRTT/EV-DO, TD-SCDMA, WiMAX, NB

IoT dan *Link Microwave*. Modul *Atoll LTE* adalah alat perencanaan jaringan pertama yang tersedia di pasaran. *Atoll* telah digunakan untuk penggeraan projek jaringan di seluruh dunia. Modul ini adalah hasil dari program R&D pada teknologi 4G yang dikembangkan oleh Forsk dengan strategi kerjasama yang mencakup *vendor* dan operator terpandang di dunia. Berikut ini adalah beberapa fitur yang disediakan oleh Modul *Atoll LTE* :

1. Network and Radio Parameter Modelling

- a. Mendukung bermacam-macam band frekuensi, *channel bandwidth* dan frekuensi sampling.
- b. Mendukung metode dupleks TDD dan FDD.
- c. Mendukung parameter LTE OFDMA (DL) dan SC-FDMA (UL).
- d. Mendukung tipe *multiple modulation* dan skema koding.
- e. Mendukung penggunaan MIMO.

2. Simulasi dan Analisis

- a. Simulator LTE *Monte-Carlo* dengan kontrol *power*, RRM lanjutan dan algoritma yang tertata, mendukung penggunaan MIMO.
- b. Hasil simulasi dari prediksi yang dilakukan mencakup sebagai berikut:
 - a) Analisa sel dan cakupan jaringan.
 - b) Analisa *Uplink* dan *downlink interference*.
 - c) Prediksi *cakupan uplink* dan *downlink*.
 - d) Prediksi cakupan *throughput uplink* dan *downlink*.
 - e) Prediksi indikator kualitas dari *uplink* dan *downlink*.
 - f) Prediksi jumlah *throughput* yang dihasilkan.
- c. Kapasitas perencanaan.

3. GSM/UMTS/LTE dan CDMA2000/LTE *co-planning*

- a. *Site sharing*.
- b. Tampilan simulasi dan analisis 2G/3G dan jaringan LTE.
- c. *Inter-technology handover*.
- d. Analisa *inter-technology interference* (UMTS/LTE, CDMA2000 /LTE).
- e. *Automatic Cell Planning*.

2.9 Parameter *Key Perfomance Indicator (KPI)*

Parameter *Key Perfomance Indicator (KPI)* adalah tolak ukur yang digunakan untuk memeriksa kondisi jaringan seluler ketika melakukan pengukuran menggunakan cara *drive test* maupun *walktest*. (Efriyendro, 2017)

Adapun parameter KPI yang digunakan untuk mengukur kondisi dan kualitas jaringan 4G LTE adalah sebagai berikut :

1. *Throughput*

Throughput adalah kecepatan rata-rata data yang diterima oleh suatu suatu node dalam selang waktu pengamatan tertentu. *Throughput* juga merupakan *bandwidth* aktual yang terukur pada suatu ukuran waktu tertentu dalam suatu hari menggunakan rute *internet* yang spesifik ketika sedang men-*download* suatu *file*. Rumus *throughput*:

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah data yang dikirim}}{\text{Waktu pengiriman data}} \dots \dots \dots \text{Pers.2.8}$$

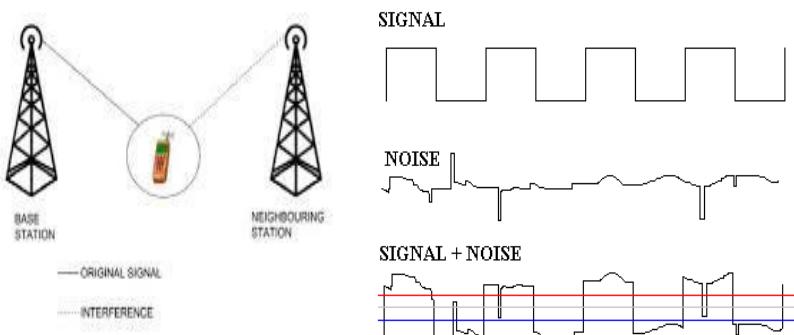
Berikut *range throughput* pada tabel (Javandra, 2018).

Tabel 2.2 *Range Throughput (kbps)* (Javandra, 2018)

Throughput	Color	Strength (kbps)
Excellent	Purple	14000 =< x
Good	Blue	7000 =< x < 14000
Low	Green	1000 =< x < 7000
Very Low	Yellow	512 =< x < 1000
Bad	Red	X < 512

2. SINR

Menurut Efriyendro (dalam Kusumo, 2015) “SINR (*Signal to Interference Noise Ratio*) merupakan rasio antara rata-rata *power* yang diterima dengan rata-rata *interference* dan *noise*”. Semakin baik sinyal besar nilai *SINR* suatu sinyal maka semakin baik kualitas sinyal tersebut begitu sebaliknya. Menurut Xienchang Zhang (dalam LTE Optimazation Handbook, 2018) SINR adalah parameter pengukuran yang menunjukkan kualitas saluran RF, yang menggunakan sinyal referensi dipancarkan dalam setiap subbingkai dan dibawa dalam setiap rata-rata perdetik yang keluar dari enB, sehingga SINR dapat mempengaruhi *troughput*.



Gambar 2.5 Ilustrasi SINR dan *noise*

SINR dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{SINR} = S / (I+N) \quad \dots \dots \dots \text{Pers. 2.9}$$

Dimana:

S = Rata-rata kuat sinyal (RSRP).

$I = Power$ rata-rata interferensi.

$N = Power\ Noise.$

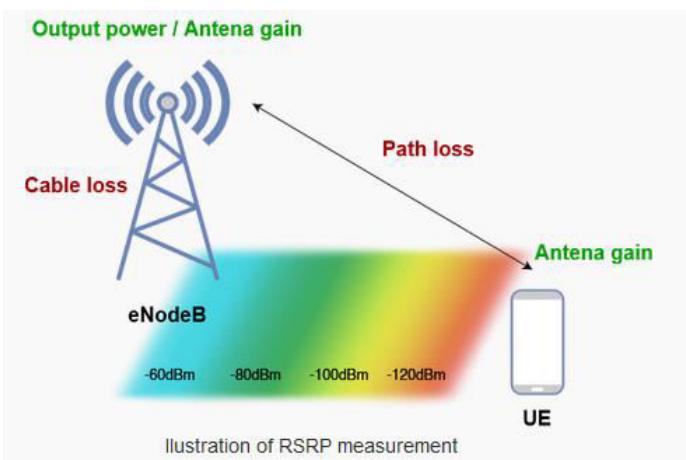
Berikut *range* SINR pada tabel 2.3

Tabel 2. 3 Range nilai SINR (dB) (Javandra, 2018)

SINR	Color	Strength (dB)
<i>Excellent</i>	<i>Blue</i>	$20 \leq x$
<i>Good</i>	<i>Green</i>	$13 \leq x < 20$
<i>Low</i>	<i>Yellow</i>	$0 \leq x < 13$
<i>Bad</i>	<i>Red</i>	$x < 0$

3. RSRP

RSRP merupakan sinyal *LTE power* yang diterima oleh user dalam frekuensi tertentu. Pada teknologi 2G parameter ini bisa dianalogikan *RxLevel*, sedangkan pada 3G sebagai RSCP. Semakin jauh jarak antara *site* dan *user*, maka semakin kecil pula *RSRP* yang diterima oleh *user*. *RS* merupakan *Reference Signal* atau *RSRP* di tiap titik jangkauan *coverage*. *User* yang berada di luar jangkauan maka tidak akan mendapatkan layanan *LTE*. Berikut gambar *serving cell* oleh BTS ke user ditunjukkan oleh gambar 2.5. (Efriyendro, 2017)



Gambar 2.6 Ilustrasi RSRP (<https://comtech.vsb.cz/qualmob>)

Dari Gambar 2.6 dapat dijelaskan *service* dari suatu *site* yang biasa dianalogikan dengan *reference signal*, semakin dekat dengan *serving site*, semakin baik kuat sinyal yang diterima, akan tetapi saat

menjauh dari *coverage serving site* semakin buruk kuat sinyal yang diterima. Selain faktor kondisi lapangan yang mempengaruhi daya sinyal yang diterima, faktor dari site itu sendiri juga dapat mempengaruhi kuat sinyal yang diterima.

Faktor dari *site* yang menyebab terjadinya daya sinyal yang rendah :

- Arah Antena
- Tinggi Antenna
- Daya Pemancaran
- *Missing Neighbor*
- Lokasi *site*
- Kesalahan Pada Perangkat Keras
- *Cell* Tidak Berfungsi

Perhitungan nilai RSSP dapat dirumus sebagai berikut :

$$\text{RSRP (dBm)} = \text{RSSI (dBm)} - 10 * \log (12 * N) \dots \dots \dots \text{Pers 2.10}$$

Dimana :

RSSI = Indikator kekuatan sinyal.

N = Jumlah RB (*Resource Block*) RSSI dan tergantung pada *bandwidth* yang diukur. Berikut *range* daya penerima pada tabel *Range* nilai RSRP

Tabel 2. 4 *Range* nilai RSRP (dB) (Javandra, 2018)

RSRP	Color	Strength (dBm)
<i>Excellent</i>	<i>Blue</i>	$-80 \leq x$
<i>Good</i>	<i>Green</i>	$-95 \leq x < -80$
<i>Low</i>	<i>Yellow</i>	$-110 \leq x < -95$
<i>Bad</i>	<i>Red</i>	$x < -110$

2.10 Badspot

Sama halnya dengan *bad signal*, *Bad spot* juga merupakan kondisi pada suatu titik wilayah yang memiliki kualitas sinyal buruk berdasarkan tiga parameter dasar yakni RSRP, SINR dan *Throughput* dengan menggunakan nilai KPI (*Key Performance Indicator*) sebagai indikator pembanding. Namun memiliki *action* yang berbeda dalam penanganannya dari *bad signal*. Penentuan titik *bad spot* berdasarkan dua hal, diantaranya (Javandra, 2018):

1. User

Jumlah calon *user* pada kategori *bad spot* tidak berbeda dari kategori *bad signal* yaitu minimal sebanyak 200 calon *user*. Banyaknya *user* ini juga dapat diketahui dari data BPS (Badan Pusat Statistik) serta didukung oleh citra permukiman melalui satelit. (Javandra, 2018)

2. Wilayah

Panjangnya cakupan wilayah *bad spot* berbeda dari panjang wilayah *bad signal*, yaitu kurang dari 2 km terhitung dari panjangnya data kualitas sinyal yang didapat selama proses *drivetest*. Panjangnya wilayah kualitas sinyal ini berdasarkan jarak jangkauan sinyal rata-rata oleh setiap BTS sub urban dan urban. Sehingga dapat dijangkau oleh sinyal BTS terdekat. (Javandra, 2018)

3. Action

Berdasarkan data *bad spot* pada suatu wilayah tertentu kemudian dilakukan tahapan lanjutan dengan melakukan *physical tunning* pada BTS terdekat untuk mengatasi permasalahan tersebut. *Physical tunning* terdiri dari *Mechanical Tilting* (MT) dan *Electrical Tilting* (ET).

Mechanical Tilting adalah mengatur *coverage area* pancaran sinyal pada suatu BTS sedangkan *Electrical Titing* adalah mengatur jarak pancar sinyal pada suatu BTS berdasarkan *azimuth antenna*, yaitu berdasarkan ketinggian *antenna* pemancar pada BTS. *Physical tunning* ini dapat menjangkau wilayah *bad spot* kurang dari 2 km. Namun tidak mampu menjangkau wilayah *bad spot* lebih dari 2 km karena akan mengganggu wilayah yang sudah terjangkau sebelumnya. (Javandra, 2018)

2.11 *Bad Signal*

Bad signal adalah kondisi pada suatu titik wilayah yang memiliki kualitas sinyal buruk berdasarkan tiga parameter dasar yakni RSRP, SINR dan *throughput* dengan menggunakan nilai KPI (*Key Performance Indicator*) sebagai indikator pembanding. Penentuan titik *bad signal* berdasarkan dua hal, diantaranya (Javandra, 2018):

1. *User*

Jumlah calon *user* pada kategori *bad signal* adalah minimal sebanyak 200 calon *user*. Banyaknya calon *user* ini dapat diketahui dari data BPS (Badan Pusat Statistik) dan juga didukung oleh citra permukiman melalui satelit. Dengan menggunakan citra satelit, jumlah pemukiman pada suatu wilayah tersebut dapat ditampilkan secara nyata. Sehingga dapat menjadi pertimbangan sebagai calon *user active*. (Javandra, 2018)

2. *Wilayah*

Cakupan wilayah *bad signal* adalah lebih dari 2 km terhitung dari panjangnya data kualitas sinyal yang didapat selama proses *drivetest*. Panjangnya wilayah kualitas sinyal ini berdasarkan jarak jangkauan sinyal

rata-rata oleh setiap BTS sub urban dan urban, 5.86 km untuk wilayah sub urban dan 0.7 km untuk urban. Sehingga tidak dapat dijangkau oleh sinyal BTS terdekat. (Javandra, 2018)

3. Action

Berdasarkan data *bad signal* pada suatu wilayah tertentu kemudian dilakukan tahapan lanjutan dengan membangun *new site* BTS untuk mengatasi permasalahan tersebut. Dikarenakan tidak dapat diatasi dengan mengatur arah *antenna* pada BTS terdekat untuk menjangkau area *bad signal* tersebut. (Javandra, 2018)

2.12 Red Indicator

Tabel 2.5 *Red indicator* (Javandra, 2018)

<i>Red</i> indikator (%)	RSRP/RSSI	SINR	<i>Throughput</i>
0 = $x \leq 10$	<i>Excellent</i>	<i>Excellent</i>	<i>Excellent</i>
10 = $x \leq 20$	<i>Good</i>	<i>Good</i>	<i>Good</i>
20 = $x < 30$	<i>Poor</i>	<i>Poor</i>	<i>Poor</i>
$x > 30$	<i>Bad</i>	<i>Bad</i>	<i>Bad</i>

Red indicator adalah suatu bagian dari KPI yang menunjukkan persentase baik buruknya kualitas sinyal secara keseluruhan. Diantaranya terdapat empat kategori *range* nilai persentase, yakni 0 hingga 10 % menunjukkan kualitas yang sangat bagus, 0 hingga 20% menunjukkan kualitas baik, 20 hingga 30% menunjukkan kualitas cukup buruk dan lebih dari 30% sebagai kategori buruk. (Javandra, 2018)

2.13 Link Budget

2.13.1 Capacity Planning

Capacity Planning adalah perencanaan jaringan seluler berdasarkan perhitungan kapasitas layanan pada sebuah BTS/eNB serta banyaknya site yang diperlukan untuk mencakup suatu wilayah. Pendekatan ini dipengaruhi oleh jumlah Enb, teknologi akses, luas wilayah layanan, besar trafik, dan lebar pita bandwidth.

Untuk menentukan kapasitas site yang diperlukan untuk melayani sebuah daerah terlebih dahulu menentukan model propagasi yang digunakan, tipe propagasi yang sering digunakan antara lain :

- a) Okumura hatta

$$L_p = 69,55 + 26,16 \log f - 1,382 \log h_B - CH + [44,9 - 6,55 \log h_B] \log d$$

Pers.2.11

- b) Cost 231 hatta

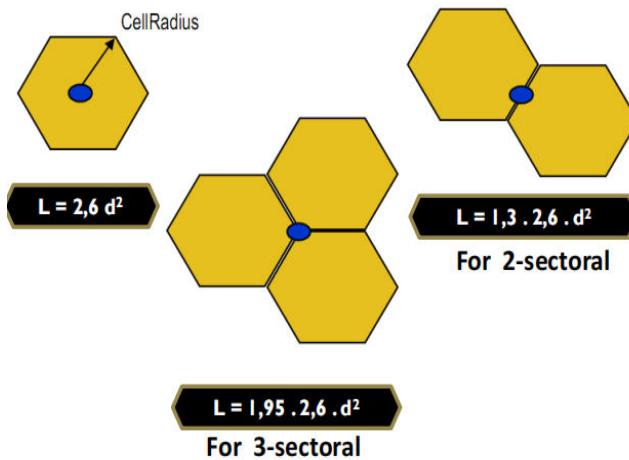
Cost 231 hatta adalah model propagasi yang digunakan untuk jaringan seluler dengan frekuensi 1000 sampai 2000 MHz, adapun persamaanya seperti berikut :

$$L_p = 46,3 + 33,9(\log f) + 13,82 \log h_T - a(h_R) + (44,9 - 6,55 \log h_T) \log d \dots \dots \dots \text{Pers.2.13}$$

- c) Pathloss SUI

$$L_p = 109,78 + 47,9 \log(d/100) \dots \dots \dots \text{Pers.2.14}$$

Setelah ditentukan model propagasi yang digunakan maka dapat dilakukan perhitungan besar luas / area *cell* yang dapat dilayani oleh satu eNB dengan memanfaatkan nilai radius *cell* (*d*) yang ada pada persamaan model propagasi yang digunakan, perhitungan besar luas *cell* dihitung menggunakan rumus luas *cell* seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.8 berikut :



Gambar 2.7 Perhitungan Luas *Cell* (*Floatway Learning Center*, 2016)

Setelah didapatkan luas *cell* maka dapat ditentukan jumlah eNB yang diperlukan untuk melayani pengguna jaringan suatu wilayah dengan menggunakan perhitungan oleh rumus berikut :

$$\text{NenodeB} = \frac{\text{Total Area}}{L} \quad \dots \dots \dots \text{Pers 2. 15}$$

Dimana NenodeB adalah jumlah site yang diperlukan untuk menlayani sebuah wilayah, sementara L adalah jumlah *radius cell* dari satu eNB yang melayani daerah layanan tersebut.

2.13.2 *Coverage Planning*

Coverage planning adalah proses perencanaan jaringan yang penting dalam pentransmisian jaringan seluler untuk menentukan wilayah-wilayah yang terjangkau layanan jaringan seluler. Tahapan ini ditentukan dari beberapa komponen berupa model propagasi sebenarnya berdasarkan area medan, kekacauan dan populasi, model propagasi adalah model yang sangat sederhana dalam memprediksi sifat perambatan sinyal dalam bentuk yang akurat. Pada LTE antar muka udara dan sinyal radio elektronik menjadi beda dari yang telah ditransmisikan, memodelkan dan simulasi menggunakan perencanaan RF untuk

sel LTE memberikan manfaat mengenai unjuk kerja cakupan sebuah kisi tertentu dalam area yang spesifik (Saludin, 2014).

Adapun coverage dipengaruhi oleh beberapa komponen seperti model propagasi, tilting antena, gain, daya transmisi, dan *maximum allowed pathloss* (MAPL). MAPL adalah besar redaman / pelemahan sinyal yang ditransmisikan eNB, MAPL terbagi dua yaitu uplink dan downlink dapat diketahui dari perhitungan menggunakan rumus :

$$\text{MAPL}_{\text{downlink}} = \text{EiRP} - \text{Rx Sensitivity-interference margin-control channel overhead} + \text{Rx antena gain} - \text{body loss} \dots \text{Pers 2.16}$$

$$\text{MAPL}_{\text{uplink}} = \text{EiRP} - \text{Rx Sensitivity} - \text{interference margin} - \text{TMA gain} + \text{Rx antena gain} - \text{loss system} \dots \text{Pers 2.17}$$

$$\text{EiRP} = \text{Tx power} + \text{Tx antena gain} - \text{body / loss system} \dots \text{Pers 2.18}$$

$$\text{Rx Sensitivity} = \text{Noise figure} + \text{thermal noise} + \text{SINR} \dots \text{Pers 2.19}$$

Selain menggunakan persamaan diatas, MAPL juga dapat dicari dengan memanfaatkan persamaan model propagasi yang digunakan dalam perencanaan jaringan, karena MAPL sama dengan nilai L_p pada persamaan model propagasi dengan syarat nilai *radius cell* ke UE (d) sudah diketahui dan beberapa komponen penyusun MAPL pada persamaan diatas tidak diketahui nilai pastinya (Dikki Chandra et al, 2018).

Selain MAPL *coverage* juga dipengaruhi oleh tilting dan ketinggian antena, tilting adalah besar sudut pancar antena baik secara fisik maupun elektrikal, nilai tilting berkisar dari 0,1,2,dan 3, semakin besar nilai tilting maka sudut pancar menjadi kecil dan *lobb* pancaran antena akan mengecil namun *side lobb* melebar (Citius, 2019).

Untuk mengukur ketinggian antena dihitung menggunakan rumus sudut istimewa *phytagoras* yaitu :

$$\tan x = \frac{y}{z} \quad \dots \dots \dots \text{Pers 2.20.}$$

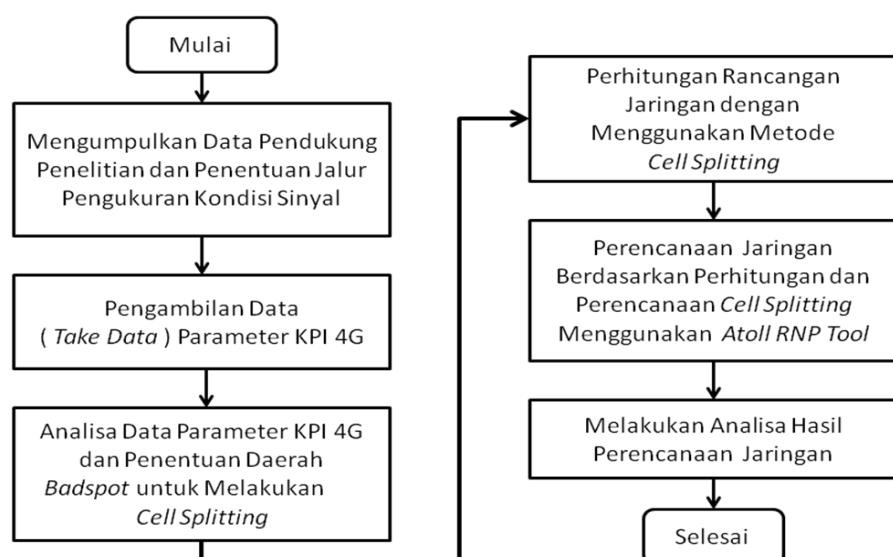
Dimana x adalah besar sudut *tilting* antena (1,2,3...dst), y adalah tinggi antena dan z adalah *radius* dari *cell* yang akan dibangun, setelah mendapatkan ketinggian antena maka perlu memperhitungkan bahwa ketinggian tersebut belum efektif, untuk mendapatkan ketinggian efektif antena maka harus ditambah dengan ketinggian antena UE (*hre*) sekitar 1,5 meter karena biasanya UE berada pada ketinggian tersebut saat digunakan (Fiqhi, et all, 2020).

BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian penggunaan metode *cell splitting* dalam perencanaan optimasi perfomansi jaringan 4G LTE FDD 1800 MHz di Kecamatan Kuranji ini menggunakan teknik pengambilan data observasi terhadap kondisi jaringan 4G LTE FDD 1800 MHz dengan metode *drive test connected mode* dan studi dokumen pendukung penelitian. Teknik pengolahan data melalui beberapa proses yang harus dilakukan agar mendapatkan hasil yang diharapkan dari penelitian ini, seperti yang digambarkan pada gambar alur penelitian dibawah ini:



Gambar 3.1 Alur Penelitian

Pada alur diatas terdapat beberapa proses yaitu :

- 1) Mengumpulkan Data Pendukung Penelitian.

Proses ini merupakan proses pertama dari penelitian, untuk efektifnya kegiatan penelitian ini sebelum melakukan pengukuran perfomansi sinyal terlebih dahulu harus memiliki landasan terhadap daerah yang ditest

apakah diperlukan melakukan optimasi jaringan *cell splitting* atau tidak, data yang digunakan sebagai pendukung antara lain data kependudukan, data monitoring *site/enB*, data *cellfile*.

- 2) Penentuan Jalur Pengukuran Kondisi Sinyal dan Pengambilan Data (*Take Data*) Parameter KPI 4G.

Untuk menghemat waktu dan biaya juga harus ditentukan jalur yang mesti dilewati saat *drive test* supaya daerah yang dilewati memang daerah yang benar untuk dilakukan tes. Proses pengambilan data dilakukan menggunakan metode *drive test connected mode*. *Connected mode* adalah proses pengukuran perfomansi sinyal diikuti dengan pendudukan kanal (*download / upload*) (Anggun, 2019). Pengambilan data menggunakan *tool drive test* yaitu *tems pocket* yang dilakukan sambil berkendara pada jalur yang telah ditentukan. Pengambilan data dilaksanakan pada saat jam sibuk mulai jam 09:00 sampai jam 15:00 WIB karena pada jam ini kerap terjadi lonjakan trafik (citus, 2020) dan dilakukan minimal dua kali untuk mendapatkan hasil yang lebih relevan. Data yang diambil adalah data parameter kualitas KPI seperti RSRP, SINR, dan *troughtput* (Efriyendro, 2017). Data ini nantinya digunakan sebagai acuan dengan hasil monitoring perfomansi *site* untuk menentukan daerah yang bisa dilakukan *cell splitting* (Hasanah Putri, et all, 2019).

- 3) Analisa Data Parameter KPI 4G dan Penentuan Daerah *Badspot* untuk Melakukan *Cell Splitting*.

Proses ini menggunakan metode analisa deskriptif yang bertujuan menganalisa data yang didapatkan pada saat pengukuran parameter KPI 4G LTE yang berguna menentukan kondisi jaringan pada daerah yang

telah ditest apakah memiliki kondisi jaringan yang baik atau buruk, bila kondisi jaringan pada daerah tersebut buruk dan memiliki trafik tinggi maka daerah tersebut dijadikan daerah *badspot* sebagai objek pada penelitian ini, pada daerah *badspot* ini nantinya akan dilakukan optimasi menggunakan metode *cell splitting* dan menjadi titik pendirian *enodeB/site* hasil perencanaan optimasi nantinya.

- 4) Perhitungan Rancangan Jaringan dengan Menggunakan Metode *Cell Splitting*.

Pada proses ini dilakukan perhitungan dan perencanaan jaringan baik secara *capacity* maupun *coverage* pada daerah *badspot* menggunakan metode *cell splitting*, hasil dari perhitungan dan perencanaan ini akan menjadi dasar untuk dilakukan simulasi pada software atoll. Perhitungan dilakukan menggunakan rumus *cell splitting* serta rumus *capacity and coverage planning* yang terdapat pada persamaan 2.1 sampai 2.7 bab II.

- 5) Melakukan Perencanaan Jaringan Berdasarkan Perhitungan *Cell Splitting* Menggunakan *Atoll Radio Network Planning Tool*

Pada proses ini dilakukan perencanaan untuk menguji perhitungan dan perencanaan jaringan menggunakan metode *cell splitting* sebelumnya, apakah hasil perencanaan dan perhitungan tersebut membuat peningkatan kualitas jaringan pada daerah tersebut atau tidak. Perencanaan dilakukan dengan *atoll radio network planning tool* dengan memasukan data *cell* dan menginput perencanaan yang telah dibuat dalam konfigurasi *transmitter* dan *site* yang terdapat pada *atoll radio network planning tool*.

6) Analisa Hasil Perencanaan Jaringan

Proses ini menggunakan teknik analisa deskriptif yang bertujuan menelaah data yang ditampilkan saat simulasi menggunakan *atoll network planning tool*, pada proses ini data ditelaah dengan teliti, parameter-parameter yang digunakan diamati apakah menampilkan hasil yang diinginkan atau tidak. Kualitas jaringan dan trafik juga diperiksa dan dihubungkan dengan teori trafik dan peningkatan kualitas jaringan, apabila terjadi peningkatan dari segi kualitas dan kapasitas maka penelitian berhasil.

3.2 Penentuan Jalur *Drive Test*

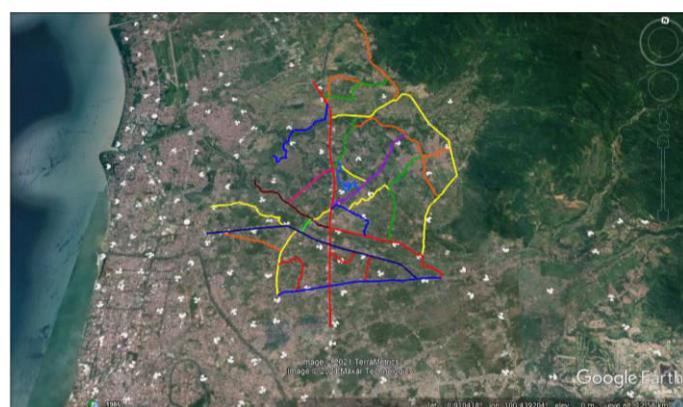
Penentuan jalur *drive test* memiliki peran yang penting dalam penelitian ini, sebelum melakukan *drive test* terlebih dahulu ditentukan daerah yang akan dilakukan tes supaya pengetesan bisa berjalan lebih efektif dan tidak ada daerah yang terlewat maupun terjadi pengambilan data kembali di daerah yang sudah dites sehingga menghilangkan resiko kerusakan data maupun kesalahan dalam penganalisaan. Dalam penentuan jalur ini penulis berpatokan kepada dua hal penting yaitu ketersediaan jaringan 4G LTE FDD 1800 MHz dan keberadaan *user*, untuk perencanaan jalur digunakan aplikasi *google earth*, sementara untuk pemetaan jaringan 4G LTE FDD 1800 MHz menggunakan citra satelit dari *website* nperf.com sedangkan untuk pemetaan *user* digunakan data penduduk yang didapatkan dari BPS kota Padang (yoga saputra,2019)..

Daerah pengetesan berada dalam wilayah Kecamatan Kuranji dan sudah tersedia jaringan LTE FDD 1800 MHz oleh *provider* tri pada jalur tersebut, sehingga jalur yang dibuat semuanya berada dalam wilayah Kecamatan Kuranji seperti pada peta gambar 3.2 berikut :



Gambar 3.2 Peta Wilayah Kuranji

Selain itu daerah yang dilalui saat drivetest merupakan daerah yang banyak memiliki *user* dan diutamakan pada jalan-jalan yang besar yang sering dilalui masyarakat, penentuan daerah yang memiliki banyak *user* diambil dari data perkelurahan dari data penduduk kecamatan Kuranji yang berasal dari BPS kota Padang dan juga dilihat dari pencitraan satelit *google map* dengan melihat keberadaan rumah penduduk, sehingga didapatkan jalur yang efektif seperti pada gambar 3.3:



Gambar 3.3 Rencana Jalur *Drive Test*

3.3 Persiapan *Drive Test*

Sebelum dilakukannya perencanaan optimasi ini terlebih dahulu yang harus dilakukan yaitu mengetahui kualitas sinyal pada daerah yang akan

dioptimasikan, dari hasil *drive test* baru dapat dilakukan pengoptimasian menggunakan metode yang telah penulis tentukan. Dalam perencanaan optimasi, kegiatan yang dilakukan harus berdasarkan dari data yang didapatkan, keberadaan *user*, ketersediaan jaringan 4G LTE FDD 1800 MHz, dan kondisi jaringan pada area yang menjadi objek penelitian ini.

