



**ANALISIS PERUBAHAN PROPAGASI DAN *TILT* ANTENA FREKUENSI
1800 MHz TERHADAP PERENCANAAN *CAKUPAN AREA LONG
TERM EVOLUTION (LTE)* MENGGUNAKAN *PHYSICAL
CELL IDENTITY (PCI)***

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Dahlia Fatmawati
NIM 131910201091**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2017**

PERSEMBAHAN

Kupanjatkan rahmat dan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan karunia dan kasih sayang-Nya kepadaku dan sholawat serta salam kepada Rasulullah SAW yang senantiasa memberikan syafaatnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini merupakan sebuah awal dan langkah kecil guna menggapai kesuksesan yang lebih baik lagi. Oleh karena itu, skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Allah SWT Dzat yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang.
2. Rasulullah SAW yang menjadi suri tauladan bagi seluruh umat islam.
3. Orang tua tercinta, Ibunda Saodah dan Ayahanda Mahur yang tiada henti-hentinya mengirimkan doa, memberikan semangat, membesarkan, mendidik, memberikan dukungan baik moriil maupun materiil dan senantiasa mencurahkan kasih sayang luar biasa kepadaku.
4. Kakakku Yeni Inarti, Leni Widyawati, dan Deni Trijayanti terima kasih atas segala dukungan, semangat dan doa selama ini.
5. Dosen pembimbing Bapak Dodi Setiabudi, S.T., M.T, Bapak Catur Suko Sarwono, S.T., M.Si. atas keikhlasan dan kesabarannya dalam membimbing saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Moh Haedar Haris yang selalu sabar mendengarkan segala keluh kesah dalam proses menyelesaikan skripsi ini maupun hal-hal lainnya, dan tidak pernah bosan memberikan semangat, perhatian, motivasi dan doa selama ini.
7. Almamater Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan tempat untuk menambah ilmu dan wawasan ku.

MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”.

(QS. Al-Baqarah: 286)^{*)}

“Jangan menjelaskan tentang dirimu kepada siapapun, karena yang menyukaimu tidak butuh itu dan yang membencimu tidak percaya itu”.

(Ali Bin Abi Thalib)^{**)}

“Kebahagiaan bukanlah disaat kita memiliki kesempurnaan, namun ketika kita dapat menerima ketidaksempurnaan dengan tulus dan ikhlas”.

(Ustadz Jefri Al-Bukhari)^{***)}

*) QS. Al-Baqarah: 286

***) Ali Bin Abi Thalib

****) Ustadz Jefri Al-Bukhari

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

nama : Dahlia Fatmawati

NIM : 131910201091

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa proyek akhir yang berjudul “ *Analisis Perubahan Propagasi dan Tilt Antena Frekuensi 1800 Mhz Terhadap Perencanaan Cakupan Area Sistem Long Term Evolution (LTE) Menggunakan Physical Cell Identity (PCI)* “ adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 18 September 2017

Yang menyatakan,

Dahlia Fatmawati

NIM 131910201091

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Analisis Perubahan Propagasi dan Tilt Antena Frekuensi 1800 Mhz Terhadap Perencanaan Cakupan Area Sistem Long Term Evolution (LTE) Menggunakan Physical Cell Identity (PCI)*” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Selasa, 17 Oktober 2017

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim penguji,

Ketua,

Anggota I,

Dodi Setiabudi, S.T., M.T.
NIP 198405312008121004

Catur Suko Sarwono, S.T., M.Si.
NIP 196801191997021001

Anggota II,

Anggota III,

M. Agung Prawira N, S.T.,M.T.
NIP 198712172012121003

Ike Fibriani, S.T.,M.T.
NIP 198002072015042001

Mengesahkan
Dekan,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M.
NIP 196612151995032001

SKRIPSI

**ANALISIS PERUBAHAN PROPAGASI DAN *TILT* ANTENA FREKUENSI
1800 MHz TERHADAP PERENCANAAN CAKUPAN AREA *LONG
TERM EVOLUTION* (LTE) MENGGUNAKAN *PHYSICAL
CELL IDENTITY* (PCI)**

Oleh :

Dahlia Fatmawati

NIM 131910201091

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dodi Setiabudi, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Catur Suko Sarwono, S.T., M.Si.