3.3.1 Peralatan *Drive Test*

Adapun peralatan *drive test* yang digunakan penulis pada penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1) *Laptop*

Laptop berfungsi sebagai tempat menampilkan aplikasi untuk menganalisa hasil parameter *drive test*, simulasi jaringan yang akan dilakukan pada penelitian ini, dan menampilkan *map jalur drive test* yang telah ditentukan. Spesifikasi *laptop* yang digunakan minimal memiliki RAM 2 GB dengan prosesor minimal intel i3, amd A9 atau prosesor yang sebanding

2) *Smartphone Tems Pocket*

Smartphone Tems Pocket adalah *smartphone* yang dirancang khusus untuk menjalankan aplikasi *drive test Tems Pocket* dan menampilkannya secara visual, pada *smartphone* ini sudah terpasang aplikasi *Tems Pocket* dengan fitur-fitur yang mampu mendukung kegiatan *drive test*, jenis *smartphone* yang penulis gunakan adalah *Samsung Galaxy S5 SM-G900I* yang telah dirancang khusus untuk aplikasi *Tems Pocket*.

3) *Dongle HASP4*

Dongle HASP4 adalah sebuah *hardware* yang berisi gabungan *hardware key protection* dan *software* yang terkoneksi dengan *software Tems discovery*, *hardware* ini berfungsi memeriksa *hardware* dan *software key*

untuk menjalankan aplikasi *Tems Investigation*, jika *dongle HASP4* menemukan bahwa *software key* yang digunakan tidak valid maka aplikasi *Tems Investigation* tidak dapat dijalankan sebagaimana mestinya.

4) Kabel Data

Kabel data / kabel USB berfungsi sebagai media transmisi data untuk memindahkan data *record* hasil *drive test* dari *smartphone tems pocket* kepada *laptop* yang digunakan untuk menjalankan aplikasi *Tems Investigation*.

5) *Inverter*

Inverter adalah 2 buah kabel yang memiliki muatan positif dan negatif yang berfungsi untuk meneruskan listrik dari aki mobil kepada *laptop* sebagai sumber daya listrik untuk *smartphone* apabila melakukan *drive test smartphone* kehabisan baterai dan memerlukan pengecasan.

6) GPS

Global Possessioning System (GPS) adalah perangkat yang berfungsi untuk menunjukkan posisi *smartphone* pada saat *drive test*, GPS berperan sebagai *tracking rute* pada saat *drive test* sehingga posisi daerah setelah dilalui *drive test* dapat diketahui.

7) Kendaraan

Kendaraan adalah alat atau sarana yang digunakan untuk berpindah dari satu posisi ke posisi lainnya, pada pengukuran *drive test* diperlukan kendaraan seperti mobil atau motor yang berguna untuk memindahkan perangkat *drive test* pada jalur yang telah ditentukan untuk melakukan pengukuran, pada saat berkendara perlu diperhatikan kecepatan kendaraan supaya data yang terecord didapatkan data yang sempurna.

3.3.2 Software yang Digunakan

Pada penelitian ini menggunakan beberapa *software* yang mendukung terlaksananya penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1) *Tems discovery*

Tems discovery adalah *software* yang berfungsi untuk menampilkan secara visual data hasil *record drive test* yang telah dilakukan pada *tems pocket* dan memunculkan pengolahan terhadap parameter *drive test* yang telah direcord tadi serta menampilkan kondisi jaringan daerah tersebut saat dilakukan *drive test*.

2) *Google earth*



Gambar 3.4 Aplikasi *Google Earth*

Google earth adalah aplikasi pencitraan satelit dari peta bumi yang memiliki fitur menampilkan permukaan bumi dalam bentuk 3D. aplikasi ini digunakan untuk menentukan jalur *drive test* yang berpatokan pada kepadatan penduduk yang dapat dilihatkan dari banyaknya pemukiman penduduk yang terlihat.

3.4 Langkah-langkah *Drive Test Dedicated Mode*

Dedicated/coneccted mode menggunakan *tems pocket* dilakukan dalam beberapa proses untuk dapat dilaksanakan sesuai dengan rencana sebagai berikut :

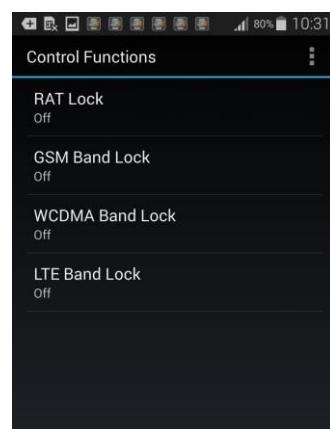
3.4.1 Penyetingan *Smartphone Tems Pocket* Metode Dedicated Mode

- 1) Membuka aplikasi *tems pocket*.
- 2) Melakukan penyetingan fitur-fitur yang akan digunakan terhadap aplikasi *tems pocket*, pilih *control functions* pada tab sebelah kanan aplikasi seperti pada gambar 3.5 berikut :



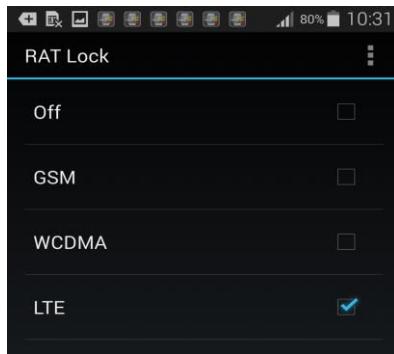
Gambar 3.5 Pilihan Setingan *Tems*

- 3) Setelah itu akan muncul beberapa pilihan, pilih RAT lock untuk memilih jaringan yang akan digunakan seperti pada gambar 3.6 :



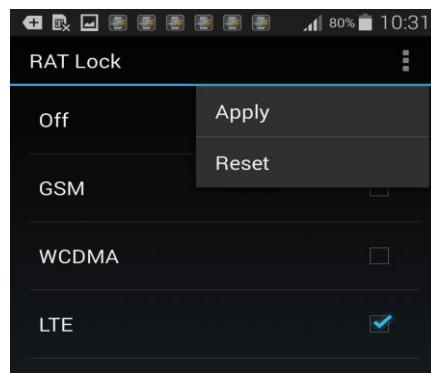
Gambar 3.6 Tampilan *Control Function*

- 4) Dikarenakan pada penelitian ini yang akan dites adalah jaringan LTE maka centang jaringan LTE pada pilihan yang tersedia pada RAT lock seperti pada gambar 3.7 berikut :



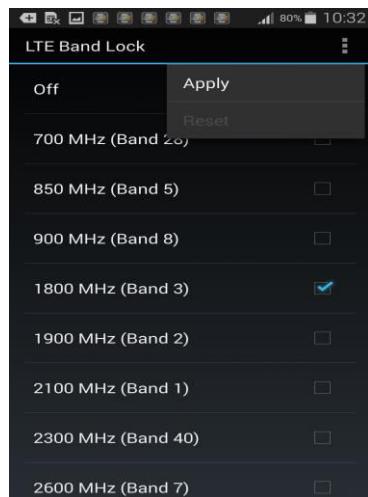
Gambar 3.7 RAT lock

- 5) Setelah itu klik titik tiga pada bagian kanan atas RAT lock dan pilih *apply* seperti pada gambar 3.8 berikut :



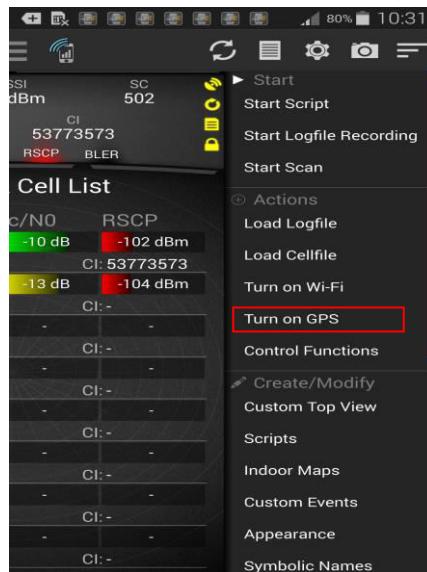
Gambar 3.8 Apply RAT lock Setting

- 6) Setelah itu atur *bandwith* yang akan digunakan pada LTE Band Lock pilih *band 3* LTE 1800 seperti pada gambar 3.9 berikut :



Gambar 3.9 LTE Band Lock Setting

- 7) Setelah itu kembali ke beranda aplikasi, aktifkan GPS pada tab sebelah kanan aplikasi kemudian pilih *turn on GPS*, tunggu sampai GPS *on* atau muncul lampu hijau pada GPS seperti pada gambar 3.10 berikut :



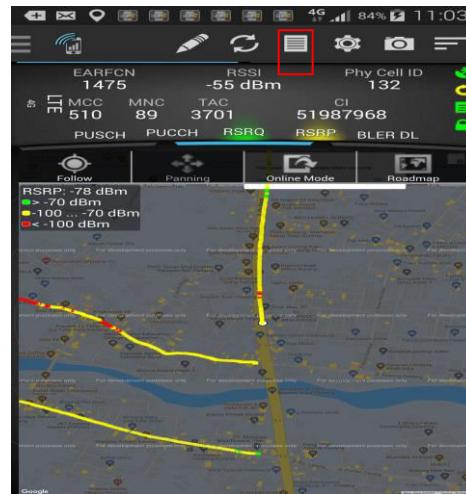
Gambar 3.10 Turn On GPS

- 8) Setelah GPS aktif pilih kembali tab pada kanan atas aplikasi dan pilih *start logfile recording* dan *start script*, dan *tems pocket* siap digunakan untuk melakukan *drive test* pada jalur yang telah ditentukan seperti pada gambar 3.11 berikut :



Gambar 3.11 Start Logfile Recording dan script

- 9) Setelah selesai melakukan pengambilan data parameter KPI 4G LTE kemudian klik *stop* pada logo kertas dibagian atas aplikasi tems dan *off* kan *script* dan *record* untuk mengakhir proses *dedicated mode*, hasil *record* otomatis tersimpan saat aplikasi tems distop, seperti yang ditunjukan gambar 3.12 berikut :



Gambar 3.12 Stop Logfile Recording

3.4.2 Pengambilan Data Parameter KPI 4G LTE

Pada saat aplikasi *tems pocket* telah terseting dan sudah dapat digunakan untuk melakukan pengambilan data parameter KPI yang diperlukan, maka proses dilanjutkan dengan melakukan *tracking* dengan berpindah dari posisi satu ke posisi lainnya sesuai dengan jalur yang telah direncanakan, untuk dapat mengumpulkan informasi jaringan pada daerah yang ditest diperlukan kendaraan untuk dapat berpindah, perlu diperhatikan adalah kecepatan kendaraan saat melakukan drive test supaya tidak terlalu kencang dan juga tidak terlalu lambat agar data yang didapatkan adalah data yang bagus, kecepatan kendaraan setidaknya dikontrol maksimal tidak lebih dari 30 km/jam.

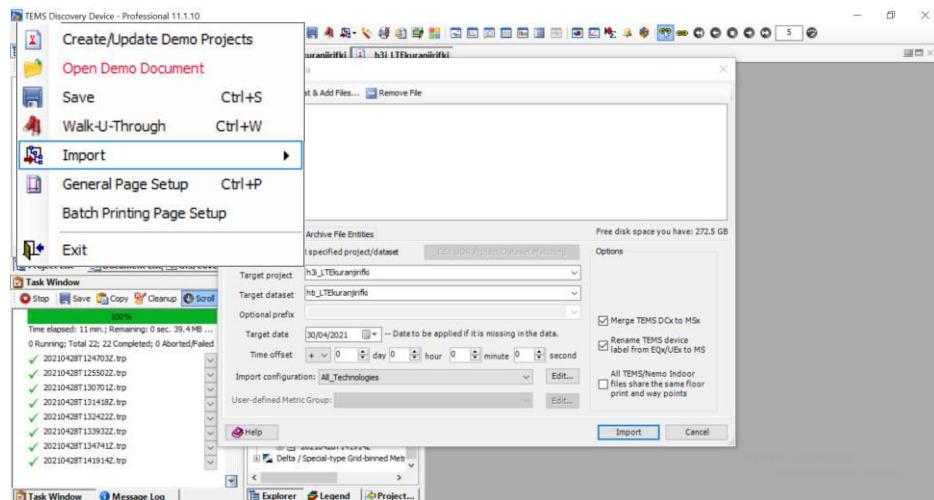
Pada saat melewati daerah persimpangan dengan jalur yang telah ditest sebelumnya matikan *record* dari *tems pocket* supaya tidak merecord data pada

jalur yang telah dites, ini bertujuan untuk menghindari rusaknya data maupun terjadi *double* data yang mengakibatkan data yang didapatkan menjadi tidak *valid*. Untuk lebih bagusnya data pengambilan data dilakukan pada saat jam-jam trafik tinggi, untuk penelitian ini dilakukan pengambilan data pada pukul 09:00 sampai 15:00 WIB untuk mengetahui perfomansi maksimal jaringan pada saat jam sibuk.

3.4.3 Pengeksporan Data ke *Tems Discovery*

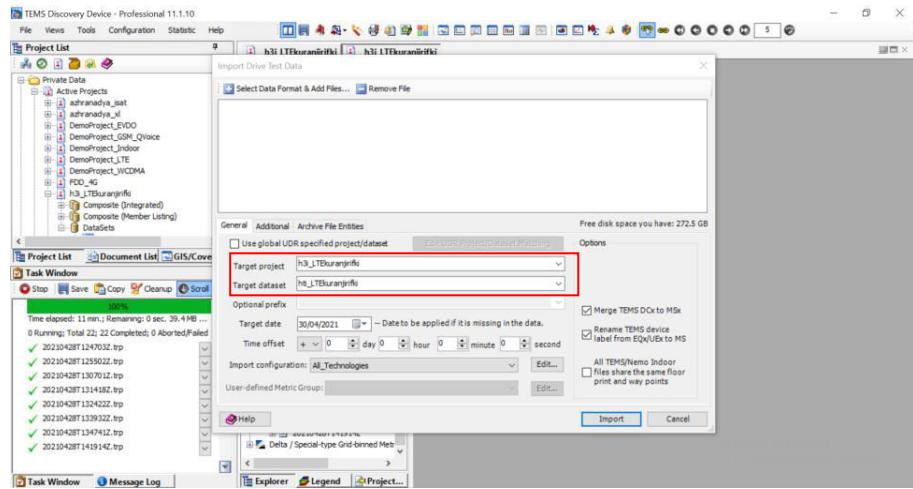
Setelah melakukan pengambilan data parameter KPI 4G LTE pada jalur yang telah ditentukan, data yang diperoleh belum bisa untuk diamati dan diolah parameternya, untuk mengolah dan melihat hasil drive test tersebut maka data logfile drive test harus diimportkan terlebih dahulu pada software tems discovery yang berfungsi untuk mengolah dan menampilkan data parameter drive test tadi dalam bentuk visual dan dapat diamati hasilnya, untuk menjalankan tems discovery ada beberapa langkah yang dilakukan seperti berikut :

- 1) Membuka aplikasi *tems discovery* kemudian pilih *file* lalu klik import lalu pilih data *logfile drive test* tadi, tunggu proses *loading* beberapa saat seperti pada gambar berikut :



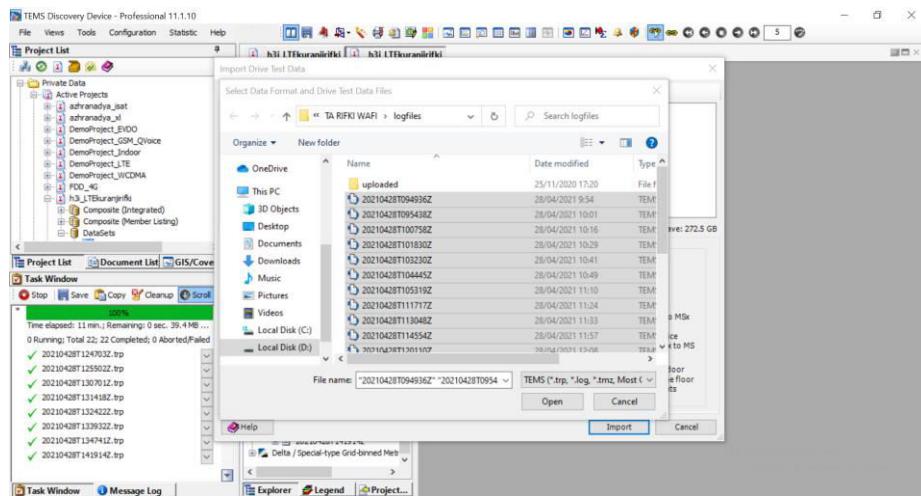
Gambar 3.13 Import Logfile

- 2) Kemudian simpan file dengan nama yang diinginkan, seperti pada gambar berikut :



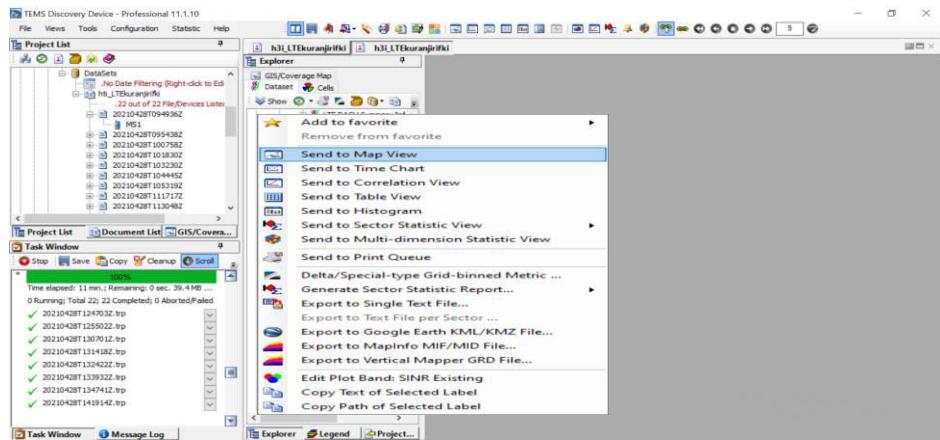
Gambar 3.14 Simpan File Logfile

- 3) Setelah terimport buka file dan lihat parameter yang diinginkan, misal seperti parameter throughput, RSRP, dan parameter lainnya, seperti pada gambar berikut :



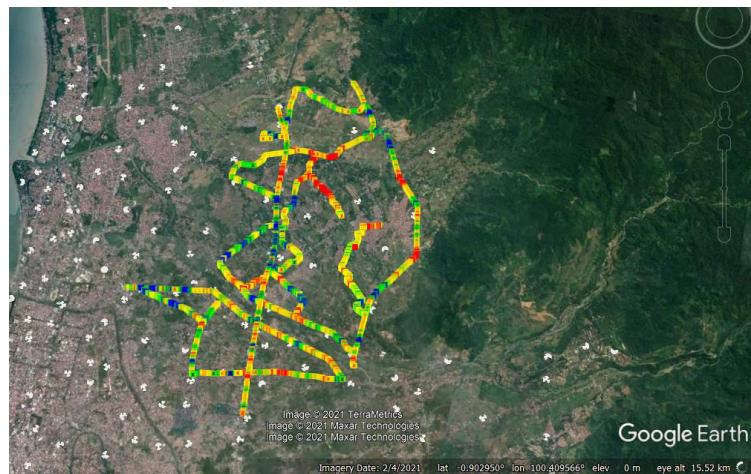
Gambar 3.15 Pilih File Logfile

- 4) Untuk melihat sampel dari parameter yang ingin diamati tinggal klik kanan pada parameter yang tersedia lalu pilih *sent to map / table view* seperti yang ditunjukan pada gambar berikut :



Gambar 3.16 Menampilkan Hasil Parameter KPI 4G LTE

- 5) Untuk mengubah nilai *legend* dari parameter dapat diatur dengan memilih pilihan pada menu *legend* kemudian dapat diimportkan rentang nilai *legend* yang diinginkan. Hasil dari tems *discovery* dapat ditampilkan ke dalam *google earth* seperti pada gambar berikut :



Gambar 3.17 Menampilkan Hasil *Export* ke *Google Earth*

3.5 Perhitungan Optimasi LTE dengan Metode *Cell Splitting*

Pada tahap ini bertujuan untuk memaparkan perhitungan rancangan optimasi LTE yang dilakukan pada area *badspot* dalam penelitian ini menggunakan metode *cell splitting*, adapun perencanaan yang dilakukan berupa perencanaan pemecahan *cell*, perencanaan *link budget* dan penempatan *site* baru.

3.5.1 Pemecahan *cell*

Pemecahan dilakukan menggunakan rumus *cell splitting*, dimana untuk pemecahan *cell* ini yang pertama kali dilakukan adalah menentukan besar *radius* dan area *cell* baru serta beban trafik *cell* baru menggunakan rumusan pada persamaan 1,2,3 bab 2 sebagai berikut :

$$\text{Radius cell baru} = \frac{\text{radius cell lama}}{2} \quad \dots \dots \dots \text{Pers 3.1}$$

$$\text{Area cell baru} = \frac{\text{Area cell lama}}{4} \quad \dots \dots \dots \text{Pers 3.2}$$

$$(\text{beban trafik baru}) / \text{area} = 4 \times \text{beban trafik lama} / \text{area} \quad \dots \dots \dots \text{Pers 3.3}$$

Setelah didapatkan *radius*, area *cell* baru dan beban trafik *cell* baru maka harus dilakukan perhitungan daya batas *cell* lama dengan *cell* baru yang bertujuan supaya daya yang digunakan lebih efektif dan menghindari resiko interferensi pada batas *cell* menggunakan rumus:

$$Pr = \frac{P_{l0}}{16} \quad \dots \dots \dots \text{Pers 3.4}$$

Untuk mendapatkan daya yang lebih efektif lagi dan menguji teori *cell splitting* maka penulis menyiapkan beberapa nilai perkecilan daya yaitu 13, 15 dB dan setengah dari daya *site* induk. Setelah itu dilakukan perhitungan banyak *cell* baru, menentukan jumlah *cell* baru dengan memanfaatkan persamaan trafik *load cell splitting* berikut :

$$TL \text{ } acs = (4)^n \times TL \text{ } scs \quad \dots \dots \dots \text{Pers 3.5}$$

Dimana:

TL acs = trafik load setelah *cell splitting*

TL ssc = trafik load sebelum *cell splitting*

n merupakan banyak *cell* baru yang bisa dipecahkan dari *cell* lama, kalau $n=1$ maka *cell* dipecahkan satu kali.

3.5.2 Link Budget

Link budget sendiri didasarkan pada perencanaan *link budget site* yang telah ada sebelumnya, untuk *capacity*, *radius* dan *power site* akan dihitung menggunakan rumus *cell splitting* melalui pendekatan *capacity* dan *coverage planning* terhadap *cell* yang akan didirikan, adapun spesifikasi yang akan ditentukan tersebut seperti pada tabel dibawah ini

Tabel 3.1 Spesifikasi *Microcell*

Parameter	Unit	Parameter	Unit
Frekuensi kerja	MHz	<i>Azimuth</i>	Derajat ($^{\circ}$)
<i>Bandwidth</i>	MHz	Daya/power	DBm
<i>Longitude</i>	E	<i>Radius Cell</i>	Km
<i>Latitude</i>	S	Kapasitas Jaringan	Kbps
<i>Altitude</i>	Meter	Jumlah Site	EnB
Tinggi antena	Meter	<i>Tilting</i>	Derajat ($^{\circ}$)
Jumlah antena	Buah	MAPL	DBm

3.5.3 Pengalokasian *Download Physichal Resource Block* (DL PRB)

Pengalokasian *Download Physichal Resource Block* (DL PRB) dipengaruhi oleh lebar *bandwith transmitter*, semakin lebar *bandwith* maka makin banyak DL PRB yang dapat dialokasikan. Dalam satu *resource block* memiliki ukuran sebesar 180 khz yang didapatkan dari persamaan berikut:

$$1 \text{ RB} = 12 \text{ Subcarrier} * 15 \text{ khz} \dots \dots \dots \text{Pers 3.6}$$

Dalam pengalokasian DL PRB tidak semua pita bandwith dapat digunakan, mesti disisakan sebanyak 10% sebagai *guardband* (Xienchang Zhang, 2020). Sehingga pengalokasian PRB dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\text{PRB} = \frac{\text{Sisa lebar bandwith}}{\text{lebar 1 RB}} \quad \dots \dots \dots \text{Pers 3.7}$$

3.5.4 Penempatan Site

Penempatan site dilakukan dengan melakukan pengecekan *potensial point* berdasarkan perkiraan titik-titik efektif yang dapat menjangkau seluruh area dalam wilayah *cell badspot* yang dilakukan optimasi serta berdasarkan ketentuan dari teori *cell splitting*, dengan pola pemisahan *cell* yaitu pola 4:1.

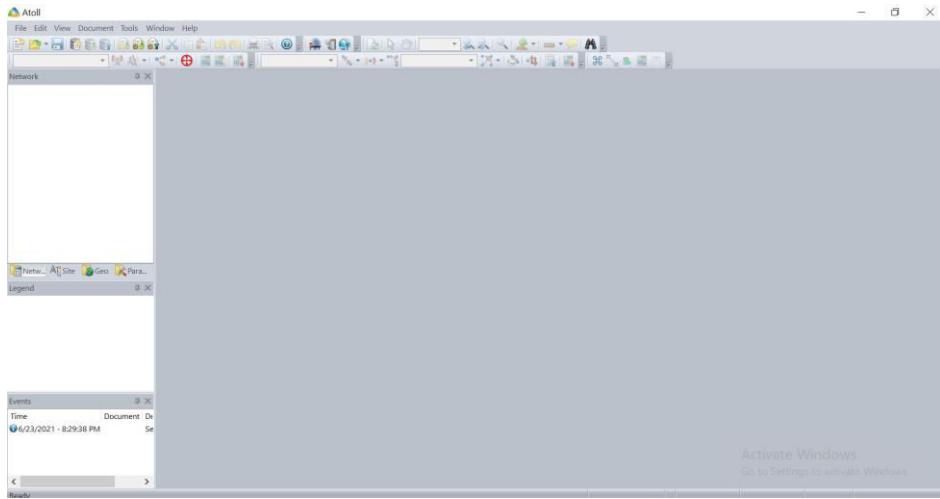
Dengan menentukan titik *cell* yang tepat akan membuat pembagian trafik padat menjadi efektif dan pengoptimasian yang dilakukan akan meningkatkan perfomansi, kualitas maupun kapasitas jaringan menjadi lebih baik (Ardi Fadillah Akbar,2020).

3.6 Perencanaan Jaringan 4G LTE Menggunakan *Atoll 3.4 RNP Tool*

Perencanaan jaringan 4G LTE bertujuan untuk melihat kondisi jaringan 4G pada wilayah yang akan melakukan optimasi sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat sebelum diimplementasikan ke lapangan untuk menghindari kesalahan perencanaan dan dampak kerugian lainnya yang ditimbulkan setelah dilakukan optimasi. Berikut proses simulasi jaringan LTE menggunakan *atoll 3.4 RNP Tool*:

- 1) Membuka *atoll RNP Tool* hingga muncul tampilan jendela seperti gambar

3.18 berikut:

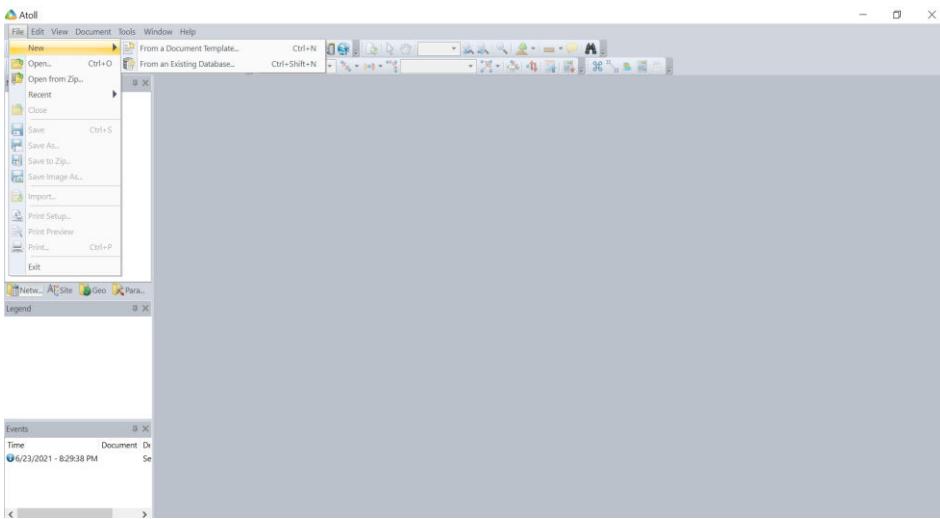


Gambar 3.18 Worksheet Atoll

- 2) Untuk memulai projek baru pilih pada tab file, kemudian klik *new* dan

pilih *from a document template*, seperti yang ditunjukan pada gambar

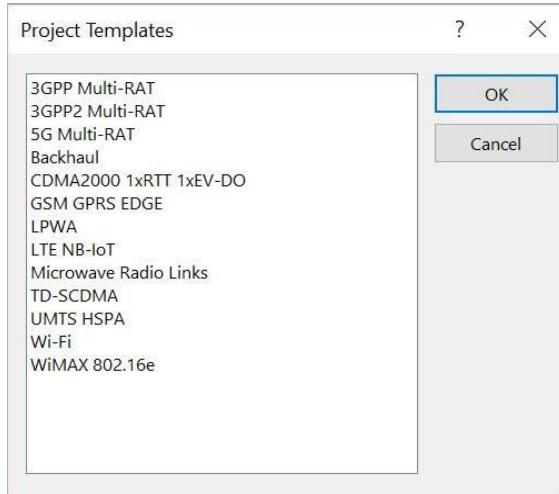
3.19 berikut:



Gambar 3.19 Membuat Lembar Kerja Baru Atoll

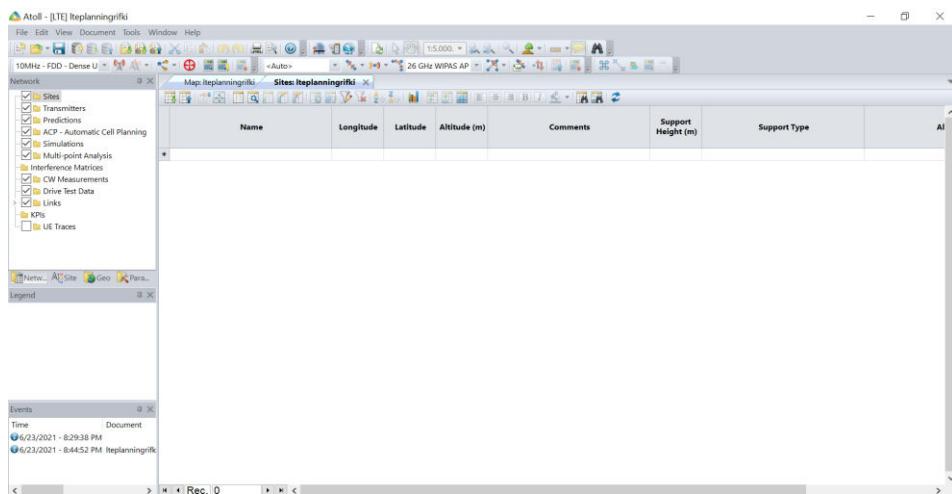
- 3) Untuk memulai perencanaan LTE, pilihlah LTE pada projek *tamplate*

seperti pada gambar 3.20 berikut :



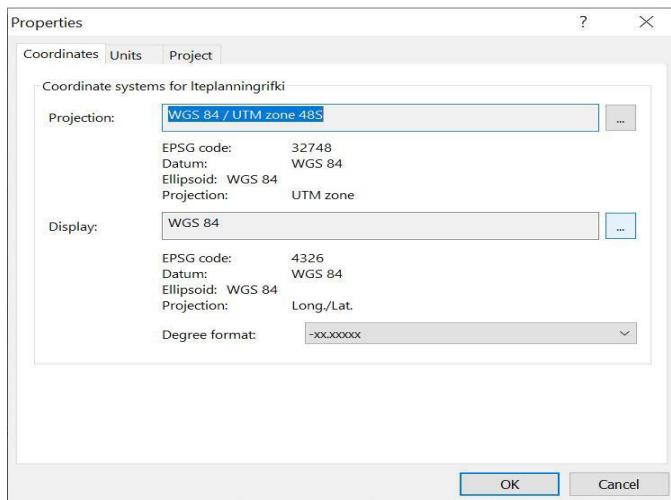
Gambar 3.20 Pilihan Projek *Template*

- 4) Untuk mengatur koordinat sistem yang digunakan dapat membuka menu *document* lalu *properties* seperti yang ditampilkan pada gambar 3.21 berikut :



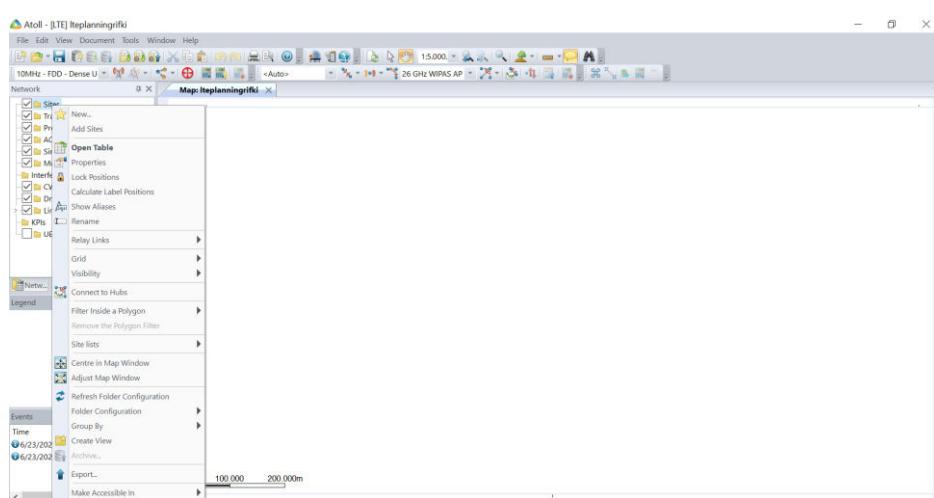
Gambar 3.21 Membuka *Properties*

- 5) Setelah itu akan muncul jendela properties dan atur coordinates pada jendela tersebut, untuk projekton pilih WGS 84/UTM zone 48S, untuk display pilih WGS 84, dan untuk *degree* format pilih dengan format - xx.xxxxxx, seperti pada gambar 3.22 berikut



Gambar 3.22 Mengatur Koordinat

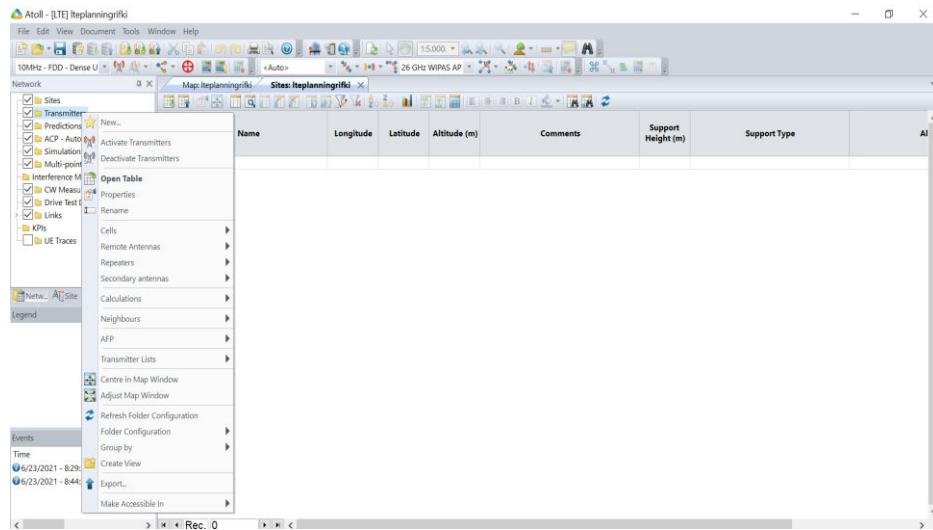
- 6) Setelah itu masukan parameter LTE yang digunakan seperti *site* dan *transmitter*. Parameter *site* berfungsi untuk menentukan dan menampilkan posisi *site*, untuk menambahkan parameter *site* klik kanan pada folder *site* pada kolom *network*, setelah itu muncul jendela dan pilih *open table* lalu pilih *file site* yang telah disiapkan pada aplikasi microsoft excel sebelumnya, seperti pada gambar 3.23 berikut:



Gambar 3.23 Memasukan Data *Site*

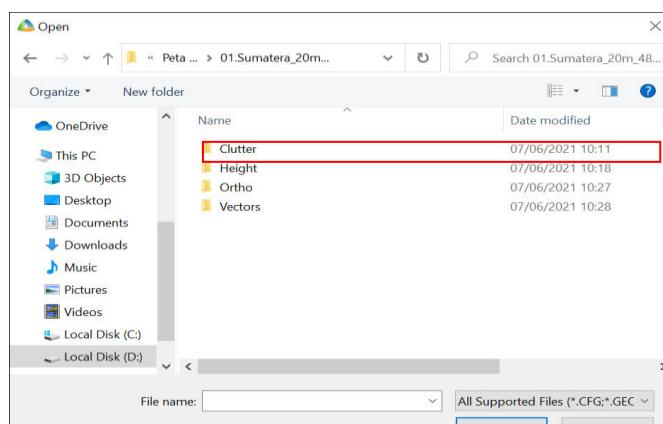
- 7) Begitupun untuk memasukan data *transmitter* dan data *cell*, klik kanan pada *folder transmitter* maupun *folder cell* pada kolom *network* kemudian klik *open table* dan pilih *file transmitter* maupun *cellfile* yang telah

disiapkan sebelumnya. Untuk *site* hasil *splitting* menggunakan hasil perhitungan dari perencanaan *cell splitting* yang telah dilakukan sebelumnya, seperti pada gambar 3.24 berikut:



Gambar 3.24 Memasukan Data *Transmitter* dan *Cell*

- 8) Selanjutnya masukan data ‘*clutter*’ pada file sumatera pilih *import* pada *tab file* kemudian pilih data ‘*asset*’ lalu klik *file* dengan format *index* yang telah tersedia, kemudian akan muncul jendela data type pilih clutter classes seperti pada gambar 3.25 berikut:

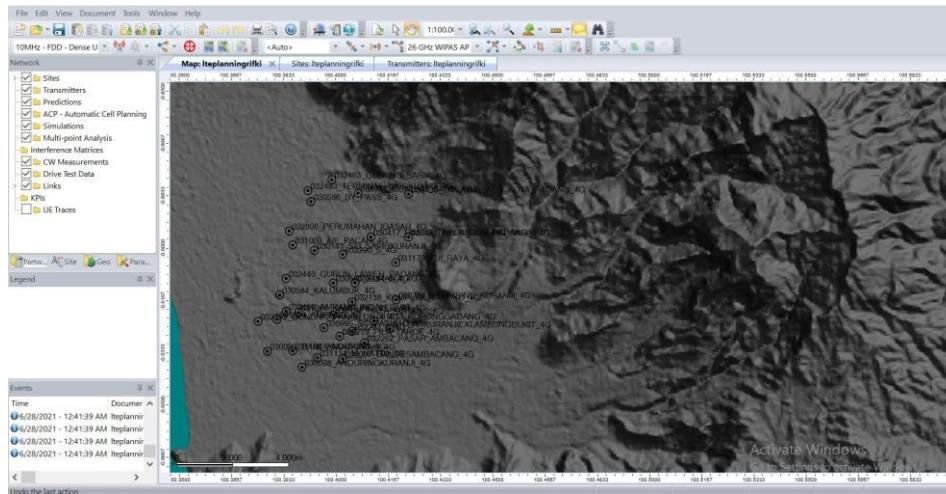


Gambar 3.25 Memasukan Data *Clutter*, *Height*, dan *Vector*

- 9) Kemudian untuk memasukan *data height* dan *vectors* sumatera pilih *import* pada *tab file* lalu pilih atoll-asset lalu klik *index*, kemudian akan

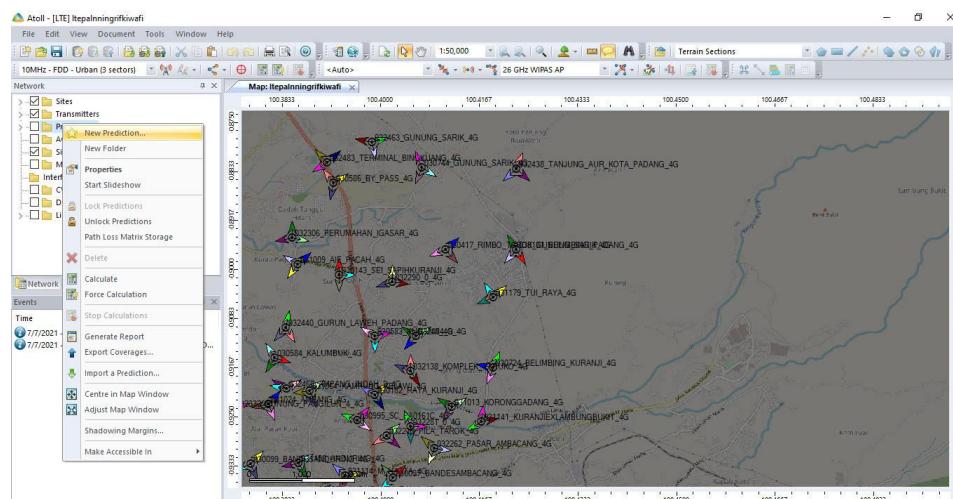
muncul jendela data *type* pilih *altitudes* untuk *height* dan pilih data *type* *vectors* untuk menampilkan *vectors*, seperti pada langkah sebelumnya.

- 10) Setelah data *site*, *transmitter*, *clutter*, *height*, dan *vectors* dimasukan akan muncul tampilan pada jendela kerja seperti pada gambar 3.26 berikut :



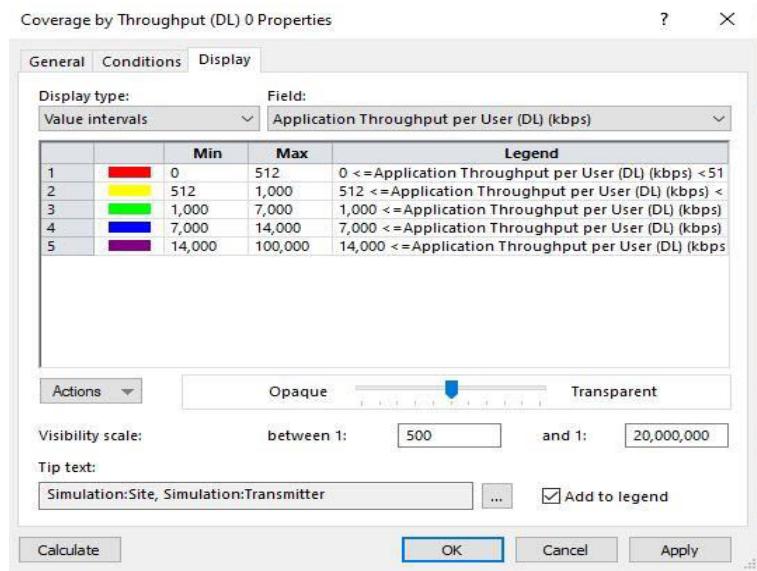
Gambar 3.26 Tampilan Setelah Data Dimasukan

- 11) Setelah itu lakukan prediksi jaringan dengan memilih *folder prediction* pada jendela *network*, klik kanan lalu pilih *new prediction* lakukan prediksi sesuai parameter yang akan dilakukan prediksinya pada penelitian ini akan menggunakan prediksi *coverage by signal level* (DL) dan *troughtput*. Seperti yang ditampilkan pada gambar 3.27 berikut :



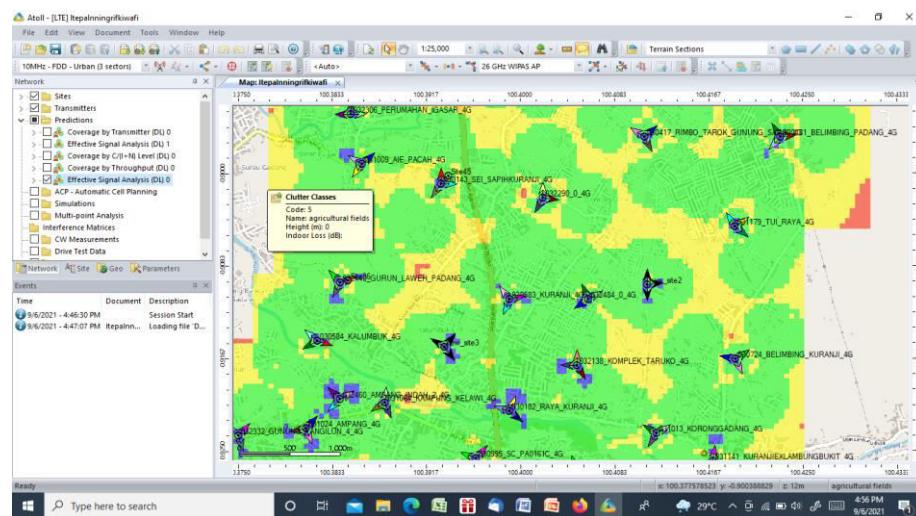
Gambar 3.27 Membuat *Prediction*

- 12) Atur nilai *legend* dari parameter yang akan diprediksi, kemudian klik *apply* dan *calculate*, seperti yang ditunjukan pada gambar 3.28 berikut



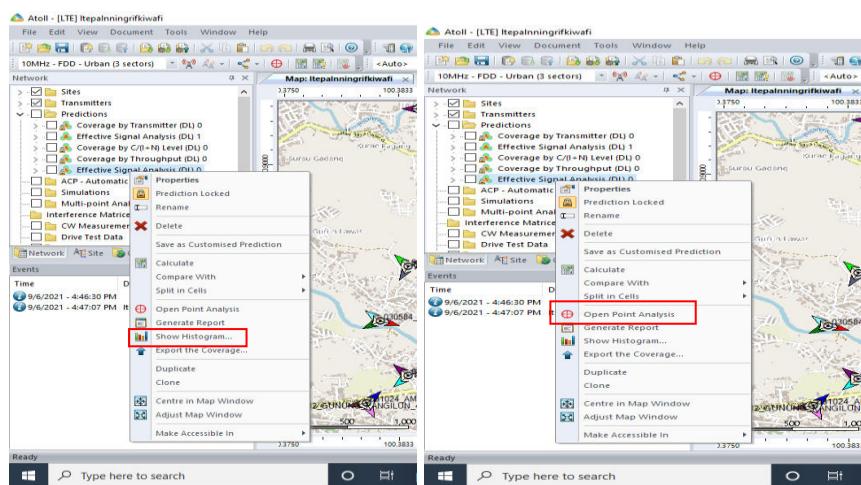
Gambar 3.28 Mengatur *Legend*

- 13) Tunggu proses calculate sampai selesai dan muncul bentuk coverage hasil calculate yang diinginkan seperti pada gambar 3.29 berikut :



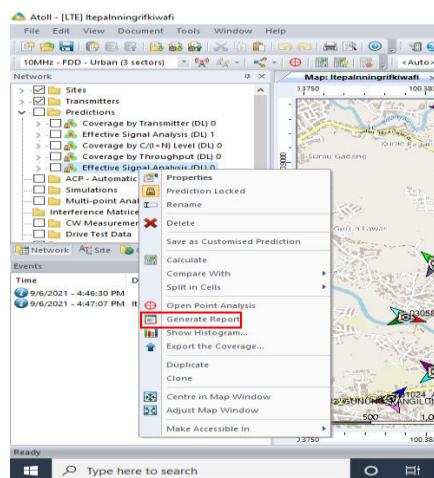
Gambar 2.29 Tampilan Prediksi *Coverage*

- 14) Untuk mendapatkan data atau rata-rata hasil *calculate* bisa klik kanan pada jenis *prediction coverage* yang dibuat tadi dan pilih *show histogram*, selain itu juga dapat melihat *level* nilai KPI pertitik dengan menggunakan *open point analysis* seperti yang pada gambar 3.30 berikut :



Gambar 2.30 Membuka *Histogram* dan *Point Analysis*

- 15) Untuk melihat luas *coverage* dan persentase *level coverage* dapat dilihat dengan klik kanan pada *prediction* yang dibuat dan pilih *generate report* seperti pada gambar 3.31 berikut :



Gambar 3.31 Membuka *Generate Report*

- 16) Apabila hasil dari simulasi awal mendapatkan nilai parameter KPI yang tidak bagus, maka untuk memperbaikinya dapat melakukan *pyschal tuning* terhadap *cell* induk maupun *neighbor* disekitar *site* baru seperti merubah ketinggian antena maupun merubah arah azimuth dengan mengganti nilainya pada data *transmitter* yang telah dimasukan sebelumnya seperti pada gambar 3.32 berikut:

	Transmitter	Active	Transmitter Type	Antenna	DX (m)	DY (m)	Height (m)	Azimuth (°)	Mechanical Downtilt (°)	Additional Electrical Downtilt (°)	
030417_RIMBO_TAROK_GUNUNG_SARIK_4	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	65deg 17dbi OTilt 1800MHz	0	0	44	50	3	0	0	
030417_RIMBO_TAROK_GUNUNG_SARIK_4	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	65deg 17dbi OTilt 1800MHz	0	0	44	155	4	0	0	
030417_RIMBO_TAROK_GUNUNG_SARIK_4	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	65deg 17dbi OTilt 1800MHz	0	0	34	302	4	0	0	
030724_BEIMBING_KURANJI_4G_1	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	65deg 17dbi OTilt 1800MHz	0	0	45	58	3	0	0	
030724_BEIMBING_KURANJI_4G_2	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	65deg 17dbi OTilt 1800MHz	0	0	45	159	2	0	0	
030724_BEIMBING_KURANJI_4G_3	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	65deg 17dbi OTilt 1800MHz	0	0	45	280	7	0	0	
031013_KORONGGADANG_4G_1	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	65deg 17dbi OTilt 1800MHz	0	0	31	60	1	0	0	
031013_KORONGGADANG_4G_2	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	65deg 17dbi OTilt 1800MHz	0	0	31	210	1	0	0	
031013_KORONGGADANG_4G_3	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	65deg 17dbi OTilt 1800MHz	0	0	31	300	2	0	0	
031179_TUI_RAYA_4G_1	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	65deg 17dbi OTilt 1800MHz	0	0	42	58	3	0	0	
031179_TUI_RAYA_4G_2	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	65deg 17dbi OTilt 1800MHz	0	0	42	127	3	0	0	
031179_TUI_RAYA_4G_3	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	65deg 17dbi OTilt 1800MHz	0	0	42	330	3	0	0	
032138_KOMPLEX_TARUKO_4G_1	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	65deg 17dbi OTilt 1800MHz	0	0	25	0	2	0	0	
032138_KOMPLEX_TARUKO_4G_2	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	65deg 17dbi OTilt 1800MHz	0	0	25	150	3	0	0	
032138_KOMPLEX_TARUKO_4G_3	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	65deg 17dbi OTilt 1800MHz	0	0	25	272	4	0	0	
032290_0_4G_1	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	65deg 17dbi OTilt 1800MHz	0	0	40	0	2	0	0	
032290_0_4G_2	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	65deg 17dbi OTilt 1800MHz	0	0	40	95	1	0	0	
032290_0_4G_3	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	65deg 17dbi OTilt 1800MHz	0	0	40	207	1	0	0	
032484_0_4G_1	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	65deg 17dbi OTilt 1800MHz	0	0	31	60	3	0	0	
032484_0_4G_2	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	65deg 17dbi OTilt 1800MHz	0	0	31	239	3	0	0	
032484_0_4G_3	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	65deg 17dbi OTilt 1800MHz	0	0	31	338	3	0	0	
*	<input type="checkbox"/>										

Gambar 3.32 Merubah Settingan Transmitter

lakukan simulasi ulang sampai didapatkan hasil yang lebih bagus dari pada hasil simulasi awal.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Wilayah Cakupan Layanan

Sebelum melakukan penelitian ini terlebih dahulu dilakukan identifikasi terhadap wilayah yang akan dijadikan tempat penelitian ini. Hal ini bertujuan untuk mengenali wilayah yang akan diberi layanan dan untuk mempermudah perencanaan penelitian ini sehingga perencanaan yang dilakukan bisa mendapatkan hasil yang efektif.

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Kuranji yang merupakan salah satu kecamatan yang berada dalam wilayah kota Padang, berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) kota Padang kecamatan ini berada pada titik koordinat $00^{\circ} 58'4''$ Lintang Selatan dan $00^{\circ} 39'$ LS $100^{\circ} 21' 11''$ Bujur Timur. Populasi kecamatan Kuranji pada awal tahun 2020 mencapai 151.860 jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk mencapai 0,13% pertahun sebagaimana diterangkan pada tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Jumlah Penduduk Kecamatan Kuranji Berdasarkan Kelurahan

Kelurahan Urban Villages	Jenis Kelamin/Sex		Jumlah Total	Sex ratio
	Laki Male	Perempuan Female		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1 Anduring	6 770	8 506	15 276	79,59
2 Pasar Ambacang	10 097	9 956	20 053	101,42
3 Lubuk Lintah	5 552	5 315	10 867	104,46
4 Ampang	3 391	3 548	6 939	95,57
5 Kalumbuk	5 406	5 222	10 628	103,52
6 Korong Gadang	10 064	9 990	20 054	100,74
7 Kuranji	17 747	17 592	35 339	100,88
8 Gunung Sarik	9 207	8 926	18 133	103,15
9 Sungai Sapih	7 405	7 166	14 571	103,34
Jumlah / Total	75 639	76 221	151 860	99,24

Sumber : BPS, Proyeksi Penduduk
Source : BPS, Population Projection

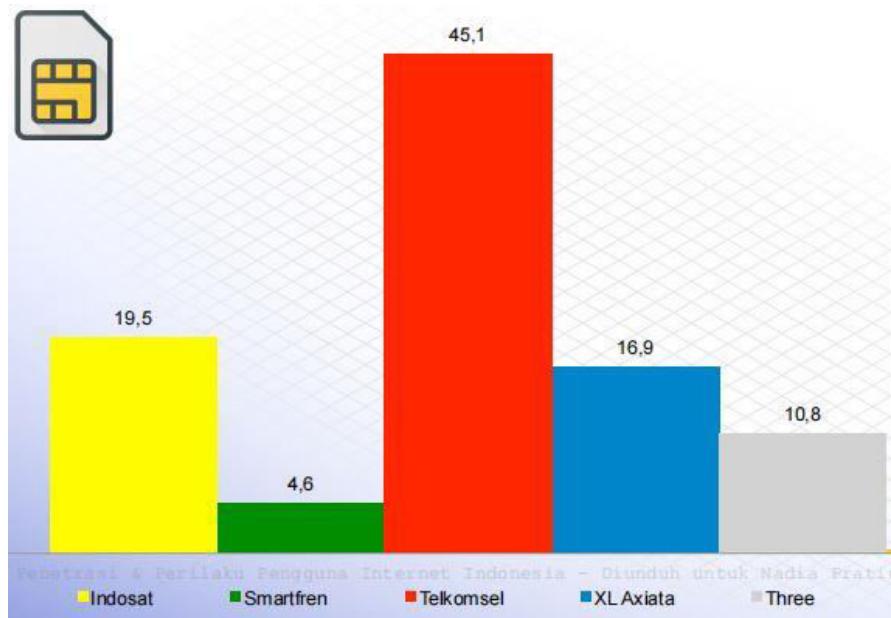
Berdasarkan data tersebut diperkirakan pada awal tahun 2021 penduduk kecamatan Kuranji mencapai 170.000 jiwa, dengan penduduk sebanyak ini kecamatan Kuranji dapat dikategorikan sebagai wilayah urban. Luas wilayah kecamatan Kuranji sebesar 57,41 km² yang terdiri dari 9 kelurahan dengan kelurahan Pasar Ambacang sebagai pusat kecamatan kelurahan Gunuang Sarik sebagai kelurahan paling luas, seperti yang tertera pada tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4.2 Luas Kecamatan Kuranji Berdasarkan Kelurahan

Kelurahan Urban Village	Luas Daerah Area (Km ²)
(1)	(2)
Anduring	4,04
Pasar Ambacang	5,03
Lubuk Lintah	4,03
Ampang	4,03
Kalumbuk	6,02
Korong Gadang	7,05
Kuranji	9,07
Gunung Sarik	11,08
Sungai Sapih	7,06
<hr/>	
Jumlah / Total	57,41

Sumber : Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Padang
Source : Development Planning Service of Padang Municipality

Untuk jumlah pengguna jaringan seluler 4G LTE FDD 1800 MHz provider H3I diawal 2020 menurut data yang didapatkan dari Asosiasi Penyedia Jasa Internet Indonesia (APJII) daerah kecamatan Kuranji memiliki estimasi pengguna kartu tri sebanyak 10% dari jumlah penduduk, jaringan 4G kartu tri dan kemungkinan masih bisa bertambah, sebagaimana yang terlihat pada gambar 4.1 berikut :



Gambar 4.1 Persentase Pengguna Jaringan 4G di Kuranji

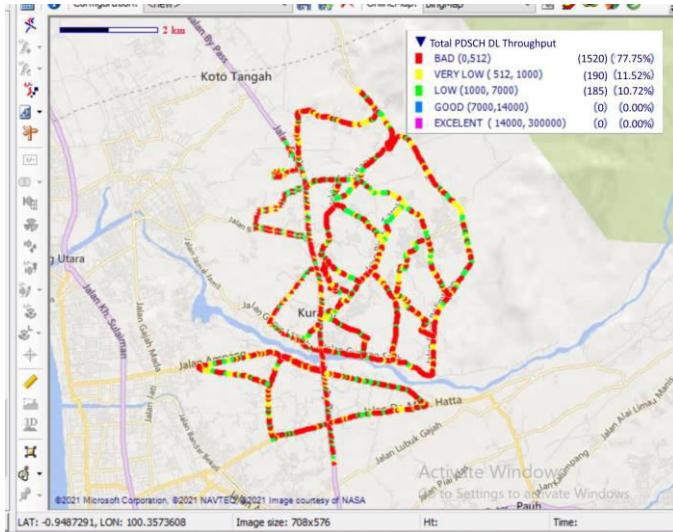
Pada penelitian ini tidak semua wilayah dilakukan pengoptimasian jaringan 4G LTE FDD 1800 MHz, hanya daerah yang memiliki *badspot* yang cukup besar yang akan diteliti pada penelitian ini.

4.2 Analisa Hasil Pengukuran Parameter KPI 4G LTE

Berdasarkan data pengukuran parameter KPI ril yang diambil di lapangan dapat dilihat bagaimana kondisi jaringan 4G LTE FDD 1800 MHz *provider* H3I di wilayah kecamatan Kuranji, untuk melihat kondisi jaringan 4G LTE FDD 1800 MHz dari data pengukuran penulis menggunakan 3 parameter *Key Perfomance Indicator* (KPI) yaitu *Troughput*, RSRP, dan SINR.

Berikut hasil pengukuran parameter KPI jaringan 4G LTE FDD 1800 MHz *provider* H3I pada kecamatan Kuranji :

1. Troughput



Gambar 4.2 Hasil Parameter *Troughput* Kuranji

Pada gambar 4.2 Diatas menampilkan tingkat kecepatan transfer data atau *troughput* jaringan 4G LTE FDD 1800 MHz *provider* H3I di kecamatan Kuranji yang berhasil diukur saat proses *drive test*, terlihat bahwa *troughput* 4G LTE *provider* H3I di kecamatan Kuranji tidak bagus dan merata didominasi oleh indikator warna merah sebesar 77.75% dari *plot* yang menandakan sinyal dalam kategori *bad* berada pada range dibawah 510 kbps, sisanya area indikator warna kuning (*very low*) sebesar 11.52% dari *plot* dengan range 510 sampai 1000 kbps, area indikator warna hijau (*low*) sebesar 10,72% dari *plot* dengan range 1000 sampai 7000 kbps, serta area indikator warna biru (*good*) sebesar 0% dari *plot* dengan range 7000 sampai 14000 kbps.