RINGKASAN

Analisis Perubahan Propagasi dan Tilt Antena Frekuensi 1800 Mhz Terhadap Perencanaan Cakupan Area Long Term Evolution (LTE) Menggunakan Physical Cell Identity (PCI); Dahlia Fatmawati, 131910201091; 2017: 119 halaman; Program Studi Strata 1 (S1) Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Jember.

Perkembangan teknologi komunikasi dan informasi saat ini mengalami kemajuan yang sangat pesat terutama pada telekomunikasi nirkabel (*wireless*) untuk menunjang kebutuhan informasi dan media internet. Tentunya, kecepatan tinggi dan efisien dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Aktivitas komunikasi yang dilakukan dalam kondisi dimanapun dan kapanpun sering mengalami gangguan pelemahan sinyal karena belum tercakupnya jaringan. Untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas sinyal, pada penelitian ini melakukan perencanaan pengoptimalan jaringan LTE menggunakan perubahan model propagasi dan *tilt* antena serta fungsi penambahan *Physical Cell Identity* (PCI).

Salah satu parameter yang dibutuhkan dalam perencanaan jaringan seluler LTE yaitu cakupan. Pada cakupan terdiri dari *perhitungan link budget* yang digunakan untuk memperkirakan maksimum *pathloss* atau *Maximum Allowable Path Loss* (MAPL), model propagasi, radius *cell* dan jumlah sel.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan propagasi dan *tilt antenna* terhadap perencanaan cakupan area *Long Term Evolution* (LTE). Sehingga, diharapkan cakupan area LTE tercakupi dengan baik. Selain itu penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui pengaruh *Physical Cell Identity* (PCI) terhadap *C/(I+N) throughput* dan *Block Error Rate* (BLER).

Penelitian dilakukan dengan melakukan perhitungan dan simulasi *software* Atoll. Pada penelitian menggunakan dua model propagasi yaitu *Standard Propagation Model* dan Cost 231 Hata untuk mengetahui radius *cell* dari masing-masing model propagasi. Pada penelitian *tilt* antena nilai sudut kemiringan antena

yang diubah-ubah adalah 0° - 10° . Sedangkan untuk penelitian penerapan *Physical Cell Identity* (PCI), penelitian dilakukan terhadap *C/(I+N) throughput* dan *Block Error Rate* (BLER).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Standard Propagation model* menghasilkan radius *cell* yang lebih jauh dibandingkan model propagasi Cost 231 Hatta baik secara perhitungan maupun simulasi dan perubahan sudut kemiringan antena berpengaruh terhadap jarak jangkauan yang dihasilkan, dengan perubahan sudut 10° jarak jangkauan pada *Standard Propagation Model* dan Cost 231 Hatta berkurang sebesar 2.026 km dan 1.335 km. Selain itu penerapan PCI meningkatkan rata-rata nilai *Carrier Interference Noise* dari sebelum PCI sebesar 2.12 dB dan setelah menggunakan PCI sebesar 9.09 dB. Selain itu nilai *throughput* dan BLER juga mengalami peningkatan setelah menggunakan PCI.

PRAKATA

Bismillahirrohmanirohim.

Puji syukur ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala Rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "*Analisis Perubahan Propagasi dan Tilt Antena Frekuensi 1800 Mhz Terhadap Perencanaan Cakupan Area Sistem Long Term Evolution (LTE) Menggunakan Physical Cell Identity (PCI)*". Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata 1 (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak akan bisa selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis sampaikan terima kasih kepada:

1. Orang tua tercinta, Ibunda Saodah dan Ayahanda Mahur yang tiada henti-hentinya mengirimkan doa, memberikan semangat, membesarkan, mendidik, memberikan dukungan baik moriil maupun materiil dan senantiasa mencurahkan kasih sayang luar biasa kepadaku.
2. Ibu Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Bapak Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember;
4. Bapak Bapak Dodi Setiabudi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Bapak Catur Suko Sarwono, S.T., M.Si selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah bersedia meluangkan waktu dan pikiran untuk membimbing hingga pengerjaan skripsi ini selesai;
5. Bapak M. Agung Prawira N, S.T., M.T. selaku dosen penguji I dan Ibu Ike Fibriani, S.T.,M.T. selaku dosen penguji II;
6. Seluruh Dosen Teknik Elektro yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan dan bimbingan selama mengikuti pendidikan di Jurusan teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