Rata-rata *troughput* pada data diatas sebesar 283,95 kbps, kondisi ini sangat jauh dibawah standar H3I yaitu sebesar 1000 kbps. Hasil tampilan *drive test* diatas diperkuat oleh data *plot* dari jalur yang dilalui seperti pada tabel 4.3 dibawah ini :

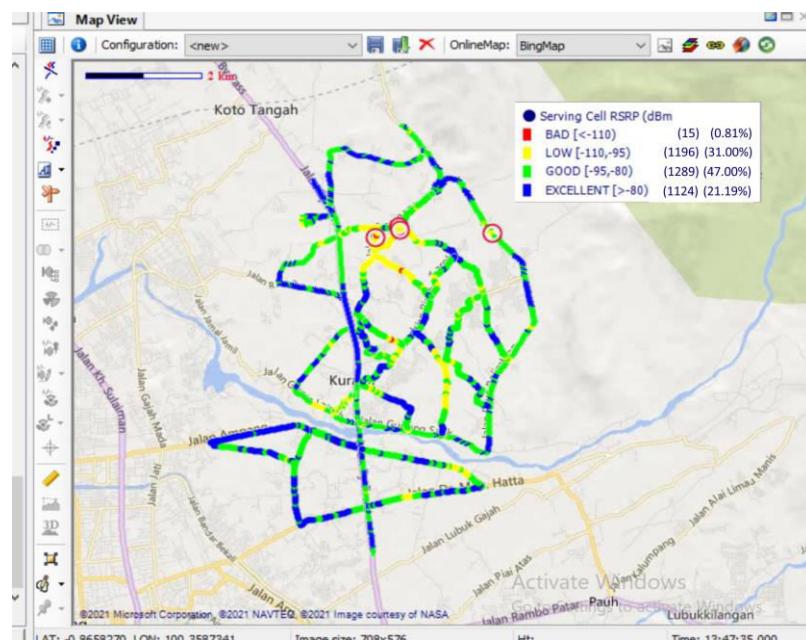
Tabel 4.3 Sampel Ploting Troughput

Latitude	Longitude	Serving Cell Troughput (kbps)	range nilai Troughput (kbps)	Indicator
-0.9105413	100.4208313	509,63	0 to 512	Merah (<i>bad</i>)
-0.9105225	100.4207937	0,91	0 to 512	Merah (<i>bad</i>)
-0.9105068	100.4207701	0	0 to 512	Merah (<i>bad</i>)
-0.9103626	100.4204587	102,51	0 to 512	Merah (<i>bad</i>)
-0.9103249	100.4204199	0	0 to 512	Merah (<i>bad</i>)
-0.9102274	100.4203661	375,44	0 to 512	Merah (<i>bad</i>)
-0.9101105	100.4203194	198,59	0 to 512	Merah (<i>bad</i>)
-0.889668	100.401229	320,22	0 to 512	Merah (<i>bad</i>)
-0.887705	100.405129	120,1	0 to 512	Merah (<i>bad</i>)
-0.894349	100.399938	140,2	0 to 512	Merah (<i>bad</i>)
-0.911395	100.40978	0,25	0 to 512	Merah (<i>bad</i>)
-0.894461	100.412413	1020	1000 to 7000	Hijau (<i>low</i>)
-0.909851	100.391900	1250	1000 to 7000	Biru (<i>good</i>)

Dari tabel 4.3 diatas terlihat sampel data *plot throughput* masing-masing titik koordinat pada jalur yang telah dilalui saat *drive test* (untuk data lengkap dapat dilihat pada lampiran), data tersebut dihitung berdasarkan pada PDSCH *download throughput* berdasarkan range standar KPI, data diatas didominasi dengan nilai *throughput* pada *range* 0 hingga 512 kbps (*bad*) sebanyak 10 dari 12 sampel, terlihat kecepatan terendah berada pada 0 kbps dan kecepatan tertinggi pada 7250 kbps. Berdasarkan

data yang didapatkan dapat disimpulkan bahwa kecepatan di daerah ini sangat lambat dan diperlukan perbaikan / optimasi.

2. RSRP



Gambar 4.3 Hasil Parameter RSRP Kuranji

RSRP merupakan parameter KPI yang bertujuan menampilkan kekuatan sinyal serta menunjukkan daerah yang mendapat layanan dari *coverage* atau *cell*, oleh karena itu RSRP berperan penting untuk mengetahui suatu daerah sudah tercover atau belum oleh jaringan, sehingga dari parameter ini dapat dijadikan patokan untuk memilih daerah yang diprioritaskan terlebih dahulu untuk dilakukan optimasi dengan melihat kekuatan sinyal yang didapatkan pada saat pengukuran parameter KPI 4G LTE di daerah jalur tersebut dengan ditunjukan oleh beberapa indikator warna.

Pada gambar 4.3 diatas dapat kita lihat indikator RSRP yang ditampilkan, terlihat bahwa RSRP pada daerah kecamatan Kuranji cukup bagus dan didominasi oleh indikator warna hijau (*good*) sebesar 47% dari

plot dan biru (*excellent*) 21,19% dari *plot*, meski ada beberapa daerah yang ditampilkan dengan indikator warna kuning (*low*) sebesar 31% dari *plot* dan indikator warna merah (*bad*) sebesar 0,81% dari *plot*. Daerah yang memiliki kategori RSRP *low* dan *bad* berada pada tiga titik yaitu pada daerah Balai Baru Gunuang Sarik, Korong Gadang, dan Kalumbuk, daerah ini terpantau didominasi oleh indikator warna kuning bahkan seluruh area dengan warna indikator merah di kecamatan Kuranji semuanya berada dalam daerah Balai Baru Gunung Sarik. Dengan kondisi RSRP seperti ini, maka penulis mempertimbangkan daerah-daerah ini untuk dijadikan sebagai objek penentuan lokasi site dalam penelitian ini dengan memperhatikan throughput daerah ini yang juga dalam kondisi buruk.

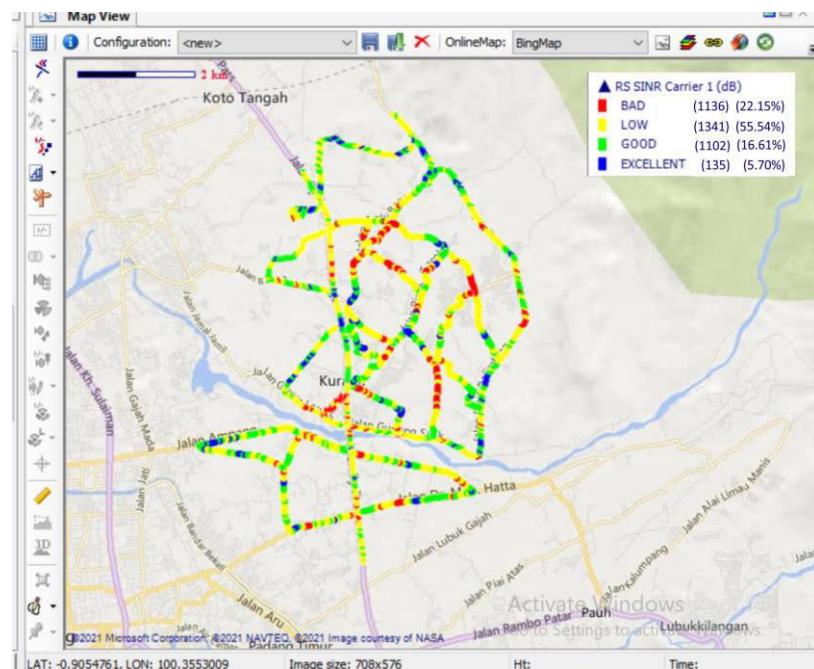
Untuk data detail plotnya dapat dilihat pada tabel sampel RSRP, seperti yang ditunjukan oleh tabel 4.4 dibawah ini :

Tabel 4.4 Tabel Sampel *Plot* RSRP

Latitude	Longitude	Serving Cell RSRP (dBm)	range nilai RSRP (dBm)	Indicator
-0.9105607	100.4208755	-100,4	-110 to -95	Kuning (<i>Low</i>)
-0.9105613	100.4208755	-99,7	-110 to -95	Kuning (<i>Low</i>)
-0.9042469	100.4174508	-81.2	-95 to -80	Hijau (<i>Good</i>)
-0.9039024	100.4174277	-79.4	-80 to 0	Biru (<i>Excellent</i>)
-0.9037435	100.4174118	-80,4	-95 to -80	Hijau (<i>Good</i>)
-0.9031198	100.4174423	-90,1	-95 to -80	Hijau (<i>Good</i>)
-0.9028335	100.4175102	-79,2	-80 to 0	Biru (<i>Excellent</i>)
-0.8908612	100.4032618	-110,1	-150 to -110	Merah (<i>Bad</i>)

-0.8912893	100.4027349	-109,5	-110 to -95	Kuning (<i>Low</i>)
-0.8914899	100.4026124	-111,4	-150 to -110	Merah (<i>Bad</i>)

3. SINR



Gambar 4.4 Hasil Parameter SINR Kuranji

SINR merupakan parameter KPI yang menunjukkan kualitas sinyal pada jaringan 4G LTE, parameter ini menunjukkan perbandingan interferensi *noise* terhadap sinyal, makin tinggi nilai SINR maka kualitas sinyal makin bagus karena menunjukkan tingkat interferensi *noise* yang rendah terhadap sinyal, dengan *noise* yang rendah akan mengecilkan hambatan atau *latency* sinyal yang akan berdampak naiknya kualitas dan kecepatan sinyal pada jaringan 4G LTE FDD 1800 MHz.

Pada gambar 4.4 dapat terlihat nilai SINR dari jaringan 4G LTE di kecamatan Kuranji tidak terlalu bagus karena didominasi oleh indikator berwarna kuning (*low*) yang menandakan range SINR pada area tersebut bernilai antara nilai 0 sampai 13 dB dengan persentase daerah area kuning

sebesar 49,59% dari *plot* dan juga terdapat beberapa area yang menampilkan indikator dominan warna merah (*bad*) yang menandakan nilai SINR pada area tersebut bernilai dibawah nol (0) atau rasio *noise* lebih besar dari sinyal, titik yang paling dominan nilai SINR dibawah nol berada pada daerah Balai Baru Gunung Sarik, Korong Gadang, dan Kalumbuk dengan persentase area dengan indikator warna merah sebesar 36,83% dari, dengan kondisi SINR ini diperlukan optimasi terutama didaerah yang dominan berwarna merah.

Untuk data detail plotnya dapat dilihat pada tabel sampel SINR, seperti yang ditunjukkan oleh tabel 4.5 dibawah ini :

Tabel 4.5 Tabel Sampel SINR

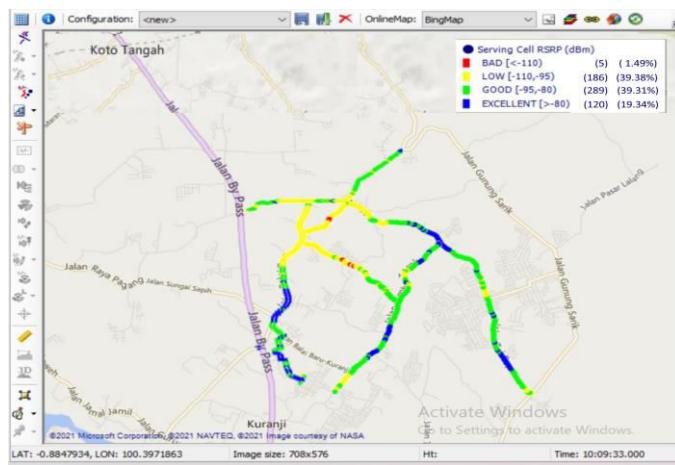
<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Serving Cell SINR (dB)</i>	<i>range nilai SINR (dB)</i>	<i>Indicator</i>
-0.8905190	100.3951340	2	0 to 13	Kuning (<i>low</i>)
-0.8905096	100.3951340	3	0 to 13	Kuning (<i>low</i>)
-0.8905028	100.3951340	1,2	0 to 13	Kuning (<i>low</i>)
-0.8905005	100.3951340	3,4	0 to 13	Kuning (<i>low</i>)
-0.8905036	100.3951705	13,2	13 to 20	Hijau (<i>good</i>)
-0.8903938	100.3954740	15,2	13 to 20	Hijau (<i>good</i>)
-0.8903515	100.3955808	15,8	13 to 20	Hijau (<i>good</i>)
-0.8903750	100.3955274	13,7	13 to 20	Hijau (<i>good</i>)
-0.9070559	100.4185190	22,7	20 to 40	Biru (<i>excellent</i>)
-0.9070069	100.4184889	21,6	20 to 40	Biru (<i>excellent</i>)

4.3 Penentuan *Badspot* dan Koordinat *Newsite Cell Splitting*

4.3.1 *Badspot*

Berdasarkan hasil pengukuran parameter KPI 4G LTE yang telah dilakukan di kecamatan Kuranji didapatkan ada 3 titik yang kemungkinan dapat dilakukan optimasi menggunakan metode *cell splitting*, ketiga titik ini diambil berdasarkan *badsignal*, *badspot*, dan juga *red indicator*. Namun titik-titik ini harus dibandingkan dahulu perfomansi *cellnya* dari data monitoring kapasitas *cell H3I* untuk menentukan apakah daerah *badspot* ini dapat dioptimasi dengan cara *cell splitting*. Berikut ketiga titik tersebut yaitu :

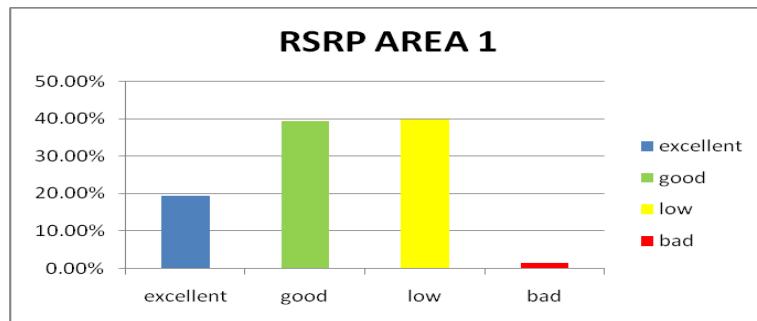
1. Balai Baru Gunuang Sarik



Gambar 4.5 Kondisi RSRP Area Balai Baru Gunuang Sarik

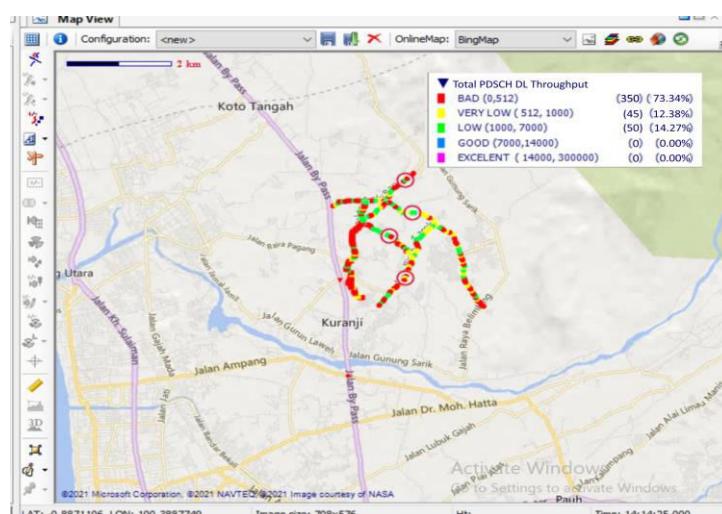
Pada gambar hasil plotting *drive test* wilayah Balai baru gunung sarik diatas dapat diamati gambar 4.5 adalah kondisi RSRP pada daerah Balai baru gunuang sarik menunjukkan kondisi *hole coverage* seperti yang terlihat ada daerah yang didominasi warna kuning dan merah diantara daerah yang memiliki RSRP bagus atau berwarna hijau dan biru pada daerah tersebut, ini menandakan daerah tersebut memiliki *range* RSRP dibawah -95 dBm, seperti yang ditunjukan grafik dibawah ini terlihat

daerah kategori *excellent* (biru) berada pada persentase 19,34%, daerah kategori *good* (hijau) berada pada persentase 39,31%, daerah kategori *low* (kuning) dengan persentase 39,86% , dan daerah kategori *bad* (merah) dengan persentase sebesar 1,49%.



Gambar 4.6 Histogram RSRP Balai Baru Gunung Sarik

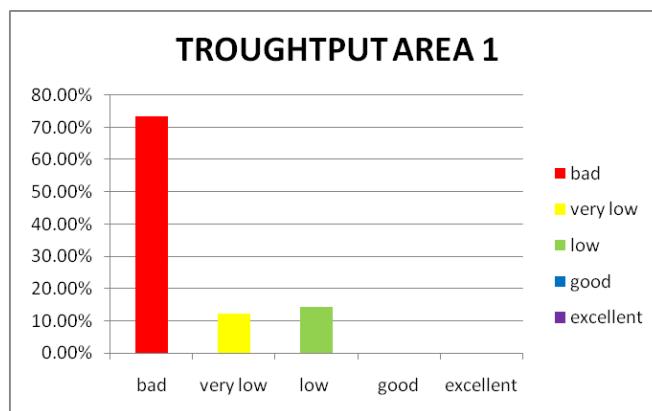
Dari data ini terlihat rata-rata RSRP daerah ini cukup bagus namun daerah ini memiliki *hole coverage* di tengah cellnya yang menunjukkan daerah tersebut memiliki *level power* yang rendah dari daerah sekitarnya sehingga akan mempengaruhi kualitas jaringan, maka diperlukan untuk dilakukan optimasi.



Gambar 4.7 Kondisi *Troughput* Area Balai Baru Gunuang Sarik

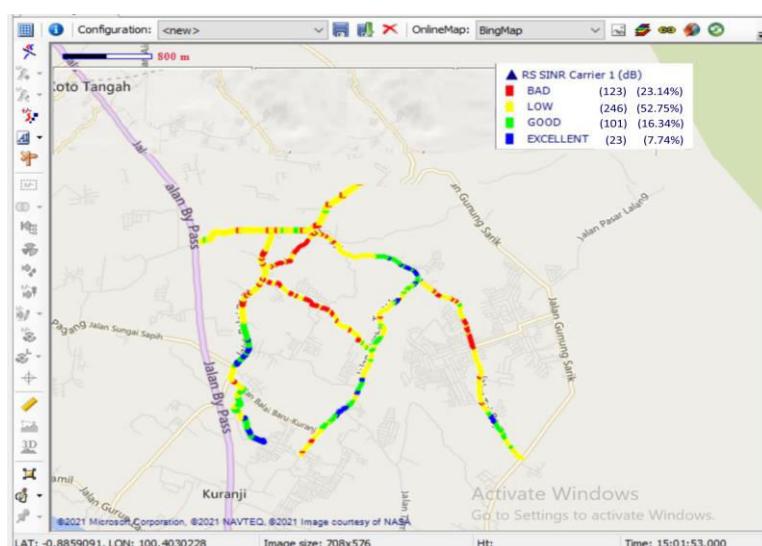
Pada gambar 4.7 diatas menunjukkan kondisi *covarage* berdasarkan nilai *troughput*, terlihat *troughput* daerah ini sangat jelek ditandai pada

gambar 4.7 tersebut daerahnya didominasi warna merah (*bad*) mendakan daerah ini memiliki nilai *troughput* dibawah 512 kbps. Seperti yang ditunjukan pada grafik dibawah ini



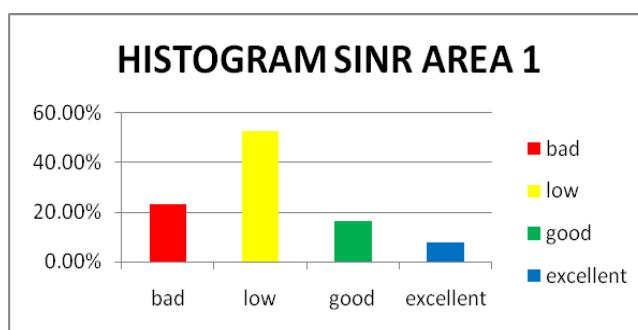
Gambar 4.8 Histogram *Troughput* Balai Baru Gunuang Sarik

Terlihat dari grafik diatas daerah kategori *bad throughput* di Balai Baru Gunuang Sarik berada pada persentase 73.34% sisanya daerah kategori *very low* (kuning) dengan persentase sebesar 12,38%, daerah kategori *low* (hijau) 14,27%. Untuk dari segi *red indikator* sudah sangat memenuhi karena persentase kategori *bad* berada diatas 30% sehingga diperlukan optimasi.



Gambar 4.9 Kondisi SINR Area Balai Baru Gunuang Sarik

Pada gambar 4.9 menunjukan kondisi SINR pada daerah Balai baru gunung sarik, terlihat kondisi SINR disini didominasi oleh warna kuning dan merah, menandakan tingginya *noise* yang disebabkan oleh adanya interferensi sehingga SINR memiliki nilai dibawah nol (0) dB, terlihat daerah *bad* dan *low* cukup merata pada daerah ini. Seperti yang ditunjukan oleh grafik dibawah ini.



Gambar 4.10 Histogram SINR Balai Baru Gunung Sarik

Terlihat pada gambar 4.10 diatas menampilkan persentase SINR pada daerah Balai baru gunung sarik, daerah kategori *bad* berada pada persentase sebesar 23,14%, daerah kategori *low* dengan persentase sebesar 52,75%, daerah kategori *good* dengan persentase sebesar 16,34% dan sisanya daerah kategori *excellent* sebesar 7,74%. Dari segi pendekatan *red indicator* daerah ini memerlukan optimasi karena *good* masih berada dibawah 20%, dan daerah *bad* cukup tinggi diatas 20%, selain itu daerah *excellent* masih dibawah 10%, sehingga bisa dilakukan optimasi.

Namun berdasarkan data monitoring kapasitas *cell* H3I pada daerah ini kondisi kapasitas *cell* pada daerah ini masih cukup bagus ditandai dengan nilai *download physical resource block* (DL PRB) masih dibawah 80% meskipun *user active* sudah 99% dan total trafik kebanyakan berada dibawah 80 GB yang menandakan trafik masih *low*, sementara

untuk nilai CQI pada daerah ini rata-rata diatas nilai 10 menandakan kualitas *cell* masih baik dan belum diperlukan penambahan kapasitas seperti yang ditunjukkan tabel dibawah ini.

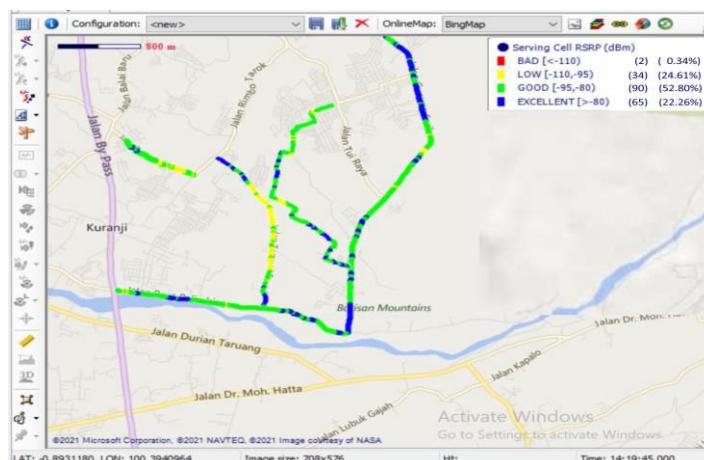
Tabel 4.6 Data Network Site Balai Baru Gunung Sarik

SITE ID	PERIOD_START_TIME	MRBTS/SBTS name	Total E-UTRAN License User Active (%)	Perc DL PRB Util	CQI	Total Traffik
32290	05.02.2021	032290_GUNUNG_SARIK_4G	99.97	50.72	11.4	75.48
32290	06.04.2021	032290_GUNUNG_SARIK_4G	99.96	52.42	11.4	83.04
32290	06.05.2021	032290_GUNUNG_SARIK_4G	99.94	54.47	11.2	84.32
32290	06.06.2021	032290_GUNUNG_SARIK_4G	99.98	52.86	11.4	80.63
32290	06.07.2021	032290_GUNUNG_SARIK_4G	99.99	55.81	11.4	86.29
32290	06.12.2021	032290_GUNUNG_SARIK_4G	99.94	55.65	11.3	83.96
32290	06.13.2021	032290_GUNUNG_SARIK_4G	99.93	54.31	11.5	84.23
32290	06.14.2021	032290_GUNUNG_SARIK_4G	99.95	50.42	11.5	79.43
32290	06.15.2021	032290_GUNUNG_SARIK_4G	99.97	53.22	11.5	85.39
32290	06.18.2021	032290_GUNUNG_SARIK_4G	99.98	51.51	11.1	83.86
32290	06.19.2021	032290_GUNUNG_SARIK_4G	99.98	52.54	11.2	83.28
32290	06.22.2021	032290_GUNUNG_SARIK_4G	99.99	53.71	11.2	91.27
32290	06.24.2021	032290_GUNUNG_SARIK_4G	99.98	54.71	11.2	91.87
32290	06.27.2021	032290_GUNUNG_SARIK_4G	99.99	54.88	11.2	92.44

Sumber : PT Citius Solusi Indonesia (Partner of H3I)

Berdasarkan tabel diatas daerah ini belum dapat dilakukan *cell splitting* karena kondisi kapasitas masih bagus, adapun hal yang membuat parameter *drive test* menjadi *low* hanya karena *active user* yang tinggi, hal itu dapat diatasi dengan melakukan konfigurasi *setting inactive timer* atau menutup layanan pada pengguna melebihi batas pemakaian pada *cell*.

2. Korong Gadang



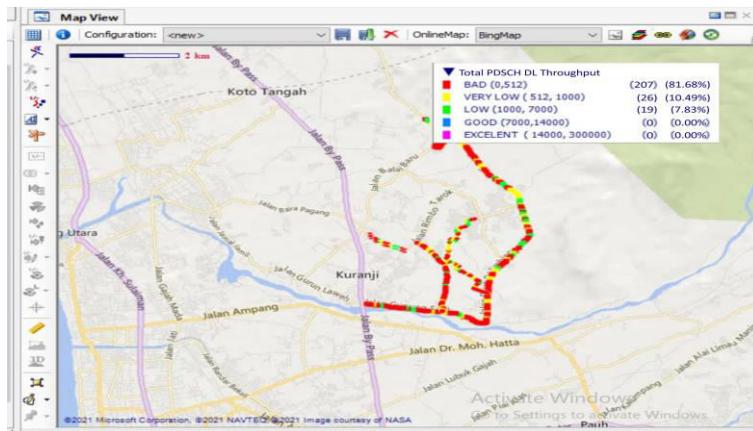
Gambar 4.11 Kondisi RSRP Area Korong Gadang

Pada gambar 4.11 kondisi RSRP area Korong Gadang diatas dapat diamati bagaimana kondisi RSRP dari jaringan 4G LTE di wilayah ini, terlihat RSRP pada wilayah ini cukup bagus karena didominasi oleh indikator warna biru dan hijau dan daerah *bad* dibawah 1%, namun sama seperti di wilayah Balai Baru Gunung Sarik pada wilayah Korong Gadang ini juga terdapat area holes coverage yang mana area ini akan menyebabkan turunnya kualitas dari jaringan 4G LTE disana, terlihat daerah *low* pada hasil *drive test* berkumpul pada area yang cukup besar dan menyebabkan *hole coverage*, selain itu jika dilihat dari *red* indikator untuk persentase area *low* disini masuk dalam persentase *red* indikator dimana daerah *low* berada di persentase antara 20 dan 30%, seperti yang ditampilkan pada berikut.



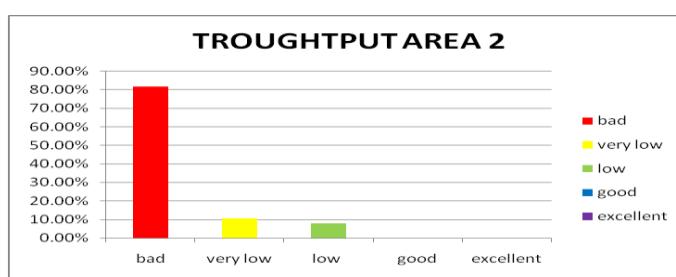
Gambar 4.12 Histogram RSRP Korong Gadang

Terlihat pada gambar 4.12 diatas persentase RSRP untuk daerah kategori *excellent* sebesar 22,26%, sementara untuk daerah kategori *good* persentase sebesar 52,8%, untuk daerah kategori *low* 24,61%, dan sisanya 0,34% untuk daerah kategori *bad*.



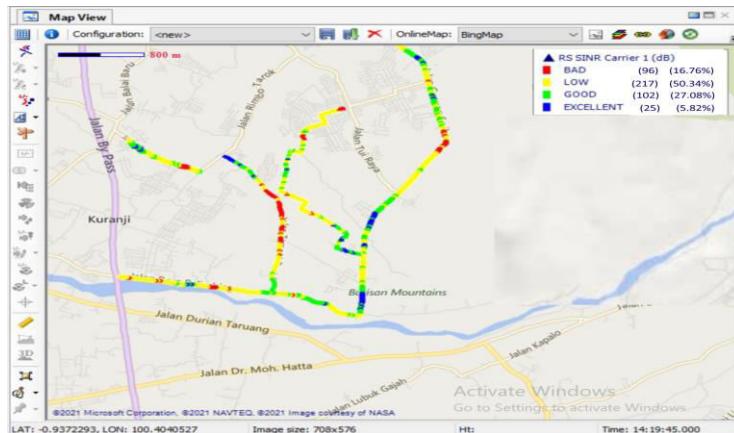
Gambar 4.13 Kondisi *Troughput* Area Korong Gadang

Pada gambar 4.13 menunjukan hasil ploting kondisi *troughput*, terlihat kondisi *troughtput* cukup buruk karena didominasi oleh indikator berwarna merah atau kategori *bad*, ini menandakan kondisi *troughtput* berada pada kecepatan rata-rata dibawah 512 kbps dengan persentase 94,8%, sehingga sangat memungkinkan sekali untuk penerapan metode *cell splitting* untuk wilayah ini agar dapat meningkatkan kapasitas dari *troughtput* yang ada sekarang, hasil detail ploting diatas seperti yang ditampilkan oleh grafik dibawah ini.



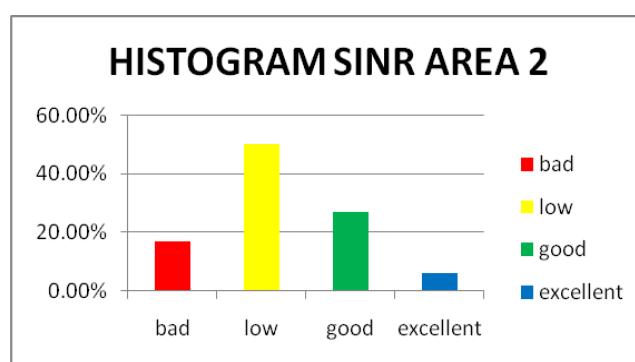
Gambar 4.14 Histogram *Troughput* Korong Gadang

Terlihat dari gambar 4.14 diatas daerah kategori *bad throughput* di Korong Gadang berada pada persentase 81,68% sisanya daerah kategori *very low* (kuning) dengan persentase sebesar 10,49%, daerah kategori *low* (hijau) 7,83%. Untuk dari segi *red* indikator sudah sangat memenuhi karena persentase *bad* berada diatas 30% sehingga diperlukan optimasi.