7. Para staf karyawan dan karyawan serta teknisi Fakultas teknik Universitas Jember yang telah memberikan bantuan selama mengikuti pendidikan di Fakultas teknik Universitas Jember;
8. Kakak – kakakku serta keluarga besarku yang telah memberikan dukungan, semangat, serta bantuannya.
9. Moh Haedar Haris yang selalu sabar mendengarkan segala keluh kesah dalam proses menyelesaikan skripsi ini maupun hal-hal lainnya, dan tidak pernah bosan memberikan semangat, perhatian, motivasi dan doa selama ini.
10. Dulur-dulur INTEL (Elektro 2013) yang banyak membantu, dan memberi semangat dan dukungan sejak awal menjadi keluarga besar di teknik hari.
11. Sahabat pejuang skripsi Yufan Dwi Anggoro, Nurul Hidayah yang telah meluangkan tenaga dan waktu bersama, memberi kritik, saran, maupun semangat dan hiburan di kala gundah;
12. Konsentrasi Telkom Elektro 2013 yang memberikan banyak ilmu dan kenangan bersama.
13. Cewek-cewek Kece INTEL UJ 2013 yang senantiasa memberi dukungan dan motivasi.
14. Cewek-cewek KKN 05 (Intan Putri, Isna Maulida dan Laila) yang selalu memberikan semangat dan dukungan.
15. M. Ulin Nuha, S.T, Dimul Istiqlal, S.T, Ahmad Nurcholis, S.T (Almarhum), Octaviansyah Setya B, Ja'far Assodiq Rifqy, dan Dede Ade Candra terima kasih atas waktu dan ilmunya untuk membantu menyelesaikan masalah yang terjadi pada data dan software yang digunakan.
16. Dan seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungan dan motivasi kalian dalam penyusunan skripsi ini

Jember, 20 September 2017

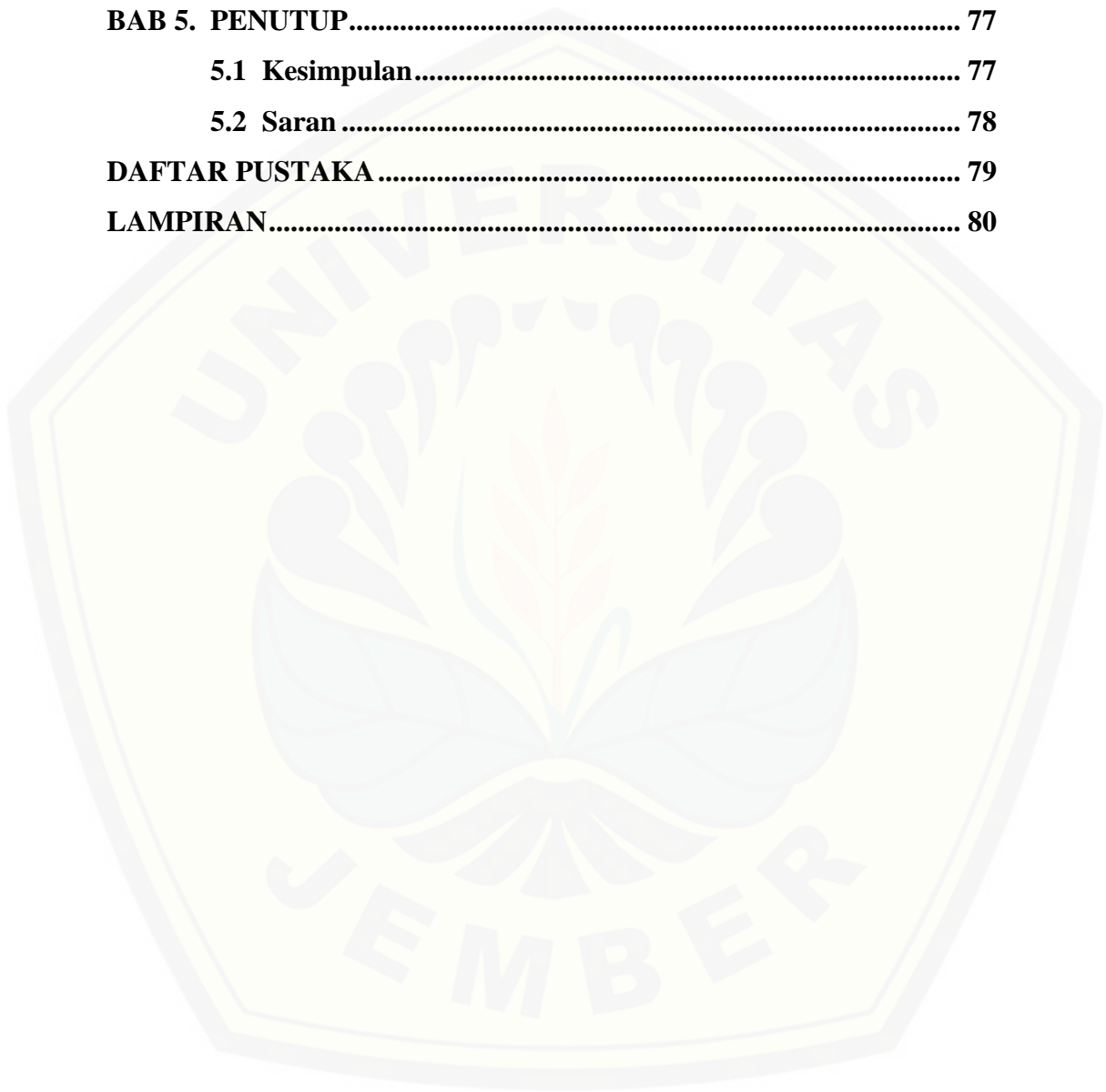
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
RINGKASAN	vii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Matriks Perumusan Masalah	5
2.2 Pengertian Teknologi <i>Long Term Evolution</i> (LTE)	9
2.3 Arsitektur LTE	10
2.4 Spesifikasi dan Standart LTE.....	12
2.4.1 Spesifikasi LTE.....	12
2.4.2 Standart dari LTE.....	13
2.5 <i>Coverage Planning</i>	14
2.5.1 Perhitungan <i>Link Budget</i>	14
2.5.2 Perhitungan Jari-jari Sel.....	17
2.6 Model Propagasi Cost 231 Hatta.....	18
2.7 <i>Standart Propagation Model</i>	18
2.8 <i>Tilting Antena</i>	19