Gambar 4.15 Kondisi SINR Area Korong Gadang

Pada gambar 4.15 menunjukan hasil ploting kondisi SINR, terlihat kondisi SINR dikategorikan *low* karena didominasi oleh indikator berwarna kuning, ini menandakan kondisi SINR berada pada nilai 0 sampai 13 dB dengan persentase 50,34% dan daerah kategori *bad* berada pada persentase 16,76% sehingga total daerah kategori *bad* dan *poor* adalah 67,1%, dengan rendahnya nilai SINR pada wilayah ini akan berdampak pada rendahnya throughput seperti yang ditampilkan pada gambar (b) itu terjadi karena nilai SINR yang rendah, sehingga sangat memungkinkan sekali untuk penerapan metode *cell splitting* untuk wilayah ini agar dapat meningkatkan nilai SINR yang ada sekarang, hasil detail ploting diatas seperti yang ditampilkan oleh grafik berikut ini.



Gambar 4.16 Histogram SINR Korong Gadang

Terlihat pada gambar 4.16 diatas persentase SINR untuk daerah kategori *excellent* sebesar 5,82%, sementara untuk daerah kategori *good* persentase sebesar 27,08%, untuk daerah kategori *low* 50,34%, dan sisanya 16,76% untuk daerah kategori *bad*.

Berdasarkan data monitoring kapasitas *cell* H3I pada daerah ini kondisi kapasitas *cell* cukup tinggi ditandai dengan nilai DL PRB berada diatas nilai 80% dan *user active* sudah 99% dan total trafik kebanyakan berada diatas 100 GB yang menandakan trafik *high*, sementara untuk nilai CQI pada daerah ini rata-rata dibawah 9 menandakan kualitas *cell* masih dibawah standar H3I dan diperlukan penambahan kapasitas seperti yang ditunjukkan tabel 4.7 dibawah ini.

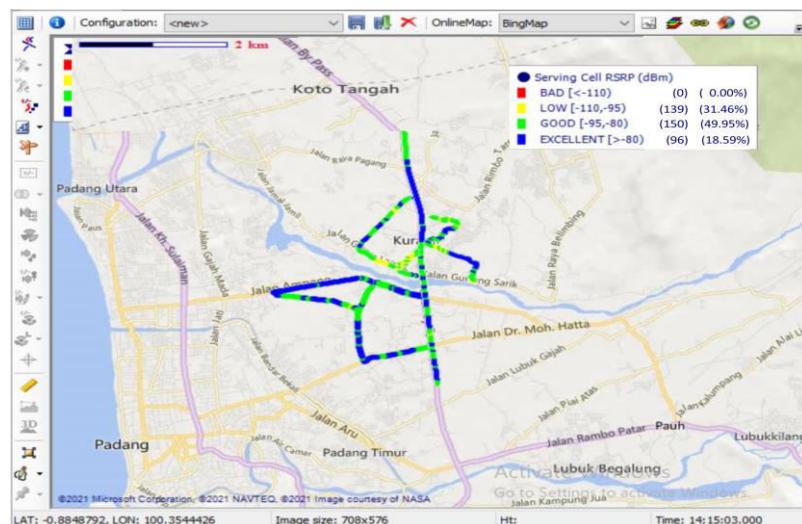
Tabel 4.7 Data *Network Site* Korong Gadang

SITE_ID	PERIOD_START_TIME	MRBTS/SBTS name	Total E-UTRAN License User Active (%)	Perc_DL_PRB_Uth	CQI	Total Traffic(GB)
31179	05.02.2021	031179_TUI_RAYA_VIP_4G	99.93	85.54	9.1	148.15
31179	05.13.2021	031179_TUI_RAYA_VIP_4G	99.93	81.87	9.2	143.11
31179	05.23.2021	031179_TUI_RAYA_VIP_4G	99.94	80.36	9.2	134.03
31179	06.18.2021	031179_TUI_RAYA_VIP_4G	99.88	80.86	9.3	140.76
31179	06.19.2021	031179_TUI_RAYA_VIP_4G	99.90	81.71	9.3	141.88
31179	06.22.2021	031179_TUI_RAYA_VIP_4G	99.93	80.93	9.2	141.98
31179	06.27.2021	031179_TUI_RAYA_VIP_4G	99.85	80.88	8.2	157.59
31179	07.08.2021	031179_TUI_RAYA_VIP_4G	99.80	80.22	8.2	143.81
31179	07.09.2021	031179_TUI_RAYA_VIP_4G	99.85	80.55	8.1	146.89
31179	07.11.2021	031179_TUI_RAYA_VIP_4G	99.87	83.75	8.1	156.72
31179	07.11.2021	031179_TUI_RAYA_VIP_4G	99.93	80.73	9.0	128.50
31179	07.14.2021	031179_TUI_RAYA_VIP_4G	99.81	82.52	7.9	150.54
31179	07.16.2021	031179_TUI_RAYA_VIP_4G	99.79	82.62	7.8	153.15
31179	07.16.2021	031179_TUI_RAYA_VIP_4G	99.86	81.00	8.8	121.85
31179	07.17.2021	031179_TUI_RAYA_VIP_4G	99.84	86.39	7.9	160.81
31179	07.17.2021	031179_TUI_RAYA_VIP_4G	99.92	82.95	8.8	127.21
31179	07.18.2021	031179_TUI_RAYA_VIP_4G	99.80	85.32	7.9	162.50
31179	07.18.2021	031179_TUI_RAYA_VIP_4G	99.92	82.36	8.8	127.94
31179	07.19.2021	031179_TUI_RAYA_VIP_4G	99.83	86.51	7.9	168.04
31179	07.19.2021	031179_TUI_RAYA_VIP_4G	99.93	82.96	8.9	129.64
31179	07.20.2021	031179_TUI_RAYA_VIP_4G	99.81	86.15	8.0	164.30
31179	07.20.2021	031179_TUI_RAYA_VIP_4G	99.89	82.42	9.0	134.88
31179	07.21.2021	031179_TUI_RAYA_VIP_4G	99.87	81.64	8.1	146.34
31179	07.23.2021	031179_TUI_RAYA_VIP_4G	99.88	80.64	8.0	141.26
31179	07.24.2021	031179_TUI_RAYA_VIP_4G	99.89	83.17	8.1	152.41

Sumber : PT Citius Solusi Indonesia (Partner of H3I)

Berdasarkan tabel diatas dan analisa parameter KPI 4G pada daerah Korong Gadang ini dapat dilakukan *cell splitting* pada site 31179 Tui Raya yang berjarak 1 Km dari area *badspot*, dimana daerah *badspot* tersebut masih masuk dalam area layanan site 31179 tersebut. Adapun latar belakang daerah ini bisa dilakukan *cell splitting* karena kondisi trafik yang tinggi ditandai dengan tingginya persentase total *user active license* dan persentase DL PRB berada diatas 80%. sebelumnya pada site 31179 Tui Raya tersebut sudah terlebih dahulu dilakukan optimasi berupa penambahan *user lisence* dan PRB menggunakan metode *carrier aggregation* dengan melakukan penambahan *transmitter* baru yang memiliki frekuensi berbeda dari *transmitter* lama, namun optimasi tersebut belum dapat menurunkan *traffic*, kondisi tersebut memenuhi persyaratan untuk dilakukan penambahan *cell* dan metode *cell splitting* dapat dilakukan pada daerah ini.

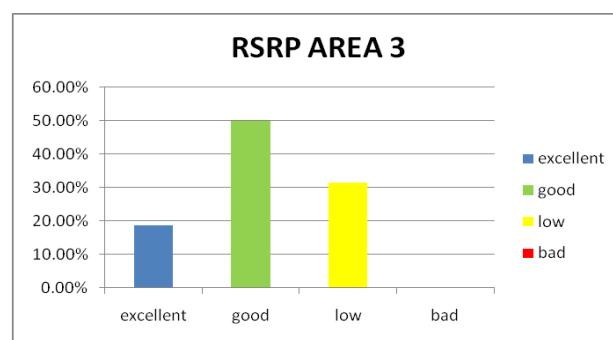
3. Kalumbuk



Gambar 4.17 Kondisi RSRP Area Kalumbuk

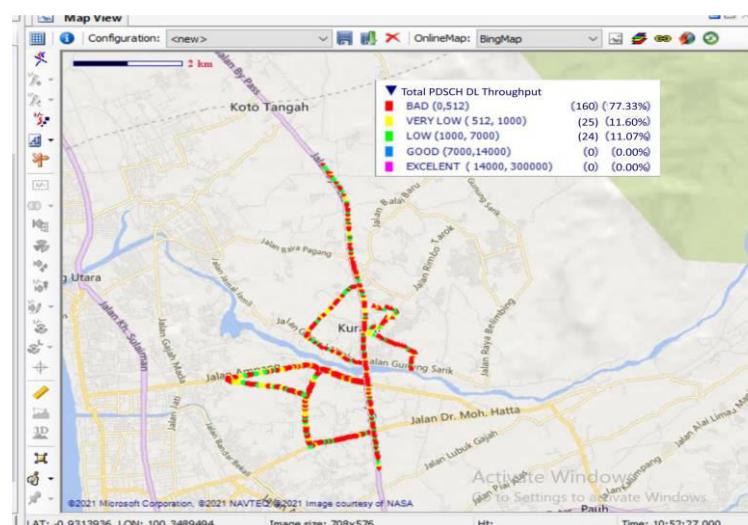
Pada gambar 4.17 menunjukan kondisi SINR dari jaringan 4G LTE di area Kalumbuk, terlihat RSRP pada wilayah ini cukup bagus karena

didominasi oleh indikator warna biru dan hijau berada pada persentase 31,46%, namun sama seperti di wilayah Balai Baru Gunung Sarik pada wilayah Kalumbuk ini juga terdapat area *holes coverage* yang mana area ini akan menyebabkan turunnya kualitas dari jaringan 4G LTE disana, terlihat daerah *low* pada hasil *drive test* berkumpul pada area yang cukup besar dan menyebabkan *hole coverage*, seperti yang ditampilkan pada berikut.



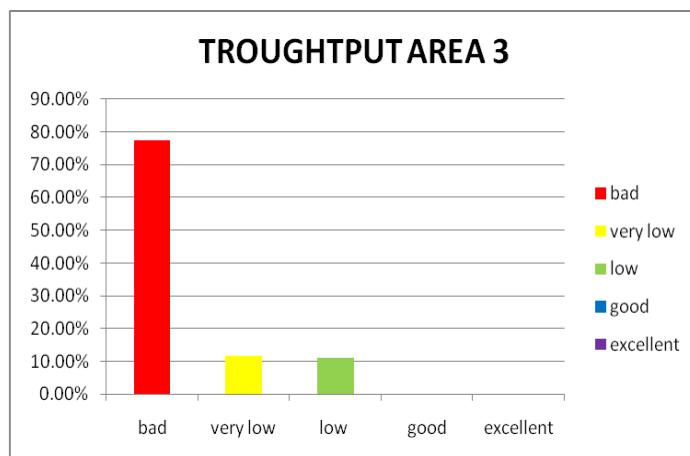
Gambar 4.18 Histogram RSRP Kalumbuk

Terlihat pada gambar 4.18 diatas persentase RSRP untuk daerah kategori *excellent* sebesar 18,59%, sementara untuk daerah kategori *good* persentase sebesar 49,95%, dan sisanya 31,46% untuk daerah kategori *low*.



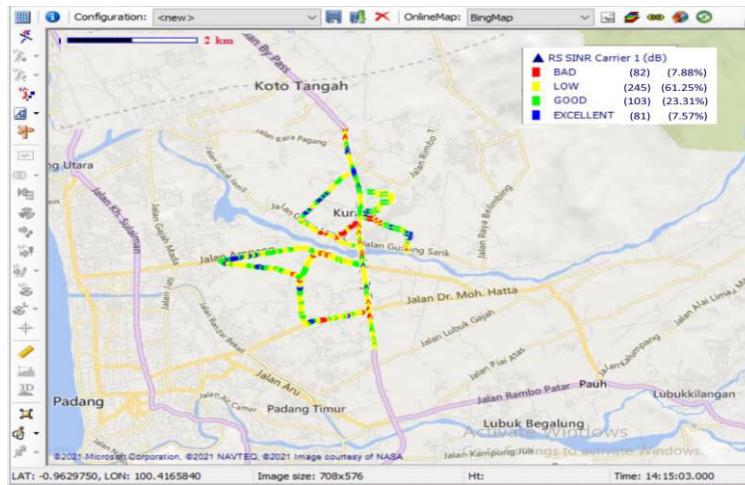
Gambar 4.19 Kondisi *Troughput* Area Kalumbuk

Pada gambar 4.19 menunjukan kondisi *throughput* pada area kalumbuk, terlihat kondisi *troughtput* cukup buruk karena didominasi oleh indikator berwarna merah atau kategori *bad*, ini menandakan kondisi *troughtput* berada pada kecepatan rata-rata dibawah 512 kbps dengan persentase 94,61%, sehingga sangat memungkinkan untuk penerapan metode *cell splitting* untuk wilayah ini agar dapat meningkatkan kapasitas dari *troughtput* yang ada sekarang, hasil detail ploting diatas seperti yang ditampilkan oleh grafik dibawah ini



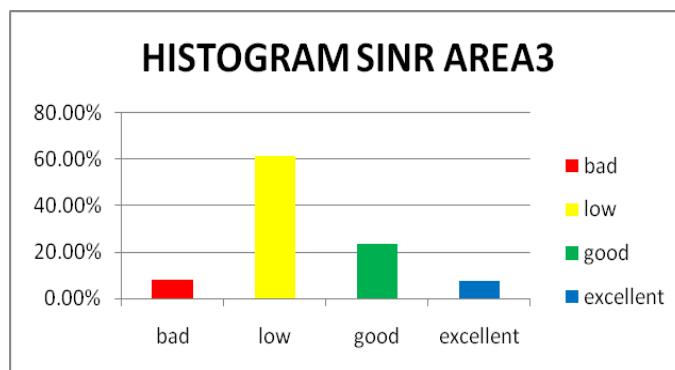
Gambar 4.20 Histogram *Troughput* Kalumbuk

Terlihat dari gambar 4.20 diatas daerah kategori *bad* *troughtput* di Kalumbuk berada pada persentase 77,33% sisanya daerah kategori *very low* (kuning) dengan persentase sebesar 11,60%, daerah kategori *low* (hijau) 11,07%. Untuk dari segi *red* indikator sudah sangat memenuhi karena persentase kategori *bad* berada diatas 30% sehingga diperlukan optimasi.



Gambar 4.21 Kondisi SINR Area Kalumbuk

Pada gambar 4.21 menunjukkan kondisi SINR area Kalumbuk, terlihat kondisi SINR dikategorikan *low* karena didominasi oleh indikator berwarna kuning, ini menandakan kondisi SINR berada pada nilai 0 sampai 13 dB dengan persentase 61,25% dan daerah kategori *bad* berada pada persentase 7,88% sehingga total daerah kategori *bad* dan *poor* adalah 69,13%, dengan rendahnya nilai SINR pada wilayah ini akan berdampak pada rendahnya *throughput* seperti yang ditampilkan pada gambar 4.19 itu terjadi karena nilai SINR yang rendah, sehingga sangat memungkinkan sekali untuk penerapan metode *cell splitting* untuk wilayah ini agar dapat meningkatkan nilai SINR yang ada sekarang, hasil detail plotting diatas seperti yang ditampilkan oleh grafik dibawah ini.



Gambar 4.22 Histogram SINR Kalumbuk

Terlihat pada gambar 4.22 diatas persentase SINR untuk daerah kategori *excellent* sebesar 7,57%, sementara untuk daerah kategori *good* persentase sebesar 23,31%, untuk daerah kategori *low* 61,25%, dan sisanya 7,88% untuk daerah kategori *bad*.

Namun berdasarkan data monitoring kapasitas *cell* H3I pada daerah ini kondisi kapasitas *cell* pada daerah ini masih cukup bagus ditandai dengan nilai DL PRB masih dibawah 80% meskipun *user active* sudah 99% dan total trafik kebanyakan berada dibawah 80 GB yang menandakan trafik masih *low*, sementara untuk nilai CQI pada daerah ini rata-rata diatas nilai 10 menandakan kualitas *cell* masih baik dan belum diperlukan penambahan kapasitas seperti yang ditunjukkan tabel dibawah ini:

Tabel 4.8 Data Network Site Kalumbuk

SITE ID	PERIOD_START_TIME	MRBTS/SBTS name	Total E-UTRAN License User Active (%)	Perc DL PRB Util	CQI	Total Trafik (GB)
31064	06.18.2021	031064_KAMPUNG_KELAWI_VIP_4G	99.94	33.33	11.0	22.64
31064	06.18.2021	031064_KAMPUNG_KELAWI_VIP_4G	99.94	31.28	10.0	48.12
31064	06.18.2021	031064_KAMPUNG_KELAWI_VIP_4G	99.69	26.94	10.6	42.71
31064	06.18.2021	031064_KAMPUNG_KELAWI_VIP_4G	99.84	26.60	9.4	63.23
31064	06.18.2021	031064_KAMPUNG_KELAWI_VIP_4G	99.93	19.89	9.7	51.27
31064	06.18.2021	031064_KAMPUNG_KELAWI_VIP_4G	99.98	35.08	9.3	43.88
31064	06.19.2021	031064_KAMPUNG_KELAWI_VIP_4G	99.91	34.42	10.9	21.24
31064	06.19.2021	031064_KAMPUNG_KELAWI_VIP_4G	99.91	32.64	10.1	46.69
31064	06.19.2021	031064_KAMPUNG_KELAWI_VIP_4G	99.74	30.35	10.6	46.06
31064	06.19.2021	031064_KAMPUNG_KELAWI_VIP_4G	99.80	29.15	9.3	64.64
31064	06.19.2021	031064_KAMPUNG_KELAWI_VIP_4G	99.91	20.54	9.5	54.37
31064	06.19.2021	031064_KAMPUNG_KELAWI_VIP_4G	99.99	35.87	9.3	49.85
31064	06.22.2021	031064_KAMPUNG_KELAWI_VIP_4G	99.97	39.97	11.0	22.46
31064	06.22.2021	031064_KAMPUNG_KELAWI_VIP_4G	99.94	33.67	9.7	44.22
31064	06.22.2021	031064_KAMPUNG_KELAWI_VIP_4G	99.88	30.65	10.2	54.01
31064	06.22.2021	031064_KAMPUNG_KELAWI_VIP_4G	99.89	28.54	9.3	65.60
31064	06.22.2021	031064_KAMPUNG_KELAWI_VIP_4G	99.92	22.42	9.6	63.33
31064	06.22.2021	031064_KAMPUNG_KELAWI_VIP_4G	99.97	40.45	9.3	48.51
31064	06.23.2021	031064_KAMPUNG_KELAWI_VIP_4G	99.93	42.07	10.8	27.93
31064	06.23.2021	031064_KAMPUNG_KELAWI_VIP_4G	99.95	32.05	9.4	45.62
31064	06.23.2021	031064_KAMPUNG_KELAWI_VIP_4G	99.86	31.84	10.0	54.52
31064	06.23.2021	031064_KAMPUNG_KELAWI_VIP_4G	99.86	27.71	9.3	62.08
31064	06.23.2021	031064_KAMPUNG_KELAWI_VIP_4G	99.93	21.57	9.5	69.06

Sumber : PT Citius Solusi Indonesia (Partner of H3I)

Berdasarkan tabel diatas daerah ini belum dapat dilakukan *cell splitting* karena kondisi kapasitas masih bagus, adapun hal yang membuat

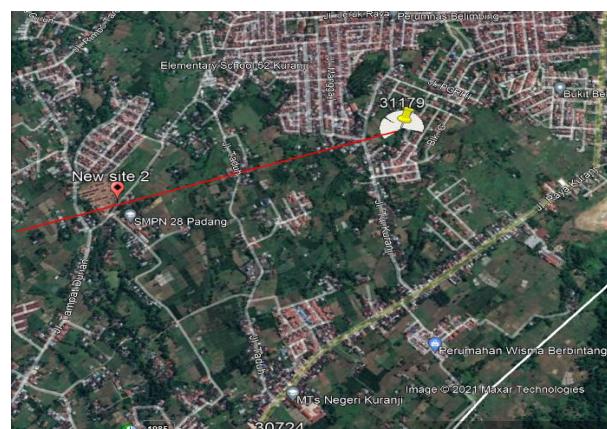
parameter *drivetest* menjadi *low* hanya karena *active user* yang tinggi, hal itu dapat diatasi dengan melakukan konfigurasi *setting inactive timer* atau menutup layanan pada pengguna melebihi batas pemakaian pada *cell*.

4.3.2 Titik Koordinat *Newsite*

Penentuan koordinat *newsite* didasarkan pada perkiraan titik efektif yang mana pada titik tersebut dapat menjangkau seluruh area *badspot* dan dapat meningkatkan perfomansi pada area tersebut dengan juga memperhatikan pola pemecahan 4:1.

Berdasarkan analisa *badspot* dan juga monitoring kapasitas jaringan H3I didapatkan bahwa daerah *badspot* yang dapat dilakukan *cell splitting* adalah daerah *badspot* 2 atau korong gadang, dimana *site* yang bermasalah adalah *site* 31179 Tui Raya dimana *site* ini adalah *site* yang memberikan layanan pada area *badspot* tersebut.

Pada daerah Korong Gadang area *badspot* berada pada jalan menuju SMPN 28 Padang hingga jalan tembus ke Simpang Plasa Telkom Kurangi, sehingga dengan daerah ini sebagai area *badspot* dapat diperkirakan posisi efektif untuk *newsite cell splitting* berada pada posisi *longitude* 100.411207° E dan *latitude* -0.910052° S. Seperti pada gambar 4.23 berikut:



Gambar 4.23 Posisi *Newsite Cell Splitting*

Dengan didapatkannya posisi *newsite* maka dapat ditentukan arah *azimuth* untuk setiap sektor atau *cell newsite* dengan memperhatikan arah *azimuth site neighbor* agar tidak saling menserving area yang sama dan akan membuat terjadinya interferensi, adapun *azimuth newsite* pada yang didapatkan pada penelitian ini seperti pada tabel 4.9 berikut.

Tabel 4.9 Daftar *Azimuth New Site Cell Splitting*

Site	Sector 1	Sector 2	Sector 3
Newsite	0	85	180

4.4 Analisa Perencanaan Rancangan *Cell Splitting*

4.4.1 Identifikasi *Site* Induk

Pada penelitian ini *site* yang mengalami masalah *high trafik* adalah *site* 31179 Tui Raya yang berada 1 Km pada daerah Korong Gadang yang menjadi area *badspot* dan ikut memberikan layanan 4G LTE FDD 1800 di daerah tersebut, seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa area ini memiliki *active user* dan DL PRB yang tinggi, adapun untuk melihat spesifikasi *site* ini sebagai awal memulai metode *cell splitting*, berikut tabel spesifikasi *site* 31179 Tui Raya seperti yang ditampilkan tabel 4.10 dibawah ini.

Tabel 4.10 Spesifikasi *Site* Induk 31179 Tui Raya

Spesifikasi	Nilai	Keterangan
Nama <i>Site</i>	31179	
PCI	30/31/32	
Teknologi	FDD 1800+2100 MHz	
Bandwidth	10,10	MHz
Power	46	dBm
Radius Cell	2.1	Km
Total Trafik	144,972	GB
Longitude	100.419	E
Latitude	-0.90477	S
Azimuth	50/250/330	Derajat
Ketinggian Antena	42/42/42	Meter

Mekanikal <i>Down Tilt</i>	2/2/2	Derajat
Elektrikal <i>Down Tilt</i>	4/5/5	Derajat
<i>Cell Type</i>	Macro Cell	
CQI	8,5	16QAM
<i>Number Active Ues</i>	972	UE
MAPL	100	dB
PRB	100	RB

Sumber : PT Citius Solusi Indonesia (Partner of H3I)

Berdasarkan spesifikasi diatas dapat diketahui data yang dapat dijadikan dasar untuk memulai perhitungan *cell splitting* seperti nilai *power site* tersebut adalah 46 dBm atau 40 W, *radius cell* sejauh 2,1 Km, tinggi antena adalah 42 mdpl, total trafik sebesar 144,972 GB, karena *site* ini sebelumnya dilakukan *carrier aggregation* maka *site* ini memiliki 2 frekuensi yaitu 1800 dan 2100 MHz maka alokasi DL PRB *cell* induk dari frekuensi 1800 band 10 MHz sebesar 50 RB ditambah dengan frekuensi 2100 band 10 MHz sebesar 50 RB maka total PRB *cell* induk adalah 100 RB, untuk pengalokasian berdasarkan persamaan 3.6 dan 3.7 seperti dibawah ini.

$$\text{PRB}_{2100} = \frac{\text{Sisa lebar bandwidth}}{\text{lebar 1 RB}}$$

$$\text{PRB}_{2100} = \frac{9000 \text{ kHz}}{180 \text{ kHz}}$$

$$\text{PRB}_{2100} = 50 \text{ RB}$$

Karena *bandwidth* frekuensi 1800 dan 2100 MHz pada operator 3 sama-sama hanya 10 MHz maka:

$$\text{PRB}_{1800} = \text{PRB}_{2100}$$

$$\text{PRB}_{2100} = \text{PRB}_{1800}$$

$$\text{PRB induk} = \text{PRB}_{1800} + \text{PRB}_{2100}$$

$$\text{PRB induk} = 50 \text{ RB} + 50 \text{ RB}$$

$$\text{PRB induk} = 100 \text{ RB}$$

4.4.2 Penentuan *Power Transmitter Cell*

Penentuan *power transmitter* dilakukan menggunakan *rumus power cell splitting* pada persamaan 3.5 bab III, dari data yang didapatkan melalui *vendor* H3I diketahui nilai *power* dari *site* induk adalah 46 dBm atau 40 W sehingga dapat dihitung dengan rumus pengecilan *power cell splitting* dan didapatkan *power* untuk *newsite cell splitting* adalah 34 dBm atau 2,5 W, namun untuk nilai *power* 2,5 W tersebut harus diuji dulu apakah hasilnya bisa efektif dan sesuai dengan kondisi lapangan yang diuji dengan aplikasi *atoll*, untuk menguji efektifnya rumus tersebut penulis menambahkan dua skenario pengujian yaitu nilai *power* diperkecil lagi sebesar 15 dB (31 dBm(1,25 W)) dan nilai *power* diperkecil $\frac{1}{2}$ dari *power site* induk menjadi 43 dBm (20 W) untuk menguji dan membandingkan rumus teori pengecilan *power transmiiter cell splitting* tersebut.

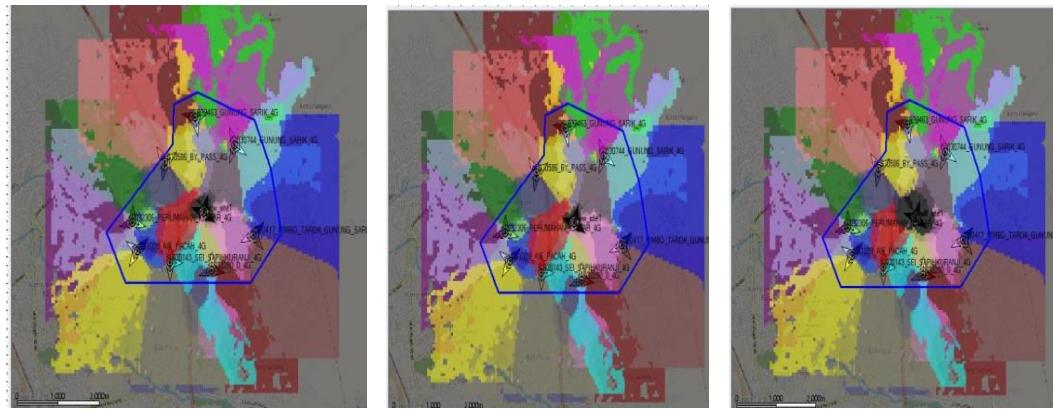
Didapatkan hasil perbandingan masing-masing skenario ini sesuai dengan tabel 4.11 berikut ini :

Tabel 4.11 Penentuan *Power Transmitter Newsite*

Parameter	Skenario		
	I (34 dBm)	II (31 dBm)	III (43 dBm)
RSRP (dBm)	-116,49	-118,9	-107,59
SINR (dB)	4,93	2,42	8,42
<i>Troughput</i> (31 Kbps)	10.041	9.348	11.045
Radius (Km)	0,681	0,554	1,040

Dari perbandingan pada tabel diatas terlihat hasil simulasi *power transmitter cell splitting* menggunakan aplikasi atoll, terlihat bahwa skenario III lebih bagus dari pada skenario lainnya baik dari segi RSRP, SINR, dan *troughput* lebih bagus dari skenario lainnya, dan jangkauan juga sesuai dengan yang diharapkan pada *power* skenario III padahal skenario I sudah sesuai dengan teori, hal ini dapat terjadi karena banyak pengaruh dilapangan yang tidak diperhatikan

oleh teori *cell splitting* sebelumnya seperti *obstacel*, interferensi dan hal-hal lainnya yang dapat memperngaruhi, seperti yang ditunjukkan gambar jangkauan sinyal *transmitter* dibawah ini :



Gambar 4.24 Perbandingan Jangkauan Sinyal *Transmitter* dengan *Power* Berbeda

Gambar 4.18 menampilkan jangkauan sinyal *transmitter site* baru hasil *cell splitting*, area yang mendapat sinyal dari *site* baru ditunjukan oleh indikator warna hitam, pada gambar 4.18 (a) dan (b) terlihat jangkauan sinyal *transmitter*nya tidak terlalu bagus karena tereduksi oleh *site* sekelilingnya sehingga luas jangkauan sinyal pada skenario tersebut menjadi kecil, berbeda dengan gambar 4.18 (c) sinyal yang dipancarkan *site* baru tidak terlalu tereduksi oleh *site* sekelilingnya dan dapat mencapai jangkauan yang telah direncanakan, sehingga berdasarkan perbandingan diatas skenario *power* 43 dBm lebih efektif digunakan dalam penelitian ini.

4.4.3 Perhitungan *Traffic Load* dan Jumlah *Cell Splitting*

Penelitian ini bermula karena penulis menemukan bahwa kapasitas trafik yang melayani pengguna sudah berada diatas utilitas yang diinginkan *provider* H3I, sehingga diperlukan peningkatan kapasitas berupa peningkatan trafik yang ditandai dengan meningkatnya kualitas dan *troughput* jaringan agar bisa melayani

beban trafik yang lebih besar karena makin besar kualitas layanan akan meningkatkan beban trafik itu sendiri.

Dari data *site* induk diketahui bahwa *traffic load site* induk adalah 145 GB atau 1160 Gb, sementara standar optimasi dari *provider* H3I adalah 80 GB atau 640 Gb. Dengan dilakukannya *metode cell splitting* maka peningkatan *traffic load* dapat diestimasikan menggunakan rumus *traffic load cell splitting* persamaan 3.5, dari hasil perhitungan diperoleh *traffic load* untuk *newsite* akan mampu melayani trafik sebesar 2320 GB atau 18560 Gb, Seperti pada perhitungan dibawah ini :

$$\text{Trafficloadlama} = 145 \text{ GB (1160 Gb)}$$

$$\text{Trafficloadbaru} = 4 \times \text{Trafikloadlama} \times \frac{\text{area lama}}{\text{area baru}}$$

$$\text{Trafficloadbaru} = 4 \times 1160 \times \frac{22,3}{5,58}$$

$$\text{Trafficloadbaru} = 2320 \text{ GB (18560 Gb)}$$

Maka dapat dicari berapa banyak *cell* akan dipecah (*n*) menjadi

$$\text{Trafficloadbaru} = 4^n \times \text{Trafikloadlama}$$

$$18560 = 4^n \times 1160$$

$$\frac{18560}{1160} = 4^n$$

$$16 = 4^n$$

$$4^2 = 4^n$$

$$n = 2$$

Maka *cell* lama dapat dipecah menjadi 2 *cell* baru

Karena perhitungan *cell* yang diperlukan dalam satu *newsite* didapatkan hanya diperlukan 2 *cell*.

4.4.4 Perhitungan *Radius* dan *Area Cell*

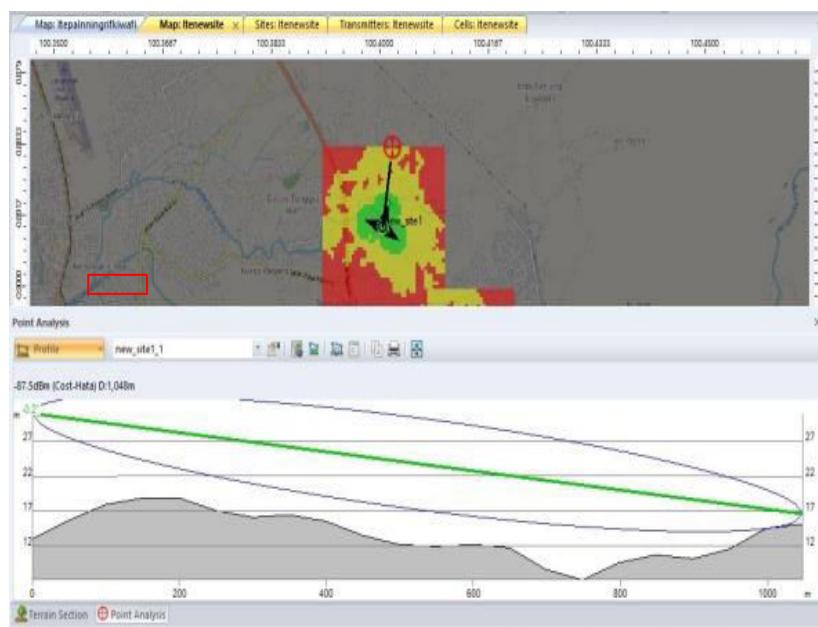
Berdasarkan data *site* induk diketahui bahwa panjang *radius cell* induk adalah 2,1 Km, dengan itu dapat diperhitungkan *radius* untuk *newsite* dengan teori *cell splitting* adalah setengah dari *radius cell* induk dan didapatkan *radius cell newsite* adalah 1,05 Km, sesuai dengan batas jangkauan maksimal dari *microcell* seperti yang ditunjukan hasil perhitungan dibawah ini.

$$\text{Radiuscellbaru} = \frac{2,1 \text{ Km}}{2}$$

$$\text{Radiuscellbaru} = 1,05 \text{ Km}$$

$$\text{Radiuscellbaru} = 1 \text{ Km}$$

Hasil radius diatas direncanakan pada *atoll RNP tool*, dan didapatkan hasil simulasi sesuai dengan perhitungan yang dilakukan seperti pada gambar 4.25 berikut ini :



Gambar 4.25 Perencanaan *Radius Cell Splitting*

Dengan diketahui *radius cell* induk dan *radius cell* baru maka dapat diperhitungkan area *cell* induk menggunakan perhitungan luas *coverage area macrocell* pada persamaan 2.2 bab II, seperti dibawah ini :

$$\text{Area cell lama} = 1,95 \times 2,6 \times d^2$$

d = radius cell lama ke UE

$$\text{Area cell lama} = 1,95 \times 2,6 \times 2,1^2$$

$$\text{Area cell lama} = 22,36 \text{ Km}^2$$

Didapatkan dari perhitungan bahwa luas area *cell* induk adalah sebesar $22,36 \text{ km}^2$ oleh karena itu dapat dihitung luas area *cell* untuk *newsite* dengan rumus *cell splitting* dan didapatkan luas area *cell* baru adalah $5,58 \text{ Km}^2$, berarti $5,58 \text{ Km}^2$ area *cell* induk akan dilayani oleh *cell* baru hasil *splitting*, seperti pada perhitungan dibawah ini.

$$\text{Area cell baru} = \frac{\text{Area cell lama}}{4}$$

$$\text{Area cell baru} = \frac{22,3 \text{ Km}^2}{4}$$

$$\text{Area cell baru} = 5,58 \text{ Km}^2$$

4.4.5 Penentuan Tinggi dan *Mechanical Tilting* Antena

Penentuan tinggi antena pada *newsite* menggunakan rumus sudut istimewa *phytagoras* seperti yang terdapat pada persamaan 2.20 bab II, dari hasil perhitungan didapatkan ketinggian efektif adalah 18,5 m dengan derajat kemiringan antena 1° , ketinggian dan kemiringan ini didapat melalui perhitungan sudut istimewa segitiga siku-siku dan dikali *radius cell* baru seperti pada tabel dibawah ini :

Untuk mencari tinggi antena digunakan rumus trigonometri yaitu

$$\tan x = \frac{y}{z}$$

Dimana $x = \text{MDT}$ dan $z = \text{Radius cell baru}$, $y = \text{tinggi antena}$

$$\tan 1^\circ = \frac{y}{1000 \text{ meter}}$$

$$y = 0,017 \times 1000$$

$$y = 17 \text{ meter}$$

hre = tinggi posisi UE saat berkomunikasi

Tinggi efektif antena = $y + hre$

Tinggi efektif antena = $y + 1,5$

Tinggi efektif antena enB= 18,5 meter

Tabel 4.12 Pengukuran Ketinggian Antena

Sudut	Nilai	Radius	Ketinggian (y)	Ketinggian Efektif (+hre)
Tan 0	0	1000 m	0 m	1,5 m
Tan 1	0,01745	1000 m	17 m	18,5 m
Tan 2	0,03492	1000 m	34 m	35,5 m

Dari tabel 4.12 diatas dapat dilihat bahwa kemiringan antena yang cocok untuk *newsite cell splitting* adalah 1° karena diatas sudut 1° ketinggian antena yang didapatkan berada di ketinggian efektif 35,5 m jika ingin menjangkau *radius* 1 Km sehingga tidak sesuai dengan ketentuan untuk ketinggian maksimal dari ketinggian antena pada *cell splitting* yaitu hanya boleh 20 m saja. Sedangkan pada kemiringan 1° ketinggian efektif yang dapat menjangkau *radius* yang diiginkan adalah 18,5 m.

4.4.6 Pengalokasian DL PRB

Penelitian ini menggunakan teknologi FDD pita frekuensi 1800 MHz dengan lebar *bandwith* 10 MHz, sesuai teori *bandwith* harus disisakan sebesar 10% sebagai *guardband*, karena 10% dari *bandwith* sama dengan 1 MHz maka sisa lebar *bandwith* yang dapat dialokasikan untuk DL PRB menjadi 9 MHZ, maka pengalokasian DL PRB untuk *newsite* dapat dihitung menggunakan persamaan 3.7 pada bab III sebagai berikut :

$$PRB = \frac{\text{Sisa lebar bandwith}}{\text{lebar 1 RB}}$$

$$PRB = \frac{9000 \text{ kHz}}{180 \text{ kHz}}$$

$$PRB = 50 \text{ RB}$$

Berdasarkan perhitungan DL PRB didapatkan alokasi PRB untuk *bandwith* 10 MHz adalah 50 RB, dari perhitungan DL PRB dapat diketahui alasan kenapa DL PRB menjadi salah satu faktor penyebab *high traffic* dan tidak diperbolehkan melebihi utilitas 80%, karena jika mencapai utilitas tersebut PRB yang terpakai sebanyak 40 RB yang mana akan menghabiskan kapasitas *bandwith* sebesar 7,2 MHz, hal ini akan mengakibatkan *bandwith* untuk *transfer* data menjadi sempit sehingga terjadi penurunan kualitas sistem, selanjutnya akan mengakibatkan penurunan *throughput* dan membuat trafik meningkat, akhirnya terjadi *high traffic*.

4.4.7 Capacity dan Coverage Planning (Link Budget)

Perencanaan *capacity* untuk *newsite cell splitting* menggunakan perhitungan *capacity planning* untuk menentukan banyak *site* yang dapat dibangun pada area *cell baru*, dari hasil perhitungan didapatkan bahwa diperlukan 1 *site* baru hasil *cell splitting* untuk dapat mengoptimasikan daerah *badspot* pada area Korong Gadang kecamatan Kuranji, yang mana dari hasil perhitungan 1 *site* ini sudah mampu untuk *cover* area seluas 5,07 Km² dengan panjang *radius* sejauh 1 Km.

Untuk L = Luas layanan mikrocell baru

$$L = 1.95 \times 2.6 \times d^2$$

d = radius cell baru ke UE

$$L = 1.95 \times 2.6 \times 1^2$$

$$L = 5.07 \text{ Km}^2$$

Maka banyak site yang diperlukan untuk pada area tersebut adalah:

$$\text{Jumlah enB baru} = \frac{5,58}{5,07}$$

$$\text{Jumlah enB baru} = 1,1 = 1 \text{ site enB}$$

Jumlah *cell* tiap *site*= 2 buah *cell*, dengan 3 sektor antena

Sementara untuk perencanaan *coverage* didapatkan hasil perhitungan nilai MAPL sebesar 148,037 dB, EIRP sebesar 58 dBm, dan Rx *sensitivity* sebesar -94,037 dBm, seperti pada perhitungan dibawah ini :

Nilai koreksi sinyal

$$a(hm) = (1,1 \log 1800 - 0,7)1,5 - (1,56 \log 1800 - 0,8)$$

$$a(hm) = 0,043$$

Propagasi model cost 231 hatta

$$Lp = 58 + 33,9 \log f - 13,83 \log hb - a(hm) + [44,9 - 6,55 \log hb] \log d$$

$$Lp = 58 + 33,9 \log 1800 - 13,83 \log 18,5 - 0,043 + [44,9 - 6,55 \log 18,5] \log 1$$

$$Lp = 58 + 33,9 \times 3,25 - 13,83 \times 1,26 - 0,043 + 0$$

$$Lp = 58 + 110,17 - 17,42 - 0,043 + 0$$

$$Lp = 148,037 \text{ dB}$$

$$\text{MAPL} = 148,037 \text{ dB}$$

EiRP = Tx Powerbaru + Tx Antena gain + loss system

$$\text{EiRP} = 43 + 18 - 3 = 58 \text{ dB}$$

MAPL = EiRP - Rx Sensitivity-interference margin-control channel
overhead + Rx antena gain - body loss

$$148,037 = 58 - \text{Rx sensitivity} - 3 - 1 + 0 - 0$$

$$\text{Rx sensitivity} = -94,037 \text{ dBm}$$

Untuk pemilihan model propagasi mengikuti *cell* induk, model propagasi yang akan digunakan untuk *newsite* adalah propagai cost-hatta yang memang diperuntukan untuk jaringan 4G LTE FDD 1800 MHz.

4.5 Analisa Hasil Perencanaan Jaringan 4G LTE *Cell Splitting*

Pada penelitian ini untuk melihat pengaruh yang diberikan oleh metode *cell splitting* terhadap peningkatan kapasitas, kualitas, maupun perfomansi jaringan 4G LTE FDD 1800 pada area *badspot* di kecamatan Kuranji, maka

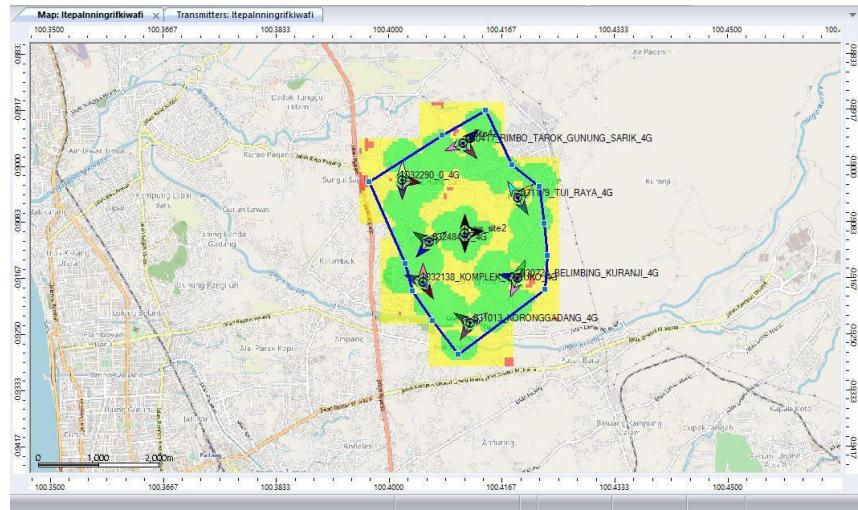
dilakukan simulasi jaringan 4G LTE menggunakan *atoll RNP tool* untuk melihat sejauh mana peningkatan yang diberikan metode *cell splitting* tersebut.

Sebelumnya telah ditetapkan bahwa titik *badspot* yang dapat dilakukan metode *cell splitting* adalah titik *badspot* pada daerah Korong Gadang kecamatan Kuranji dengan *site* induk 31179 Tui Raya, dimana dari segi monitoring kapasitas dan monitoring kualitas dengan parameter KPI didapatkan bahwa daerah ini memiliki indikator trafik tinggi dan kualitas yang jelek, sehingga daerah ini dapat dilakukan metode *cell splitting*. Adapun parameter yang digunakan tersebut adalah RSRP, SINR, dan *troughtput*. Seperti yang ditunjukan tabel 4.13 dibawah ini.

Tabel 4.13 Hasil Perencanaan RSRP New Site Badspot Korong Gadang

RSRP		<i>BADSPOT KORONG GADANG</i>	
RANGE (dBm)	RSRP LEVEL	SEBELUM	SESUDAH
-80 sampai 0	<i>Excellent</i>	22.26%	0.73%
-95 sampai -80	<i>Good</i>	52.80%	56.42%
-110 sampai -95	<i>Poor</i>	24.61%	41.46%
-140 sampai -110	<i>Bad</i>	0.34%	1.39%
RATA-RATA (dBm)		-87.817	-94.47

Dari segi RSRP pada tabel 4.13 diatas terjadi peningkatan dari kualitas atau *level power* dari daerah kategori *good* (hijau) sebesar 3,62% dari 52,8% menjadi 56,42%, meskipun rata-rata RSRP mengalami penurunan dari -87,817 dBm ke nilai -94,47 dBm.



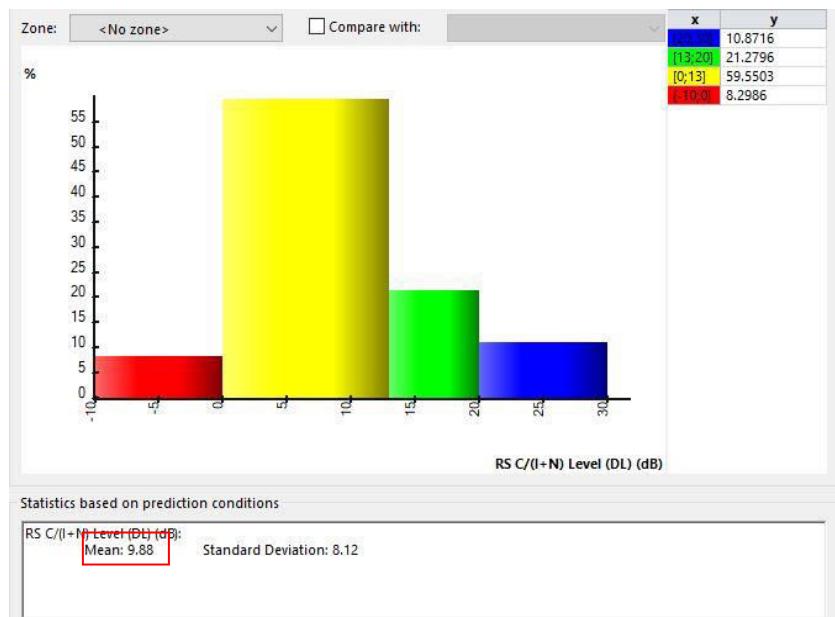
Gambar 4.26 Perencanaan RSRP

Meskipun dari tabel 4.13 dan gambar 4.26 diatas terjadi penurunan nilai RSRP namun penurunan yang terjadi masih bisa ditoleransi karena nilai RSRP daerah *badspot* setelah dilakukan *cell splitting* tidak berada dibawah nilai -95 dBm atau rata-rata RSRP masih pada *level good*. Penurunan yang terjadi bisa disebabkan oleh beberapa faktor seperti interfensi *cell* induk, *Obstacle*, daerah berada di tepi *coverage* yang memang memiliki area dengan *level* RSRP yang lemah, maupun daerah *poor* yang juga meningkat setelah dilakukan *cell splitting* turut menjadi pemicu penurunan rata-rata, namun secara keseluruhan RSRP masih berada dalam keadaan yang baik.

Tabel 4.14 Hasil Perencanaan SINR New Site Badspot Korong Gadang

SINR		BADSPOT KORONG GADANG	
RANGE (dB)	LEVEL	SEBELUM	SESUDAH
20 sampai 30	<i>Excellent</i>	5.82%	10.82%
13 sampai 20	<i>Good</i>	27.08%	21.28%
0 sampai 13	<i>Poor</i>	50.34%	59.55%
-14 sampai 0	<i>Bad</i>	16.76%	8.29%
RATA-RATA (dB)		9.11	9.88

Dari segi SINR pada tabel 4.14 diatas terjadi peningkatan kualitas atau level *noise* rasio pada daerah kategori *excellent* (biru) sebesar 5% dimana dari 5,82% menjadi 10,82%, meskipun daerah kategori *good* (hijau) mengalami penurunan dari 27,08% ke 21,28%, namun dari rata-rata SINR mengalami peningkatan dari 9,11 dB menjadi 9,88 dB dan juga daerah dengan SINR *bad* (merah) juga mengalami penurunan membuat daerah *badspot* dari segi SINR turun dari 16,76% menjadi 8,29%. Peningkatan yang terjadi seperti yang ditunjukkan histogram hasil perencanaan SINR pada gambar 4.27 ini:



Gambar 4.27 Hasil Simulasi SINR

Adanya terjadi peningkatan nilai rata-rata maupun persentase daerah *excellent* dan *good* pada cakupan SINR menandakan adanya perbaikan kualitas yang terjadi karena nilai *noise* yang mengecil sehingga kualitas akan naik, dengan naiknya kualitas akan mampu menaikkan kapasitas dari *cell* sehingga dapat meningkatkan *throughput* dan kapasitas pada *cell* yang dilakukan pemecahan karena kapasitas dan kecepatan jaringan pada *cell* bertambah, seperti yang

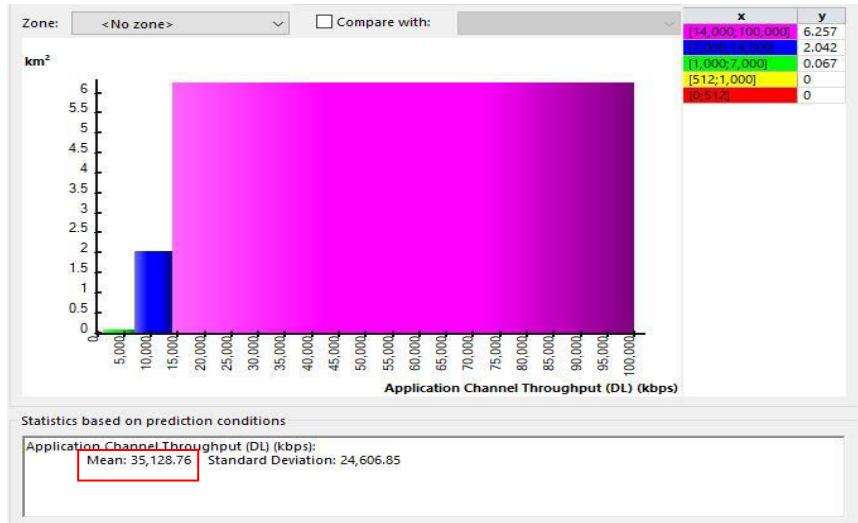
ditunjukan pada gambar 4.28 grafik kualitatif *Quality of service* hubungan kualitas layanan dan kapasitas sistem berikut :



Gambar 4.28 Hubungan Kapasitas Sistem dengan Kualitas Pelayanan

dari grafik diatas menunjukan bahwa kapasitas sistem dalam sebuah *cell* akan naik apabila kualitas layanan jaringan dinaikan (Hesty Latif, 2014). Maka dengan naiknya SINR akan dapat menaikan kualitas layanan yang ditandai dengan naiknya nilai indikator CQI pada saat site induk apabila hasil simulasi tersebut direalisasikan, dampak baiknya dengan naiknya kualitas maka kapasitas sistem juga akan ikut naik.

Dari segi *troughput* terjadi peningkatan kecepatan *troughput* pada daerah dengan kategori *excellent* (biru) sebesar 74,79% dimana dari 0% menjadi 74,79%, daerah kategori *good* (hijau) juga mengalami peningkatan dari 0% ke 24,41%, dari rata-rata *troughput* mengalami peningkatan dari 250,45 kbps menjadi 35128,8 kbps seperti yang ditunjukan gambar 4.29 histogram perencanaan *troughput* berikut.



Gambar 4.29 Histogram Hasil Simulasi *Troughput*

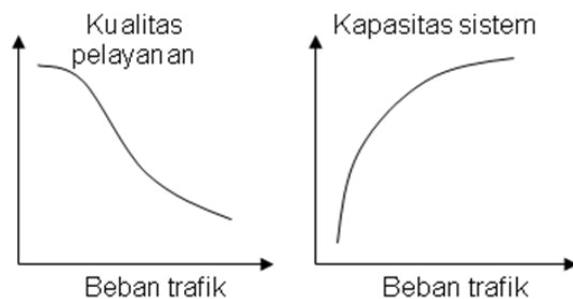
Untuk daerah dengan *troughput bad* (merah) mengalami penurunan membuat daerah kategori *badspot* dari turun dari 81,68% menjadi 0%, daerah kategori *very low* (kuning) mengalami penurunan dari 10,49% menjadi 0%, dan daerah kategori *low* (hijau) mengalami penurunan dari 7,83% menjadi 0,81%, seperti yang ditampilkan pada tabel 4.15 hasil perencanaan *troughput* berikut ini.

Tabel 4.15 Hasil Perencanaan *Troughput New Site Badspot Korong Gadang*

TROUGHPUT		BADSPOT KORONG GADANG	
RANGE (kbps)	LEVEL	SEBELUM	SESUDAH
14000 S/D 100000	Excellent	0.00%	74.79%
7000 S/D 14000	Good	0.00%	24.41%
1000 S/D 7000	Low	7.83%	0.81%
520 S/D 1000	Very low	10.49%	0.00%
0 S/D 520	Bad	81.68%	0.00%
RATA-RATA (kbps)		250.4525	35128.8

Adanya peningkatan nilai rata-rata maupun persentase daerah kategori *excellent* dan *good* pada *troughput* di daerah *badspot* tersebut menandakan adanya

perbaikan kualitas yang terjadi karena kecepatan *transfer* data (*throughput*) meningkat kecepatannya sehingga kualitas layanan akan baik, dengan baiknya kualitas layanan dan kecepatan *transfer* data akan mampu meningkatkan kapasitas sistem dari *cell* sehingga dapat melayani beban trafik yang lebih besar, sehingga *cell* yang displitting akan mampu melayani beban trafik sesuai dengan hasil perhitungan sebelumnya, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.30 grafik kualitatif *Quality of service* hubungan kualitas layanan, kapasitas sistem dengan beban trafik berikut(Hesty Latif, 2014). :



Gambar 4.30 Hubungan Beban Trafik dengan Kualitas dan Kapasitas

Meskipun dari segi teori, peningkatan *throughput*, dan SINR dapat diperkirakan bahwa *cell* baru hasil splitting akan mampu melayani trafik sebanyak 4 kali beban trafik *site* induk namun untuk memastikan indikator seperti persentase *active user* dan PRB baru dapat dibuktikan peningkatanya apabila *site* baru tersebut direalisasikan sehingga pada penelitian ini hanya bisa membuktikan kenaikan perfomansi tersebut hanya dari perkiraan dari peningkatan indikator KPI yang digunakan dalam penelitian.

BAB V

PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisa perencanaan jaringan 4G LTE FDD 1800 MHz menggunakan metode *cell splitting* di wilayah Kecamatan Kuranji yang telah dilakukan sebelumnya menggunakan *atoll radio network planning tool*, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Perencanaan pemecahan *cell* baru dilakukan dengan menentukan kebutuhan *power transmitter* *cell* baru, menentukan jumlah *cell* dan *traffic load*, menentukan radius dan luas area *cell* baru, menentukan ketinggian dan tilting antena *cell* baru.
2. Berdasarkan hasil perhitungan *cell* baru diperoleh 1 *site* baru terdiri dari 2 *cell* baru dengan *power transmitter* sebesar 43 dBm dan *traffic load* sebesar 2320 GB.
3. Peningkatan nilai *troughput* cukup signifikan dari 240,45 kbps menjadi 35128,8 kbps, peningkatan nilai SINR masih dalam kategori yang sama dari 9,11 dB menjadi 9,88 dB, sementara RSRP masih dalam kategori baik meski mengalami penurunan dengan nilai -94,47 dBm.

V.2 Saran

Adapun saran bagi peneliti selanjutnya yang ingin mengembangkan penelitian serupa dapat mengikuti saran berdasarkan penelitian yang telah dilakukan yaitu :

1. Diharapkan adanya kerjasama dengan pihak operator, agar *site* baru hasil *cell splitting* di kelurahan Korong Gadang Kecamatan Kurangi dapat diimplementasikan sehingga kualitas layanan dan kecepatan transfer data dapat dirasakan masyarakat setempat serta mempermudah masyarakat dalam menggunakan jaringan 4G LTE dengan lebih nyaman.
2. Pada saat melakukan pengambilan data *drive test* agar memperhatikan kecepatan kendaraan pada saat melewati jalur *drive test* supaya hasil *ploting* dan *logfile drive test* terutama *plot throughput* tidak terputus karena kecepatan kendaraan yang cepat dan membuat perangkat gagal mendapatkan data dengan sempurna.
3. Saat melakukan simulasi pada *software atoll* agar memperhatikan data *site* dan *transmitter* yang digunakan, usahakan agar data digunakan berasal dari *provider* agar hasil yang didapat pada saat simulasi sesuai dengan yang didapatkan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fiqhi Anugerah, Hasanah Putri. (2020). “Metode Cell Splitting pada Perencanaan Mikrocell untuk Meningkatkan Perfomansi Jaringan LTE”. Elkomika(2), 262-275.
- [2] Hasanah Putri, Febryyanti Nawang Wulan, Fiqhi Anugerah, Ainur Rizqi Aulia, Dhea Anjar Sari (2019). “Evaluasi Penerapan Metode Cell Splitting Terhadap Peningkatan Kapasitas dan Kualitas Jaringan LTE.
- [3] Firmawan, Andes, and Linna Oktaviana Sari. “Perencanaan Dan Simulasi Jaringan Long Term Evolution (LTE) Di Kota Pekanbaru.”
- [4] Ulfah, Maria.”Analisa Coverage Area Jaringan 4G LTE”. Jurnal Teknologi Terpadu. Vol.5, No.1, April 2017.
- [5] Cox, C.2014.” *An Introduction to LTE*”. Hoboken : A john wiley and Sons, LTD.
- [6] Zhang, X. 2018. “*LTE Optimazation Engineering Handbook*”. Beijing : John Wiley & Sons ,LTD.
- [7] Garg, V. 2007. “*Wireless Communications and Networking*”. San Fransisco : Elsevier,Inc.
- [8] Latif, H. 2014. Konsep Trafik Semester 5. [Online] Tersedia : <http://www.slideplayer.com/>. [2 Juli 2021]
- [9] A. G. Ikim.D, P. Ryan, 4G LTE Advanced for Beginner Consultant. Depok: Prandia Self Publishing, 2017
- [10] Nugroho, R. A., Vidyaningtyas, H., & Usman, K.U., 2015."Perencanaan Jaringan Mikrocell 4G LTE di Skywalk Ciampelas". *E-Procedding Enginnering*.