2.9	<i>Software Radio Planning Atoll</i>	20
2.10	<i>Physical Cell Identity</i>	20
BAB 3.	METODE PENELITIAN	22
3.1	Tahap Penelitian	22
3.2	Tempat Penelitian	23
3.3	Alat dan Bahan.....	23
3.4	Perancangan Sistem.....	24
3.4.1	Skenario Perhitungan <i>Link Budget</i>	25
3.4.2	Skenario Perancangan Jaringan.....	27
3.4.3	Skenario Model Propagasi.....	27
3.5	Tahap Perencanaan Simulasi	29
3.5.1	Skenario Simulasi Menggunakan <i>Software Atoll</i>	30
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1	Analisis Perhitungan.....	33
4.1.1	Perhitungan <i>Link Budget</i>	33
4.1.2	Hasil Perhitungan MAPL LTE	36
4.1.3	Hasil Perhitungan <i>Standard Propagation Model</i>	37
4.1.4	Hasil Perhitungan Model Propagasi Cost 231 Hatta	37
4.2	Analisis Simulasi	38
4.2.1	Simulasi Perencanaan Jaringan LTE.....	38
4.2.2	Hasil Simulasi Radius <i>cell Standard Propagation</i>	39
4.2.3	Hasil Simulasi <i>Radius Cell Model Propagasi Cost 231 Hatta</i>	40
4.2.4	Pengaruh Perubahan Propagasi Terhadap Radius Cell Antena	42
4.2.5	Hasil Jarak Jangkauan Simulasi <i>Tilt Antena</i>	42
4.2.5.1	Hasil Jarak Jangkauan Pada <i>Standard Propagation</i> .	42
4.2.5.2	Hasil Jarak Jangkauan Pada Cost 231 Hatta.....	54
4.2.6	Pengaruh Perubahan <i>Tilt Antena Terhadap Jarak Jangkauan Antena</i>	65
4.2.7	Hasil Simulasi Cakupan Berdasarkan Ketinggian..	66