- [11] Muryono, A. H., Hendrartoro, G, Kuswidiastuti, D. 2013. Desain dan Analisa Kinerja Femtocell LTEAdvanced menggunakan Metode Inter Cell Interference Coordination , Jurnal Teknik Pormits,2(2), 282-286.
- [12] B. Seifu, “LTE Radio Network Planning: Modeling Approaches for the Case of Addis Ababa,” Addis Ababa Univ., 2012.
- [13] N. H. M. R, F. Istiqomah, M. Dickri, and N. Indah, “Perancangan Jaringan Seluler 4G LTE Frekuensi 1780 - 1875 MHz di Provinsi Papua Barat,” Telcom Univ., no. 1, pp. 1–11, 2015.
- [14] N. H. M. R, F. Istiqomah, M. Dickri, and N. Indah, “Perancangan Jaringan Seluler 4G LTE Frekuensi 1780 - 1875 MHz di Provinsi Papua Barat,” Telcom Univ., no. 1, pp. 1–11, 2015.
- [15] I.W, Aditya, et all. 2020, “Laporan Survei Internet APJII 2019-2020 (Q2)”,APJII : Laporan
- [16] SH, Yusuf, 2020,”*Kecamatan Kuranji dalam Angka 2020*”, Padang : Badan Pusat Statistik Kota Padang.
- [17] Efriyendro, R dan Rahayu, Y. 2017. “Analisa Perbandingan Kuat Sinyal 4G LTE Antara Operator Telkomsel dan XL AXIATA Berdasarkan Paramater *Drive Test* Menggunakan Software *G-NetTrack Pro* Di Area Jalan Protokol Panam.”. *Jom FTEKNIK*. 4(2). 1-9.
- [18] Saputra, Yoga. 2019. Peningkatan Kualitas Sinyal 4G Berdasarkan Nilai *Key Performance Indicator* (KPI) dengan Metode *Drivetest Cluster* Padang. *Skripsi*. Politeknik Negeri Padang.
- [18] Rahmayani, Anggun. 2019. Perancanaan Jaringan LTE berdasarkan EnodeB existing di Kabupaten Tanah Datar . *Skripsi*. Politeknik Negeri Padang.
- [19] Javandra. 2018. Drivetest Analyst. [Online] Tersedia :

- <http://www.javandra.com/>. [22 Desember 2020].
- [20] Maestro. 2010. Apa Itu Google Earth ?. [Online] Tersedia : <http://maestro.unud.ac.id/?p=39>. [22 Desember 2020].
- [21] Pedoman Pembangunan dan penggunaan Bersama Menara Telekomunikasi, Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika 2009, No.19/Per/M.Kominfo/03/2009,Jakarta.
- [22] Pitisye, S., et all. 2018. Perencanaan *Coverage Area* Untuk Penempatan *E Node-B* Optimal Pada BTS *Existing 3G* Di Kota Padang Menggunakan Metode *Particle Swarm Optimization* (PSO). *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunkas dan IndusTri (SNTIKI-10)*. 459-466.
- [23] Protelecon. 2015. Arsitektur LTE. [Online] Tersedia : <Http://Www.Protelecon.Com/2015/08/Arsitektur-Lte.Html>. [22 Desember 2020].
- [24] Riaume. 2018. Daftar Kode MCC dan MNC Operator di Indonesia. [Online] Tersedia : <https://www.riaume.com/daftar-kode-mcc-dan-mnc-operator-di-indonesia.html>. [22 Desember 2020].
- [25] SafiTri, R. 2017. Optimasi Penentuan Posisi eNode-B pada BTS 2G/3G yang Terpasang Di Kota Padang Menggunakan Algoritma Genetika. *Skripsi*. Politeknik Negeri Padang. Sakina, S., et all. 2017. “*Cell Planning* untuk Jaringan 4G LTE di Pekanbaru”. *Jurnal Aksara Elementer*. 6(2).
- [26] Sugiharto, A dan Alfi, I. 2018. Analisa Performa Jaringan 4G LTE Berbagai *Provider* Seluler di Area Kota Yogyakarta. *Prosiding Seminar Nasional Unimus*. 2018. 589-595.
- [27] Ulfah, M dan Kurnia F, F. 2018. “Penentuan Jumlah eNodeB Jaringan

- 4G/LTE di Kecamatan Penajam Kabupaten Penajam Paser Utara". *Jurnal Surya Energy*. 2(2). 179-184.
- [28] Wardhana, L. 2011. *2G/3G RF Planning and Optimization for Consultant (plus introduction to 4G)*. Jakarta Selatan 12780 : www.nulisbuku.com.
- [30] Yuliani, N. P. 2017. Pengenalan TEMS Pocket. [Online] Tersedia : <https://fit.labs.telkomuniversity.ac.id/pengenalan-TEMS-pocket-4g/>. [22 Desember 2020].
- [31] W. G. U. K. U, Konsep Teknologi Seluler. Informatika, 2008.

LAMPIRAN 1. DATA NETWORK PROVIDER H3I

F1		Total E-UTRA RRC conn stp SR																							
A	B	C	D	E	F	AH	AI	AI	AK	AL	AM	AP	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	EU
890	31179	05.02.2021	031179_031179_031179_031179	99.79	100.00	86,400	86,400	3,092.77	#####	#####	340.88	#####	#####	#####	73.75	#####	#####	8.9	#####	#####	101.97	0.00	0	##	
891	31179	05.02.2021	031179_031179_031179_031179	99.96	100.00	86,400	86,400	3,092.77	#####	#####	340.88	#####	#####	#####	43.70	#####	#####	9.8	#####	#####	110.00	0.00	0	##	
892	31179	05.02.2021	031179_031179_031179_031179	99.96	100.00	86,400	86,400	5,721.37	#####	#####	562.16	#####	#####	#####	63.80	#####	#####	9.8	#####	#####	110.00	0.00	0	##	
893	31179	05.02.2021	031179_031179_031179_031179	99.93	100.00	86,400	86,400	5,721.37	#####	#####	817.22	#####	#####	#####	41.43	#####	#####	8.8	#####	#####	84.96	0.00	0	##	
894	31179	05.02.2021	031179_031179_031179_031179	99.94	100.00	86,400	86,400	5,707.80	#####	#####	524.30	#####	#####	#####	66.78	#####	#####	8.5	#####	#####	127.33	0.00	0	##	
895	31179	05.02.2021	031179_031179_031179_031179	99.93	100.00	86,400	86,400	5,707.80	#####	#####	399.27	#####	#####	#####	85.54	#####	#####	9.1	#####	#####	148.15	0.00	0	##	
896	31179	05.03.2021	031179_031179_031179_031179	99.87	100.00	86,400	86,400	4,861.67	#####	#####	410.51	#####	#####	#####	64.70	#####	#####	9.1	#####	#####	95.65	0.00	0	##	
897	31179	05.03.2021	031179_031179_031179_031179	99.88	100.00	86,400	86,400	4,861.67	#####	#####	410.51	#####	#####	#####	43.70	#####	#####	9.0	#####	#####	52.00	0.00	0	##	
898	31179	05.03.2021	031179_031179_031179_031179	99.88	100.00	86,400	86,400	4,859.90	#####	#####	632.43	#####	#####	#####	58.55	#####	#####	8.6	#####	#####	127.41	0.00	0	##	
899	31179	05.03.2021	031179_031179_031179_031179	99.86	100.00	86,400	86,400	4,859.90	#####	#####	1,028.39	#####	#####	#####	36.62	#####	#####	9.0	#####	#####	72.11	0.00	0	##	
900	31179	05.03.2021	031179_031179_031179_031179	99.87	100.00	86,400	86,400	4,859.90	#####	#####	560.66	#####	#####	#####	62.51	#####	#####	8.6	#####	#####	127.25	0.00	0	##	
901	31179	05.03.2021	031179_031179_031179_031179	99.95	100.00	86,400	86,400	3,801.41	#####	#####	429.81	#####	#####	#####	75.74	#####	#####	9.6	#####	#####	144.52	0.00	0	##	
902	31179	05.03.2021	031179_031179_031179_031179	99.95	100.00	86,400	86,400	3,801.41	#####	#####	332.46	#####	#####	#####	54.59	#####	#####	9.0	#####	#####	104.97	0.00	0	##	
903	31179	05.04.2021	031179_031179_031179_031179	99.97	100.00	86,400	86,400	3,801.41	#####	#####	422.50	#####	#####	#####	58.08	#####	#####	9.0	#####	#####	155.10	0.00	0	##	
904	31179	05.04.2021	031179_031179_031179_031179	99.89	100.00	86,400	86,400	6,853.57	#####	#####	659.37	#####	#####	#####	61.95	#####	#####	8.6	#####	#####	128.76	0.00	0	##	
905	31179	05.04.2021	031179_031179_031179_031179	99.86	100.00	86,400	86,400	6,853.57	#####	#####	916.16	#####	#####	#####	37.70	#####	#####	9.0	#####	#####	75.48	0.00	0	##	
906	31179	05.04.2021	031179_031179_031179_031179	99.89	100.00	86,400	86,400	6,829.85	#####	#####	571.76	#####	#####	#####	59.68	#####	#####	8.7	#####	#####	129.27	0.00	0	##	
907	31179	05.04.2021	031179_031179_031179_031179	99.94	100.00	86,400	86,400	6,829.85	#####	#####	452.05	#####	#####	#####	72.52	#####	#####	9.4	#####	#####	135.37	0.00	0	##	
908	31179	05.04.2021	031179_031179_031179_031179	99.79	100.00	86,400	86,400	4,217.71	#####	#####	344.71	#####	#####	#####	66.98	#####	#####	9.1	#####	#####	104.00	0.00	0	##	
909	31179	05.04.2021	031179_031179_031179_031179	99.86	100.00	86,400	86,400	4,217.71	#####	#####	44.06	#####	#####	#####	44.06	#####	#####	9.0	#####	#####	61.63	0.00	0	##	
910	31179	05.04.2021	031179_031179_031179_031179	99.91	100.00	86,400	86,400	6,871.66	#####	#####	554.06	#####	#####	#####	61.49	#####	#####	8.5	#####	#####	128.89	0.00	0	##	
911	31179	05.05.2021	031179_031179_031179_031179	99.85	100.00	86,400	86,400	4,859.90	#####	#####	845.09	#####	#####	#####	39.03	#####	#####	9.0	#####	#####	78.39	0.00	0	##	
912	31179	05.05.2021	031179_031179_031179_031179	99.89	100.00	86,400	86,400	7,885.27	#####	#####	642.70	#####	#####	#####	58.21	#####	#####	8.6	#####	#####	120.70	0.00	0	##	
913	31179	05.05.2021	031179_031179_031179_031179	99.95	100.00	86,400	86,400	3,389.52	#####	#####	460.16	#####	#####	#####	72.43	#####	#####	9.6	#####	#####	134.86	0.00	0	##	
914	31179	05.05.2021	031179_031179_031179_031179	99.79	100.00	86,400	86,400	3,389.52	#####	#####	388.15	#####	#####	#####	56.18	#####	#####	9.1	#####	#####	109.00	0.00	0	##	
915	31179	05.06.2021	031179_031179_031179_031179	99.86	100.00	86,400	86,400	4,859.90	#####	#####	438.52	#####	#####	#####	43.86	#####	#####	9.0	#####	#####	54.59	0.00	0	##	
916	31179	05.06.2021	031179_031179_031179_031179	99.86	100.00	86,400	86,400	2,391.03	#####	#####	553.49	#####	#####	#####	61.69	#####	#####	8.5	#####	#####	127.42	0.00	0	##	
917	31179	05.06.2021	031179_031179_031179_031179	99.89	100.00	86,400	86,400	4,859.90	#####	#####	863.81	#####	#####	#####	38.73	#####	#####	8.9	#####	#####	77.40	0.00	0	##	
918	31179	05.06.2021	031179_031179_031179_031179	99.85	100.00	86,400	86,400	6,806.35	#####	#####	582.91	#####	#####	#####	62.82	#####	#####	8.6	#####	#####	130.21	0.00	0	##	
919	31179	05.06.2021	031179_031179_031179_031179	99.94	100.00	86,400	86,400	3,014.79	#####	#####	503.17	#####	#####	#####	73.33	#####	#####	9.5	#####	#####	140.36	0.00	0	##	
920	31179	05.13.2021	031179_031179_031179_031179	99.85	100.00	86,400	86,400	4,199.71	#####	#####	404.65	#####	#####	#####	70.50	#####	#####	8.9	#####	#####	105.44	0.00	0	##	
921	31179	05.13.2021	031179_031179_031179_031179	99.86	100.00	86,400	86,400	4,199.71	#####	#####	444.71	#####	#####	#####	50.00	#####	#####	9.0	#####	#####	105.44	0.00	0	##	
922	31179	05.13.2021	031179_031179_031179_031179	99.90	100.00	86,400	86,400	7,753.80	#####	#####	595.89	#####	#####	#####	61.04	#####	#####	8.6	#####	#####	125.01	0.00	0	##	
923	31179	05.13.2021	031179_031179_031179_031179	99.88	100.00	86,400	86,400	1,071.67	#####	#####	552.52	#####	#####	#####	43.18	#####	#####	8.8	#####	#####	91.46	0.00	0	##	
924	31179	05.13.2021	031179_031179_031179_031179	99.84	100.00	86,400	86,400	7,146.81	#####	#####	611.98	#####	#####	#####	63.78	#####	#####	8.5	#####	#####	128.46	0.00	0	##	
925	31179	05.13.2021	031179_031179_031179_031179	99.93	100.00	86,400	86,400	2,245.09	#####	#####	443.12	#####	#####	#####	81.67	#####	#####	9.2	#####	#####	143.11	0.00	0	##	
926	31179	05.14.2021	031179_031179_031179_031179	99.88	100.00	86,400	86,400	3,054.94	#####	#####	442.13	#####	#####	#####	67.63	#####	#####	8.9	#####	#####	98.20	0.00	0	##	
927	31179	05.14.2021	031179_031179_031179_031179	99.88	100.00	86,400	86,400	6,737.52	#####	#####	368.98	#####	#####	#####	47.26	#####	#####	10.0	#####	#####	67.20	0.00	0	##	
928	31179	05.14.2021	031179_031179_031179_031179	99.90	100.00	86,400	86,400	6,160.00	#####	#####	513.50	#####	#####	#####	59.49	#####	#####	8.5	#####	#####	124.07	0.00	0	##	
929	31179	05.31.2021	031179_031179_031179_031179	99.88	100.00	86,400	86,400	4,859.90	#####	#####	404.46	#####	#####	#####	63.02	#####	#####	8.0	#####	#####	152.94	0.00	0	##	
1556																									
1557																									
1558																									

LAMPIRAN 2. DATA LOGFILE DRIVE TEST

Single Value									
Metric	count	Mean	Max	Min	Linear Average	>90%	Standard	Percent with Threshold	
Serving Cell RSRP (dBm)	10174	-84.61	-54.8	-113.6	-75.57	-72.9	9.47	32.49	
Serving Cell RSRQ (dB)	10174	-10.33	-1.4	-25	-8.95	-5.8	3.61	83.75	
Serving Cell RS SINR (dB)	10173	9.76	29.1	-11.1	15.35	19.5	7.38	35.17	
PDSCH Phy Throughput (kbit/s)	4495	283.95	4912.96	0	N/A	1042.41	518.77	17.24	
PUSCH Phy Throughput (kbit/s)	3596	22.53	494.76	0	N/A	57.8	38.4	0.47	

Single Value									
Metric	count	Mean	Max	Min	Linear Average	>90%	Standard	Percent with Threshold	
Serving Cell RSRP (dBm)	314	-92.84	-78.1	-112.5	-87.83	-83.4	7.17	2.87	
Serving Cell RSRQ (dB)	314	-10.7	-4.6	-20.2	-10	-7.6	2.58	90.76	
Serving Cell RS SINR (dB)	314	6.3	19.4	-4.1	9.53	13.7	5.2	13.69	
PDSCH Phy Throughput (kbit/s)	148	286.67	2077.04	0	N/A	1094.65	484.96	19.59	
PUSCH Phy Throughput (kbit/s)	124	18.29	119.35	0	N/A	52.38	23.14	0	

Single Value									
Metric	count	Mean	Max	Min	Linear Average	>90%	Standard	Percent with Threshold	
Serving Cell RSRP (dBm)	479	-86.67	-58.2	-113.5	-74	-71.8	12.95	35.91	
Serving Cell RSRQ (dB)	479	-9	-2.6	-20.6	-7.72	-4.7	3.63	90.61	
Serving Cell RS SINR (dB)	479	10.87	29.1	-5	17.51	21.7	8.59	46.35	
PDSCH Phy Throughput (kbit/s)	250	269.46	2020.15	0	N/A	1056.54	479.04	17.2	
PUSCH Phy Throughput (kbit/s)	180	18.99	130.94	0.04	N/A	54.47	24.8	0	

Single Value									
Metric	count	Mean	Max	Min	Linear Average	>90%	Standard	Percent with Threshold	
Serving Cell RSRP (dBm)	614	-89.38	-63.8	-113.6	-78.69	-75.7	11.07	20.68	
Serving Cell RSRQ (dB)	614	-11.71	-5.5	-22.7	-10.75	-7.7	3	78.83	
Serving Cell RS SINR (dB)	614	6.46	25.8	-9.2	13.17	17.8	7.51	22.15	
PDSCH Phy Throughput (kbit/s)	234	446.27	2856.44	0	N/A	1409.48	618.09	30.34	
PUSCH Phy Throughput (kbit/s)	209	23.65	231.84	0	N/A	59.13	31.25	0	

Single Value									
Metric	count	Mean	Max	Min	Linear Average	>90%	Standard	Percent with Threshold	
Serving Cell RSRP (dBm)	354	-97.44	-74	-113.2	-89.89	-87.5	7.75	1.69	
Serving Cell RSRQ (dB)	354	-12.91	-5	-22	-11.79	-8.8	3.13	64.69	
Serving Cell RS SINR (dB)	353	2.14	20.8	-10.7	6.53	8.9	5.3	3.68	
PDSCH Phy Throughput (kbit/s)	112	333.74	2089.81	0	N/A	1352.55	535.78	23.21	
PUSCH Phy Throughput (kbit/s)	105	19.28	100.2	0.03	N/A	56.59	25.75	0	

Single Value									
Metric	count	Mean	Max	Min	Linear Average	>90%	Standard	Percent with Threshold	
Serving Cell RSRP (dBm)	109	-97.13	-85.1	-105.9	-94.48	-90.5	4.54	0.00	
Serving Cell RSRQ (dB)	109	-15.97	-11.8	-21.1	-15.68	-14.2	1.6	10.09	
Serving Cell RS SINR (dB)	109	-1.37	5.2	-8	-0.72	1.5	2.45	0.00	
PDSCH Phy Throughput (kbit/s)	42	301.42	1481.92	0	N/A	1118.02	472.35	21.43	
PUSCH Phy Throughput (kbit/s)	35	19.04	93.21	0	N/A	56.85	25.73	0	

Single Value									
Metric	count	Mean	Max	Min	Linear Average	>90%	Standard	Percent with Threshold	
Serving Cell RSRP (dBm)	484	-86.45	-55.6	-107.7	-77.18	-77.2	7.86	20.45	
Serving Cell RSRQ (dB)	484	-9.49	-2.4	-20.1	-8.42	-5.5	3.15	91.32	
Serving Cell RS SINR (dB)	484	10.14	28.9	-4.9	15.48	19.7	6.61	30.79	
PDSCH Phy Throughput (kbit/s)	211	270.1	2441.44	0	N/A	929.02	499.09	16.11	
PUSCH Phy Throughput (kbit/s)	171	18.41	86.07	0	N/A	53.23	23.18	0	

Single Value									
Metric	count	Mean	Max	Min	Linear Average	>90%	Standard	Percent with Threshold	
Serving Cell RSRP (dBm)	1064	-78.86	-55.5	-97.5	-72.27	-69	7.34	55.17	
Serving Cell RSRQ (dB)	1064	-10.97	-2.1	-25	-9.6	-6.5	3.67	78.76	
Serving Cell RS SINR (dB)	1064	11.6	28.3	-10	15.64	19.4	6.29	42.86	
PDSCH Phy Throughput (kbit/s)	485	309.5	4458.8	0	N/A	1162	608.18	17.94	
PUSCH Phy Throughput (kbit/s)	409	30.46	494.76	0	N/A	70.08	67.72	2.44	

Single Value									
Metric	count	Mean	Max	Min	Linear Average	>90%	Standard	Percent with Threshold	
Serving Cell RSRP (dBm)	337	-91.01	-66.5	-110.7	-80.69	-76.4	11.15	24.93	
Serving Cell RSRQ (dB)	337	-12.69	-2.4	-24.8	-9.97	-5.1	4.76	54.01	
Serving Cell RS SINR (dB)	337	6.45	26.3	-10.5	15.42	20	9.84	33.23	
PDSCH Phy Throughput (kbit/s)	178	213.75	1859.24	0	N/A	737.95	395.39	12.36	
PUSCH Phy Throughput (kbit/s)	140	15.91	83.15	0	N/A	47.97	21.09	0	

Single Value									
Metric	count	Mean	Max	Min	Linear Average	>90%	Standard	Percent with Threshold	
Serving Cell RSRP (dBm)	1481	-82.98	-62.6	-103	-77.18	-73.2	7.23	34.57	
Serving Cell RSRQ (dB)	1481	-10.28	-2.4	-24.7	-8.98	-5.7	3.44	87.17	
Serving Cell RS SINR (dB)	1481	11.16	29.1	-8.7	16.73	21.1	7.63	42.54	
PDSCH Phy Throughput (kbit/s)	653	277.57	4912.96	0	N/A	929.96	545.53	15.01	
PUSCH Phy Throughput (kbit/s)	510	33.19	341.1	0	N/A	79.98	55.65	1.37	

Single Value									
Metric	count	Mean	Max	Min	Linear Average	>90%	Standard	Percent with Threshold	
Serving Cell RSRP (dBm)	137	-91.02	-73.5	-112.2	-85.74	-81.5	7.61	5.11	
Serving Cell RSRQ (dB)	137	-8.36	-1.8	-20.8	-7.03	-4	3.82	89.78	
Serving Cell RS SINR (dB)	137	8.95	23.8	-9.5	13.05	17.2	6.61	32.12	
PDSCH Phy Throughput (kbit/s)	55	217.21	2238.93	0	N/A	850.78	461.02	10.91	
PUSCH Phy Throughput (kbit/s)	41	20.42	71.4	0.13	N/A	61.86	25.99	0	

Single Value									
Metric	count	Mean	Max	Min	Linear Average	>90%	Standard	Percent with Threshold	
Serving Cell RSRP (dBm)	337	-91.01	-66.5	-110.7	-80.69	-76.4	11.15	24.93	
Serving Cell RSRQ (dB)	337	-12.69	-2.4	-24.7	-8.98	-5.7	3.44	54.01	
Serving Cell RS SINR (dB)	337	6.45	26.3	-10.5	15.42	20	9.84	33.23	
PDSCH Phy Throughput (kbit/s)	178	213.75	1859.24	0	N/A	737.95	395.39	12.36	
PUSCH Phy Throughput (kbit/s)	140	15.91	83.15	0	N/A	47.97	21.09	0	

Single Value									
Metric	count	Mean	Max	Min	Linear Average	>90%	Standard	Percent with Threshold	
Serving Cell RSRP (dBm)	1481	-82.98	-62.6	-103	-77.18	-73.2	7.23	34.57	
Serving Cell RSRQ (dB)	1481	-10.28	-2.4	-24.7	-8.98	-5.7	3.44	87.17	
Serving Cell RS SINR (dB)	1481	11.16	29.1	-8.7	16.73	21.1	7.63	42.54	
PDSCH Phy Throughput (kbit/s)	653	277.57	4912.96	0	N/A	929.96	545.53	15.01	
PUSCH Phy Throughput (kbit/s)	510	33.19	341.1	0	N/A	79.98	55.65	1.37	

LAMPIRAN 3. TABLE VIEW DRIVE TEST

RSRP

	Time	Date	Latitude	Longitude	Serving C...
1	15:30:05.000	6/15/2021	-0.9105607	100.4208755	-100.4
2	15:30:07.000	6/15/2021	-0.9105617	100.4208755	-100.0
3	15:30:09.000	6/15/2021	-0.9105619	100.4208755	-100.0
4	15:30:11.000	6/15/2021	-0.9105613	100.4208755	-99.7
5	15:30:13.000	6/15/2021	-0.9105603	100.4208679	-100.5
6	15:30:15.000	6/15/2021	-0.9105588	100.4208679	-98.2
7	15:30:17.000	6/15/2021	-0.9105590	100.4208679	-96.6
8	15:30:19.000	6/15/2021	-0.9105588	100.4208679	-97.9
9	15:30:21.000	6/15/2021	-0.9105579	100.4208679	-97.1
10	15:30:23.000	6/15/2021	-0.9105511	100.4208611	-96.7
11	15:30:25.000	6/15/2021	-0.9105413	100.4208313	-98.2
12	15:30:27.000	6/15/2021	-0.9105225	100.4207937	-98.0
13	15:30:29.000	6/15/2021	-0.9105068	100.4207701	-97.8
14	15:30:31.000	6/15/2021	-0.9104832	100.4207181	-91.0
15	15:30:33.000	6/15/2021	-0.9104629	100.4206647	-93.5
16	15:30:35.000	6/15/2021	-0.9104367	100.4206113	-93.8
17	15:30:37.000	6/15/2021	-0.9104129	100.4205582	-93.6
18	15:30:39.000	6/15/2021	-0.9103886	100.4205115	-97.9
19	15:30:41.000	6/15/2021	-0.9103626	100.4204587	-100.7
20	15:30:43.000	6/15/2021	-0.9103249	100.4204199	-98.4
21	15:30:45.000	6/15/2021	-0.9102785	100.4203888	-98.9
22	15:30:47.000	6/15/2021	-0.9102274	100.4203661	-97.5
23	15:30:49.000	6/15/2021	-0.9101689	100.4203430	-97.2
24	15:30:51.000	6/15/2021	-0.9101105	100.4203194	-96.5
25	15:30:53.000	6/15/2021	-0.9100530	100.4202971	-97.0
26	15:30:55.000	6/15/2021	-0.9100035	100.4202742	-95.3

	Time	Date	Latitude	Longitude	Serving C...
152	15:35:07.000	6/15/2021	-0.9042469	100.4174508	-81.2
153	15:35:09.000	6/15/2021	-0.9041959	100.4174500	-82.6
154	15:35:11.000	6/15/2021	-0.9041441	100.4174507	-88.7
155	15:35:13.000	6/15/2021	-0.9040975	100.4174500	-84.4
156	15:35:15.000	6/15/2021	-0.9040500	100.4174493	-86.3
157	15:35:17.000	6/15/2021	-0.9040006	100.4174432	-83.7
158	15:35:19.000	6/15/2021	-0.9039531	100.4174423	-88.1
159	15:35:21.000	6/15/2021	-0.9039024	100.4174277	-79.4
160	15:35:23.000	6/15/2021	-0.9038457	100.4174194	-82.3
161	15:35:25.000	6/15/2021	-0.9037937	100.4174118	-82.7
162	15:35:27.000	6/15/2021	-0.9037435	100.4174118	-80.4
163	15:35:29.000	6/15/2021	-0.9036893	100.4174118	-83.2
164	15:35:31.000	6/15/2021	-0.9036263	100.4173973	-85.5
165	15:35:33.000	6/15/2021	-0.9035584	100.4173965	-88.0
166	15:35:35.000	6/15/2021	-0.9034905	100.4173965	-90.1
167	15:35:37.000	6/15/2021	-0.9034202	100.4174033	-90.2
168	15:35:39.000	6/15/2021	-0.9033522	100.4174111	-91.5
169	15:35:41.000	6/15/2021	-0.9032907	100.4174187	-89.6
170	15:35:43.000	6/15/2021	-0.9032316	100.4174339	-89.3
171	15:35:45.000	6/15/2021	-0.9031770	100.4174423	-90.1
172	15:35:47.000	6/15/2021	-0.9031198	100.4174490	-90.0
173	15:35:49.000	6/15/2021	-0.9030639	100.4174644	-91.5
174	15:35:51.000	6/15/2021	-0.9030019	100.4174867	-91.1
175	15:35:53.000	6/15/2021	-0.9029480	100.4175027	-88.0
176	15:35:55.000	6/15/2021	-0.9028935	100.4175034	-82.9
177	15:35:57.000	6/15/2021	-0.9028335	100.4175102	-79.2

	Time	Date	Latitude	Longitude	Serving C...
535	15:47:53.000	6/15/2021	-0.8904155	100.4036345	-103.1
536	15:47:55.000	6/15/2021	-0.8904583	100.4035970	-104.9
537	15:47:57.000	6/15/2021	-0.8905062	100.4035589	-103.6
538	15:47:59.000	6/15/2021	-0.8905548	100.4035278	-102.6
539	15:48:01.000	6/15/2021	-0.8905996	100.4034975	-106.5
540	15:48:03.000	6/15/2021	-0.8906502	100.4034743	-107.9
541	15:48:05.000	6/15/2021	-0.8907004	100.4034514	-110.6
542	15:48:07.000	6/15/2021	-0.8907434	100.4034140	-108.7
543	15:48:09.000	6/15/2021	-0.8907917	100.4033760	-109.5
544	15:48:11.000	6/15/2021	-0.8908282	100.4033160	-110.0
545	15:48:13.000	6/15/2021	-0.8908612	100.4032618	-110.1
546	15:48:15.000	6/15/2021	-0.8908929	100.4032010	-107.6
547	15:48:17.000	6/15/2021	-0.8909227	100.4031471	-107.7
548	15:48:19.000	6/15/2021	-0.8909522	100.4030865	-106.5
549	15:48:21.000	6/15/2021	-0.8909798	100.4030401	-103.5
550	15:48:23.000	6/15/2021	-0.8910035	100.4029944	-100.0
551	15:48:25.000	6/15/2021	-0.8910404	100.4029555	-102.8
552	15:48:27.000	6/15/2021	-0.8910788	100.4028968	-104.6
553	15:48:29.000	6/15/2021	-0.8911256	100.4028570	-107.5
554	15:48:31.000	6/15/2021	-0.8911756	100.4028112	-106.5
555	15:48:33.000	6/15/2021	-0.8912297	100.4027731	-106.0
556	15:48:35.000	6/15/2021	-0.8912893	100.4027349	-109.5
557	15:48:37.000	6/15/2021	-0.8913351	100.4026969	-107.7
558	15:48:39.000	6/15/2021	-0.8913834	100.4026732	-108.8
559	15:48:41.000	6/15/2021	-0.8914370	100.4026427	-109.6
560	15:48:43.000	6/15/2021	-0.8914899	100.4026124	-111.4

SINR

	Time	Date	Latitude	Longitude	RS SINR ...
1	16:07:13.000	6/15/2021	-0.8941438	100.4124985	15.7
2	16:07:15.000	6/15/2021	-0.8941488	100.4125053	15.6
3	16:07:17.000	6/15/2021	-0.8941529	100.4125207	14.1
4	16:07:19.000	6/15/2021	-0.8941608	100.4125214	14.2
5	16:07:21.000	6/15/2021	-0.8941575	100.4125214	16.9
6	16:07:23.000	6/15/2021	-0.8941565	100.4125214	25.5
7	16:07:25.000	6/15/2021	-0.8941583	100.4125290	15.6
8	16:07:27.000	6/15/2021	-0.8941596	100.4125290	16.9
9	16:07:29.000	6/15/2021	-0.8941674	100.4125220	17.0
10	16:07:31.000	6/15/2021	-0.8941891	100.4124992	15.1
11	16:07:33.000	6/15/2021	-0.8942104	100.4124838	15.9
12	16:07:35.000	6/15/2021	-0.8942446	100.4124762	13.5
13	16:07:37.000	6/15/2021	-0.8942807	100.4124535	14.6
14	16:07:39.000	6/15/2021	-0.8943190	100.4124304	18.0
15	16:07:41.000	6/15/2021	-0.8943530	100.4124077	16.3
16	16:07:43.000	6/15/2021	-0.8943860	100.4123851	21.2
17	16:07:45.000	6/15/2021	-0.8944271	100.4123547	19.8
18	16:07:47.000	6/15/2021	-0.8944684	100.4123245	20.9
19	16:07:49.000	6/15/2021	-0.8945078	100.4122867	17.5
20	16:07:51.000	6/15/2021	-0.8945364	100.4122557	17.9
21	16:07:53.000	6/15/2021	-0.8945684	100.4122108	20.1
22	16:07:55.000	6/15/2021	-0.8945874	100.4121722	18.5
23	16:07:57.000	6/15/2021	-0.8946235	100.4121265	16.6
24	16:07:59.000	6/15/2021	-0.8946603	100.4120879	13.4
25	16:08:01.000	6/15/2021	-0.8946914	100.4120428	12.5
26	16:08:03.000	6/15/2021	-0.8947183	100.4119972	13.8

Configuration: <new>

	Time	Date	Latitude	Longitude	RS SINR ...	RS SINR ...
1	15:11:35.000	6/15/2021	-0.8905190	100.3951340		2.0
2	15:11:37.000	6/15/2021	-0.8905096	100.3951340		3.0
3	15:11:39.000	6/15/2021	-0.8905028	100.3951340		1.2
4	15:11:41.000	6/15/2021	-0.8905005	100.3951340		3.4
5	15:11:43.000	6/15/2021	-0.8905010	100.3951340		4.4
6	15:11:45.000	6/15/2021	-0.8905011	100.3951340		8.1
7	15:11:47.000	6/15/2021	-0.8905011	100.3951340		8.0
8	15:11:49.000	6/15/2021	-0.8905007	100.3951340		5.0
9	15:11:51.000	6/15/2021	-0.8905005	100.3951482		8.3
10	15:11:53.000	6/15/2021	-0.8905036	100.3951705		13.2
11	15:11:55.000	6/15/2021	-0.8904904	100.3952087		13.2
12	15:11:57.000	6/15/2021	-0.8904814	100.3952323		11.1
13	15:11:59.000	6/15/2021	-0.8904702	100.3952623		12.0
14	15:12:01.000	6/15/2021	-0.8904651	100.3952859		9.7
15	15:12:03.000	6/15/2021	-0.8904504	100.3953233		10.9
16	15:12:05.000	6/15/2021	-0.8904301	100.3953750		7.0
17	15:12:07.000	6/15/2021	-0.8904143	100.3954214		6.7
18	15:12:09.000	6/15/2021	-0.8903938	100.3954740		15.2
19	15:12:11.000	6/15/2021	-0.8903750	100.3955274		13.7
20	15:12:13.000	6/15/2021	-0.8903515	100.3955808		15.8
21	15:12:15.000	6/15/2021	-0.8903308	100.3956354		12.3
22	15:12:17.000	6/15/2021	-0.8903052	100.3956881		10.1
23	15:12:19.000	6/15/2021	-0.8902877	100.3957199		10.1
24	15:12:21.000	6/15/2021	-0.8902738	100.3957436		12.7
25	15:12:23.000	6/15/2021	-0.8902644	100.3957733		11.5
26	15:12:25.000	6/15/2021	-0.8902563	100.3957970		9.4

Activate View

Go to Settings

	Time	Date	Latitude	Longitude	RS SINR ...
80	15:32:43.000	6/15/2021	-0.9073428	100.4186720	18.2
81	15:32:45.000	6/15/2021	-0.9072966	100.4186415	17.8
82	15:32:47.000	6/15/2021	-0.9072498	100.4186110	19.3
83	15:32:49.000	6/15/2021	-0.9072012	100.4185881	20.2
84	15:32:51.000	6/15/2021	-0.9071529	100.4185654	20.6
85	15:32:53.000	6/15/2021	-0.9071032	100.4185416	20.8
86	15:32:55.000	6/15/2021	-0.9070559	100.4185190	22.7
87	15:32:57.000	6/15/2021	-0.9070069	100.4184889	21.6
88	15:32:59.000	6/15/2021	-0.9069612	100.4184584	20.8
89	15:33:01.000	6/15/2021	-0.9069059	100.4184501	20.8
90	15:33:03.000	6/15/2021	-0.9068604	100.4184273	21.7
91	15:33:05.000	6/15/2021	-0.9068091	100.4184043	20.6
92	15:33:07.000	6/15/2021	-0.9067687	100.4183745	18.1
93	15:33:09.000	6/15/2021	-0.9067170	100.4183585	21.3
94	15:33:11.000	6/15/2021	-0.9066748	100.4183359	19.4
95	15:33:13.000	6/15/2021	-0.9066317	100.4183062	17.4
96	15:33:15.000	6/15/2021	-0.9065874	100.4182822	21.3
97	15:33:17.000	6/15/2021	-0.9065442	100.4182526	15.1
98	15:33:19.000	6/15/2021	-0.9064986	100.4182219	16.9
99	15:33:21.000	6/15/2021	-0.9064592	100.4181914	16.3
100	15:33:23.000	6/15/2021	-0.9064195	100.4181755	15.5
101	15:33:25.000	6/15/2021	-0.9063840	100.4181532	15.2
102	15:33:27.000	6/15/2021	-0.9063674	100.4181450	14.8
103	15:33:29.000	6/15/2021	-0.9063557	100.4181366	17.0
104	15:33:31.000	6/15/2021	-0.9063464	100.4181297	16.4
105	15:33:33.000	6/15/2021	-0.9063307	100.4181213	15.7

TROUGHTPUT

	Time	Date	Latitude	Longitude	Total PDC...
1	09:26:05.000	6/15/2021	-0.9342889	100.3985901	1.53
2	09:26:07.000	6/15/2021	-0.9342888	100.3985901	0.00
3	09:26:09.000	6/15/2021	-0.9342887	100.3985901	0.00
4	09:26:11.000	6/15/2021	-0.9342887	100.3985901	0.00
5	09:26:13.000	6/15/2021	-0.9342886	100.3985901	0.00
6	09:26:15.000	6/15/2021	-0.9342886	100.3985901	0.00
7	09:27:03.000	6/15/2021	-0.9342875	100.3985901	508.36
8	09:27:05.000	6/15/2021	-0.9342872	100.3985901	0.00
9	09:27:07.000	6/15/2021	-0.9342869	100.3985901	0.00
10	09:27:09.000	6/15/2021	-0.9342867	100.3985901	0.00
11	09:27:11.000	6/15/2021	-0.9342866	100.3985901	0.00
12	09:27:13.000	6/15/2021	-0.9342864	100.3985901	0.00
13	09:27:25.000	6/15/2021	-0.9342861	100.3985901	496.44
14	09:27:27.000	6/15/2021	-0.9342859	100.3985901	0.00
15	09:27:29.000	6/15/2021	-0.9342859	100.3985901	3.97
16	09:27:31.000	6/15/2021	-0.9342857	100.3985901	0.00
17	09:27:33.000	6/15/2021	-0.9342856	100.3985901	805.08
18	09:27:35.000	6/15/2021	-0.9342856	100.3985889	2000.14
19	09:27:37.000	6/15/2021	-0.9342856	100.3985851	382.28
20	09:27:39.000	6/15/2021	-0.9342810	100.3985825	0.00
21	09:27:41.000	6/15/2021	-0.9342767	100.3985692	0.00
22	09:27:43.000	6/15/2021	-0.9342653	100.3985483	0.00
23	09:27:45.000	6/15/2021	-0.9342642	100.3985233	0.00
24	09:27:47.000	6/15/2021	-0.9342584	100.3985003	521.22
25	09:27:49.000	6/15/2021	-0.9342620	100.3984640	107.91
26	09:27:51.000	6/15/2021	-0.9342788	100.3983950	0.00

	Time	Date	Latitude	Longitude	Total PDC...
1	15:30:25.000	6/15/2021	-0.9105413	100.4208313	509.63
2	15:30:27.000	6/15/2021	-0.9105225	100.4207937	0.91
3	15:30:29.000	6/15/2021	-0.9105068	100.4207701	0.00
4	15:30:31.000	6/15/2021	-0.9104832	100.4207181	0.00
5	15:30:33.000	6/15/2021	-0.9104629	100.4206647	0.00
6	15:30:35.000	6/15/2021	-0.9104367	100.4206113	0.00
7	15:30:37.000	6/15/2021	-0.9104129	100.4205582	0.00
8	15:30:41.000	6/15/2021	-0.9103626	100.4204587	102.51
9	15:30:43.000	6/15/2021	-0.9103249	100.4204199	0.00
10	15:30:45.000	6/15/2021	-0.9102785	100.4203888	19.46
11	15:30:47.000	6/15/2021	-0.9102274	100.4203661	375.44
12	15:30:49.000	6/15/2021	-0.9101689	100.4203430	0.25
13	15:30:51.000	6/15/2021	-0.9101105	100.4203194	198.59
14	15:30:53.000	6/15/2021	-0.9100530	100.4202971	0.22
15	15:30:55.000	6/15/2021	-0.9100035	100.4202742	0.00
16	15:30:57.000	6/15/2021	-0.9099616	100.4202517	0.00
17	15:30:59.000	6/15/2021	-0.9099212	100.4202284	0.71
18	15:31:01.000	6/15/2021	-0.9098840	100.4201974	3.58
19	15:31:03.000	6/15/2021	-0.9098440	100.4201452	0.00
20	15:31:05.000	6/15/2021	-0.9098103	100.4200918	0.00
21	15:31:07.000	6/15/2021	-0.9097695	100.4200399	22.39
22	15:31:09.000	6/15/2021	-0.9097215	100.4200005	379.90
23	15:31:11.000	6/15/2021	-0.9096792	100.4199690	0.00
24	15:31:13.000	6/15/2021	-0.9096374	100.4199456	0.00
25	15:31:15.000	6/15/2021	-0.9095930	100.4199226	0.00
26	15:31:17.000	6/15/2021	-0.9095457	100.4198997	0.00

LAMPIRAN 4. DATA SITE INDUK

Details	
Info	Parameters
LNCEL-1	Cell Unblock
Global cell ID:	1
Cell name:	031179_TUI_RAYA_4G-2
Physical layer cell ID:	31
E-UTRAN cell Id:	52006145
Band:	3 (1800+)
Cell technology:	FDD
Narrowband IoT mode:	disabled
Cell type:	large
Expected cell size:	2.1km
Massive MIMO enabled:	false
Reduced frequency offset enabled:	false
Downlink channel bandwidth:	10 MHz
Uplink channel bandwidth:	10 MHz
EARFCN downlink:	1475

Details	
Band:	3 (1800+)
Cell technology:	FDD
Narrowband IoT mode:	disabled
Cell type:	large
Expected cell size:	2.1km
Massive MIMO enabled:	false
Reduced frequency offset enabled:	false
Downlink channel bandwidth:	10 MHz
Uplink channel bandwidth:	10 MHz
EARFCN downlink:	1475
EARFCN uplink:	19475
Maximum output power:	46.0 dBm
Downlink MIMO mode:	Closed Loop Mimo
Maximum number of active UEs:	324
Maximum bitrate downlink:	300000 kb/s
Maximum bitrate uplink:	60000 kb/s
Energy saving state:	NotEnergySaving

LAMPIRAN 5. PERHITUNGAN CELL SPLITTING

1. CELL SPLITTING

A. POWER

Diketahui :

PowerO = power enB lama

PowerO = 46 dBm

PowerO = $10^{\frac{46}{10}}$

PowerO = $10^{\frac{46}{10}}$

PowerO = 39810 mW

PowerO = 39,8 W

PowerO = 40 W

Skenario 1 sesuai teori diperkecil sebesar 12 dB (16)

$$\text{Power1} = \frac{\text{PowerO}}{16}$$

$$\text{Power1} = \frac{40 \text{ W}}{16}$$

$$\text{Power1} = 2,5 \text{ W}$$

$$\text{Power1} = 2500 \text{ mW}$$

Konversi ke dBm,

$$\text{Power1} = 10 \times \log(2500)$$

$$\text{Power1} = 33,9$$

$$\text{Power1} = 34 \text{ dBm}$$

Skenario 2 diperkecil sebesar 15 dB (32)

$$\text{Power3} = \frac{\text{Power0}}{32}$$

$$\text{Power3} = \frac{40 \text{ W}}{32}$$

$$\text{Power3} = 1,25 \text{ W}$$

$$\text{Power3} = 1250 \text{ mW}$$

Konversi ke dBm,

$$\text{Power3} = 10 \times \log(1250)$$

$$\text{Power3} = 31 \text{ dBm}$$

Skenario 3 diperkecil setengah dari power site induk (40)

$$\text{Power4} = \frac{\text{Power0}}{2}$$

$$\text{Power4} = \frac{40 \text{ W}}{2}$$

$$\text{Power4} = 20 \text{ W}$$

$$\text{Power4} = 20000 \text{ mW}$$

Konversi ke dBm,

$$\text{Power4} = 10 \times \log(20000)$$

$$\text{Power4} = 43 \text{ dBm}$$

B. TRAFIK LOAD

$$\text{Trafikloadlama} = 145 \text{ GB (1160 Gb)}$$

$$\text{Trafikloadbaru} = 4 \times \text{Trafikloadlama} \times \frac{\text{area lama}}{\text{area baru}}$$

$$\text{Trafikloadbaru} = 4 \times 1160 \times \frac{22,3}{5,58}$$

$$\text{Trafikloadbaru} = 2320 \text{ GB (18560Gb)}$$

Maka dapat dicari berapa banyak cell akan dipecah (n) menjadi

$$\text{Trafikloadbaru} = 4^n \times \text{Trafikloadlama}$$

$$18560 = 4^n \times 1160$$

$$\frac{18560}{1160} = 4^n$$

$$16 = 4^n$$

$$4^2 = 4^n$$

$$n = 2$$

Maka cell lama dapat dipecah menjadi 2 cell baru

C. RADIUS CELL

$$\text{Radiuscelllama} = 2,1 \text{ Km}$$

$$\text{Radiuscellbaru} = \frac{2,1 \text{ Km}}{2}$$

$$\text{Radiuscellbaru} = 1,05 \text{ Km}$$

$$\text{Radiuscellbaru} = 1 \text{ Km}$$

D. AREA CELL

$$\text{Area cell lama} = 1,95 \times 2,6 \times d^2$$

$d = \text{radius cell lama ke UE}$

$$\text{Area cell lama} = 1,95 \times 2,6 \times 2,1^2$$

$$\text{Area cell lama} = 1,95 \times 2,6 \times 4,41$$

$$\text{Area cell lama} = 22,36 \text{ Km}^2$$

Maka dapat dihitung area cell baru menggunakan cell splitting

$$\text{Area cell baru} = \frac{\text{Area cell lama}}{4}$$

$$\text{Area cell baru} = \frac{22,3 \text{ Km}^2}{4}$$

$$\text{Area cell baru} = 5,58 \text{ Km}^2$$

E. TINGGI ANTENA

Untuk mencari tinggi antena digunakan rumus trigonometri yaitu

$$\tan x = \frac{y}{z}$$

Dimana x=MDT dan z = Radiuscellbaru , y = tinggi antena

$$\tan 1^\circ = \frac{y}{1000 \text{ meter}}$$

$$y = 0,017 \times 1000$$

$$y = 17 \text{ meter}$$

hre = tinggi posisi UE saat berkomunikasi

Tinggi efektif antena = y + hre

Tinggi efektif antena = y + 1,5

Tinggi efektif antena enB= 18,5 meter

2. BUDGET LINK MICROCELL

a. CAPACITY

Jumlah site / enB

$$\text{Jumlah enB baru} = \frac{\text{Area cell baru}}{L}$$

Untuk L = Luas layanan mikrocell baru

$$L = 1.95 \times 2.6 \times d^2$$

d = radius cell baru ke UE

$$L = 1.95 \times 2.6 \times 1^2$$

$$L = 5.07 \text{ Km}^2$$

Karena terdapat 1 titik untuk dioptimasi maka area menjadi:

$$A = 5,58$$

$$\text{Jumlah enB baru} = \frac{5,58}{5,07}$$

$$\text{Jumlah enB baru} = 1,1 = 1 \text{ site enB}$$

Jumlah cell tiap site = 3 buah cell

Meski di perhitungan hanya memerlukan 2 cell, namun dikhawatirkan terjadi lonjakan trafik yang tidak terprediksi sehingga banyak cell tiap site dikembalikan ke standar 3 sektor/cell tiap site baru

b. COVERAGE

Nilai koreksi sinyal

$$a(hm) = (1,1 \log f - 0,7) hre - (1,56 \log f - 0,8)$$

$$a(hm) = (1,1 \log 1800 - 0,7) 1,5 - (1,56 \log 1800 - 0,8)$$

$$a(hm) = 0,043$$

Propagasi model cost 231 hatta

$$L_p = 46,33 + 33,9 \log f - 13,83 \log hb - a(hm) + [44,9 - 6,55 \log hb]$$

log d

$$L_p = 46,33 + 33,9 \log 1800 - 13,83 \log 18,5 - 0,043 + [44,9 - 6,55 \log 18,5] \log 1$$

$$L_p = 46,33 + 33,9 \times 3,25 - 13,83 \times 1,26 - 0,043 + 0$$

$$L_p = 46,33 + 110,17 - 17,42 - 0,043 + 0$$

$$L_p = 139,037 \text{ dB}$$

$$\text{MAPL} = 139,037 \text{ Db}$$

Powerbaru = 34, 31, 43 dBm

EiRP = Tx Powerbaru + Tx Antena gain + loss system

$$\text{EiRP1} = 34 + 18 - 3$$

$$\text{EiRP1} = 49 \text{ dBm}$$

$$\text{EIRP2} = 46 \text{ dBm}$$

$$\text{EIRP3} = 58 \text{ dBm}$$

MAPL= EiRP – Rx Sensitivity-interference margin-control channel
overhead + Rx antenna gain – body loss

$$139,037 = 49 - \text{Rx sensitivity} - 3 - 1 + 0 - 0$$

$$139,037 = 45 - \text{Rx sensitivity}$$

$$139,037 - 45 = \text{Rx sensitivity}$$

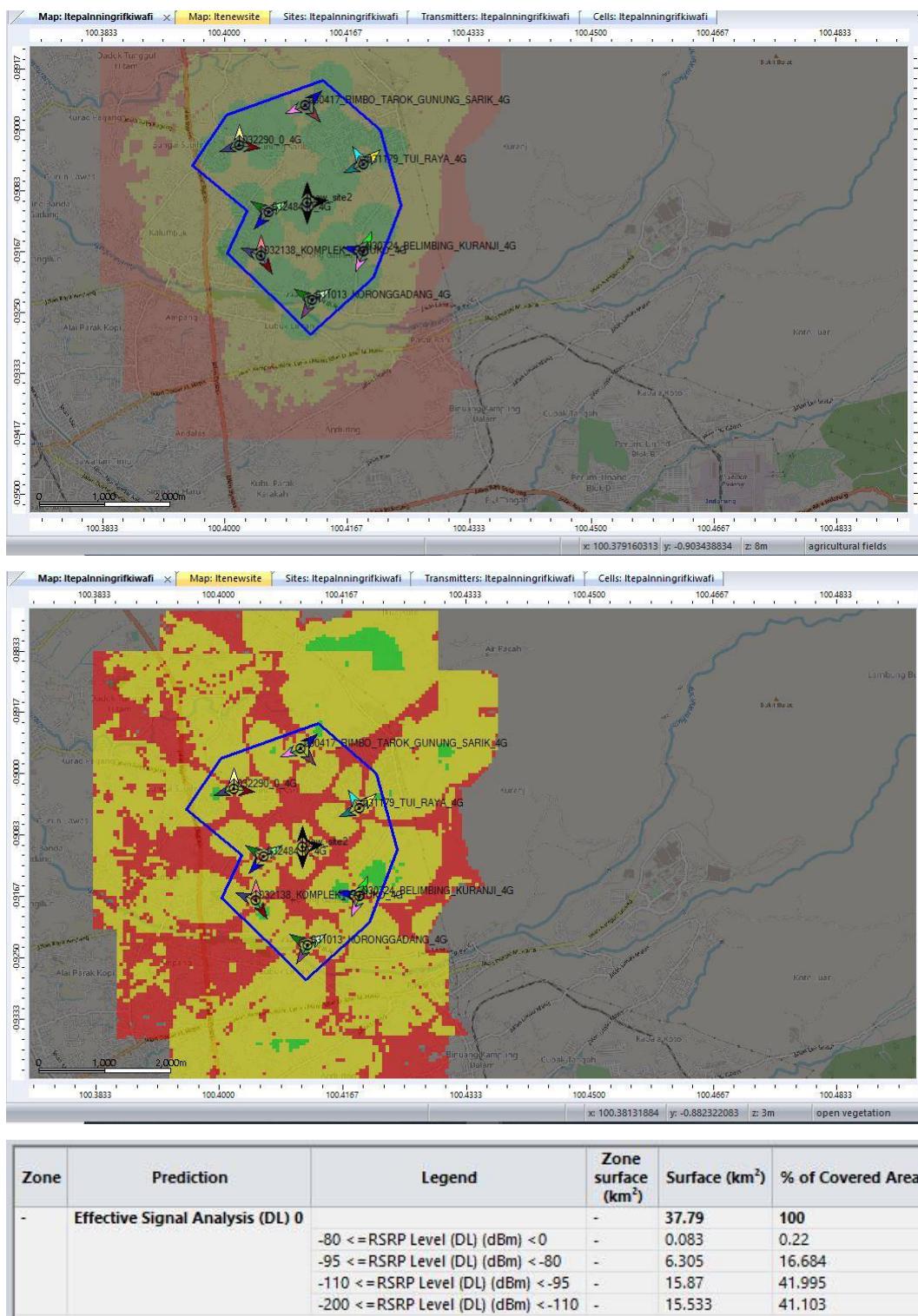
$$\text{Rx sensitivity} = -94,037 \text{ dBm}$$

$$\text{MAPL1} = 139,037 \text{ dB}$$

$$\text{MAPL2} = 136,037 \text{ dB}$$

$$\text{MAPL3} = 148,037 \text{ dB}$$

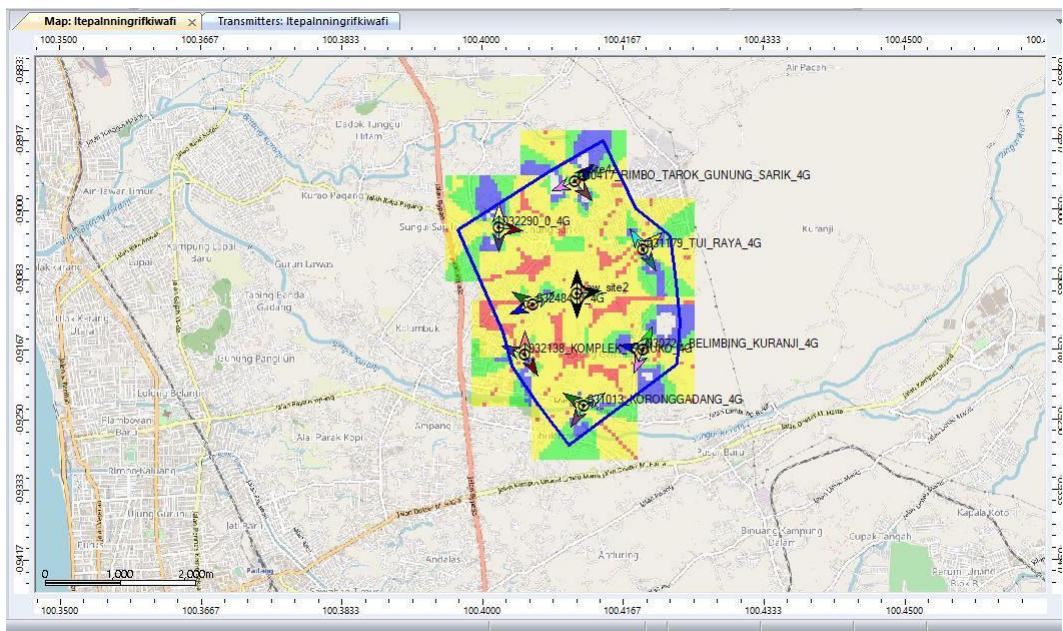
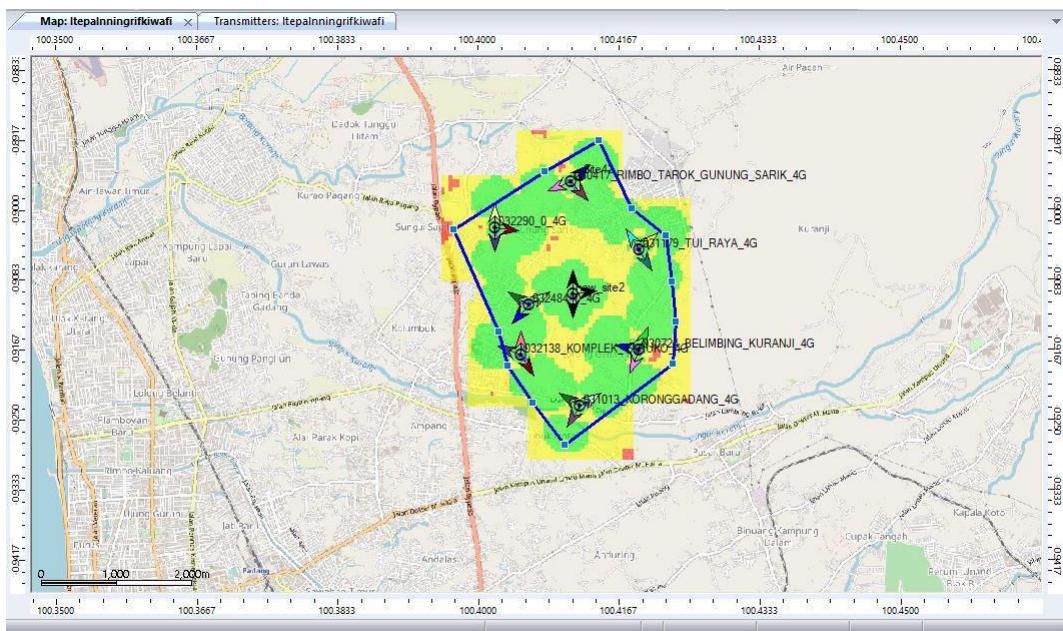
LAMPIRAN 6. HASIL SIMULASI ATOLL SEBELUM TUNING



Zone	Prediction	Legend	Zone surface (km ²)	Surface (km ²)	% of Covered Area
-	Coverage by C/(I+N) Level (DL) 0	-10 <= RS C/(I+N) Level (DL) (dB) < 0 0 <= RS C/(I+N) Level (DL) (dB) < 13 13 <= RS C/(I+N) Level (DL) (dB) < 20 20 <= RS C/(I+N) Level (DL) (dB) < 30	-	37.458	100
-		-10 <= RS C/(I+N) Level (DL) (dB) < 0	-	11.23	29.98
-		0 <= RS C/(I+N) Level (DL) (dB) < 13	-	25.26	67.436
-		13 <= RS C/(I+N) Level (DL) (dB) < 20	-	0.953	2.544
-		20 <= RS C/(I+N) Level (DL) (dB) < 30	-	0.015	0.04

Zone	Prediction	Legend	Zone surface (km ²)	Surface (km ²)	% of Covered Area	% Focus Zone	% Computation Zone
-	Coverage by Throughput (DL) 0	0 <= Application Channel Throughput (DL) (kbps) < 512 512 <= Application Channel Throughput (DL) (kbps) < 1,000 1,000 <= Application Channel Throughput (DL) (kbps) < 7,000 7,000 <= Application Channel Throughput (DL) (kbps) < 14,000 14,000 <= Application Channel Throughput (DL) (kbps) < 100,000	-	25.45	100	-	-
-		0 <= Application Channel Throughput (DL) (kbps) < 512	-	0	0	-	-
-		512 <= Application Channel Throughput (DL) (kbps) < 1,000	-	0	0	-	-
-		1,000 <= Application Channel Throughput (DL) (kbps) < 7,000	-	0.44	1.729	-	-
-		7,000 <= Application Channel Throughput (DL) (kbps) < 14,000	-	10.5	41.257	-	-
-		14,000 <= Application Channel Throughput (DL) (kbps) < 100,000	-	14.51	57.014	-	-

SETELAH TUNING



	Legend	Zone surface (km²)	Surface (km²)	% of Covered Area
0	-	10.975	100	
-80 <= RSRP Level (DL) (dBm) < 0	-	0.08	0.729	
-95 <= RSRP Level (DL) (dBm) < -80	-	6.193	56.428	
-110 <= RSRP Level (DL) (dBm) < -95	-	4.55	41.458	
-200 <= RSRP Level (DL) (dBm) < -110	-	0.153	1.394	

Zone	Prediction	Legend	Zone surface (km²)	Surface (km²)	% of Covered Area
-	Coverage by C/(I+N) Level (DL) 0	-10 <= RS C/(I+N) Level (DL) (dB) < 0 0 <= RS C/(I+N) Level (DL) (dB) < 13 13 <= RS C/(I+N) Level (DL) (dB) < 20 20 <= RS C/(I+N) Level (DL) (dB) < 30	- - - -	10.785 0.895 6.423 2.295 1.173	100 8.299 59.555 21.28 10.876

	Prediction	Legend	Zone surface (km²)	Surface (km²)	% of Covered Area
Coverage by Throughput (DL) 0	0 <= Application Channel Throughput (DL) (kbps) < 512 512 <= Application Channel Throughput (DL) (kbps) < 1,000 1,000 <= Application Channel Throughput (DL) (kbps) < 7,000 7,000 <= Application Channel Throughput (DL) (kbps) < 14,000 14,000 <= Application Channel Throughput (DL) (kbps) < 100,000	- - - - -	8.368 0 0.068 2.043 6.258	100 0 0.813 24.414 74.785	

LAMPIRAN 7. HISTOGRAM SAAT SIMULASI ATOLL