4.2.8 Analisis PCI Terhadap <i>Carrier To Interference Noise</i>	68
4.2.9 Analisis PCI Terhadap <i>Throughput</i>	71
4.2.10 Analisis PCI Terhadap <i>Block Error Rate</i>	74
BAB 5. PENUTUP	77
5.1 Kesimpulan	77
5.2 Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN	80



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Matriks Perumusan Masalah	6
Tabel 2.2 K-Parameter Untuk Wilayah Asia	19
Tabel 3.1 Parameter <i>Link Budget</i> Dari Arah <i>Uplink</i>	25
Tabel 3.2 Parameter <i>Link Budget</i> Dari Arah <i>Downlink</i>	26
Tabel 4.1 Parameter <i>Link Budget</i> Dari Arah <i>Uplink</i>	34
Tabel 4.2 Parameter <i>Link Budget</i> Dari Arah <i>Downlink</i>	36
Tabel 4.3 Perbandingan Radius <i>cell</i> Antena <i>Standard Propagation Model</i> dan Cost 231 Hatta	42
Tabel 4.4 <i>Signal Level Quality</i>	68
Tabel 4.5 Standarisasi <i>Carrier Interference Noise</i>	71
Tabel 4.6 Standarisasi <i>Throughput</i>	74

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Evolusi 3GPP	10
Gambar 2.2 Arsitektur Jaringan LTE	11
Gambar 2.3 Langkah-langkah menentukan <i>cell</i> radius	15
Gambar 2.4 <i>Collison and Confusion</i> Pada PCI	21
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian	22
Gambar 3.2 Digram Blok Sistem.....	24
Gambar 3.3 Rancangan Jaringan LTE.....	27
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> Perencanaan Simulasi	29
Gambar 3.5 Menu Utama <i>Software</i> Atoll.....	31
Gambar 3.6 Peta Jawa Dalam Perencanaan	32
Gambar 4.1 Hasil Perencanaan Jaringan LTE Pada Atoll.....	38
Gambar 4.2 Hasil Perencanaan Pada <i>Google Earth</i>	39
Gambar 4.3 Rancangan Simulasi Standard Propagation Model	40
Gambar 4.4 Hasil Radius <i>Cell</i> Standard Propagation Model.....	40
Gambar 4.5 Rancangan Simulasi Cost 231 Hatta.....	41
Gambar 4.6 Hasil Radius <i>Cell</i> Cost 231 Hatta	41
Gambar 4.7 Rancangan Simulasi <i>Tilt</i> Antena 0°	43
Gambar 4.8 Hasil Jarak Jangkauan <i>Tilt</i> Antena 0°	43
Gambar 4.9 Rancangan Simulasi <i>Tilt</i> Antena 1°	44
Gambar 4.10 Hasil Jarak Jangkauan <i>Tilt</i> Antena 1°	44
Gambar 4.11 Rancangan Simulasi <i>Tilt</i> Antena 2°	45
Gambar 4.12 Hasil Jarak Jangkauan <i>Tilt</i> Antena 2°	45
Gambar 4.13 Rancangan Simulasi <i>Tilt</i> Antena 3°	46
Gambar 4.14 Hasil Jarak Jangkauan <i>Tilt</i> Antena 3°	46
Gambar 4.15 Rancangan Simulasi <i>Tilt</i> Antena 4°	47
Gambar 4.16 Hasil Jarak Jangkauan <i>Tilt</i> Antena 4°	47
Gambar 4.17 Rancangan Simulasi <i>Tilt</i> Antena 5°	48
Gambar 4.18 Hasil Jarak Jangkauan <i>Tilt</i> Antena 5°	48

Gambar 4.19 Rancangan Simulasi <i>Tilt</i> Antena 6°	49
Gambar 4.20 Hasil Jarak Jangkauan <i>Tilt</i> Antena 6°	49
Gambar 4.21 Rancangan Simulasi <i>Tilt</i> Antena 7°	50
Gambar 4.22 Hasil Jarak Jangkauan <i>Tilt</i> Antena 7°	50
Gambar 4.23 Rancangan Simulasi <i>Tilt</i> Antena 8°	51
Gambar 4.24 Hasil Jarak Jangkauan <i>Tilt</i> Antena 8°	51
Gambar 4.25 Rancangan Simulasi <i>Tilt</i> Antena 9°	52
Gambar 4.26 Hasil Jarak Jangkauan <i>Tilt</i> Antena 9°	52
Gambar 4.27 Rancangan Simulasi <i>Tilt</i> Antena 10°	53
Gambar 4.28 Hasil Jarak Jangkauan <i>Tilt</i> Antena 10°	53
Gambar 4.29 Rancangan Simulasi <i>Tilt</i> Antena 0°	54
Gambar 4.30 Hasil Jarak Jangkauan <i>Tilt</i> Antena 0°	54
Gambar 4.31 Rancangan Simulasi <i>Tilt</i> Antena 1°	55
Gambar 4.32 Hasil Jarak Jangkauan <i>Tilt</i> Antena 1°	55
Gambar 4.33 Rancangan Simulasi <i>Tilt</i> Antena 2°	56
Gambar 4.34 Hasil Jarak Jangkauan <i>Tilt</i> Antena 2°	56
Gambar 4.35 Rancangan Simulasi <i>Tilt</i> Antena 3°	57
Gambar 4.36 Hasil Jarak Jangkauan <i>Tilt</i> Antena 3°	57
Gambar 4.37 Rancangan Simulasi <i>Tilt</i> Antena 4°	58
Gambar 4.38 Hasil Jarak Jangkauan <i>Tilt</i> Antena 4°	58
Gambar 4.39 Rancangan Simulasi <i>Tilt</i> Antena 5°	59
Gambar 4.40 Hasil Jarak Jangkauan <i>Tilt</i> Antena 5°	59
Gambar 4.41 Rancangan Simulasi <i>Tilt</i> Antena 6°	60
Gambar 4.42 Hasil Jarak Jangkauan <i>Tilt</i> Antena 6°	60
Gambar 4.43 Rancangan Simulasi <i>Tilt</i> Antena 7°	61
Gambar 4.44 Hasil Jarak Jangkauan <i>Tilt</i> Antena 7°	61
Gambar 4.45 Rancangan Simulasi <i>Tilt</i> Antena 8°	62
Gambar 4.46 Hasil Jarak Jangkauan <i>Tilt</i> Antena 8°	62
Gambar 4.47 Rancangan Simulasi <i>Tilt</i> Antena 9°	63
Gambar 4.48 Hasil Jarak Jangkauan <i>Tilt</i> Antena 9°	63
Gambar 4.49 Rancangan Simulasi <i>Tilt</i> Antena 10°	64

Gambar 4.50 Hasil Jarak Jangkauan <i>Tilt</i> Antena 10°	64
Gambar 4.51 Grafik Perbandingan Jarak Jangkauan Antena Berdasarkan Perubahan <i>Tilt</i> Antena.....	65
Gambar 4.52 Hasil Cakupan Area Dengan Ketinggian Berbeda.....	66
Gambar 4.53 Hasil <i>Coverage by Signal Level</i>	67
Gambar 4.54 Rancangan sebelum PCI Gambar 4.55 Rancangan setelah PCI	68
Gambar 4.56 Histogram Sebelum PCI.....	69
Gambar 4.57 Histogram Setelah PCI.....	70
Gambar 4.58 Rancangan <i>Throughput</i> Sebelum PCI	71
Gambar 4.59 Rancangan <i>Throughput</i> Setelah PCI.....	71
Gambar 4.60 Histogram <i>Throughput</i> Sebelum PCI.....	73
Gambar 4.61 Histogram <i>Throughput</i> Setelah PCI.....	73
Gambar 4.62 Rancangan sebelum PCI Gambar 4.63 Rancangan setelah PCI	74
Gambar 4.64 Histogram BLER Sebelum PCI.....	75
Gambar 4.65 Histogram Setelah PCI.....	76

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi komunikasi dan informasi saat ini mengalami kemajuan yang sangat pesat terutama pada telekomunikasi nirkabel (*wireless*) untuk menunjang kebutuhan informasi dan media internet. Setiap teknologi terbaru di bidang telekomunikasi akan semakin berkembang dengan tujuan untuk menyesuaikan kebutuhan manusia dalam mengirim dan menerima data dengan kecepatan yang tinggi dan juga efisien dalam kondisi dimanapun dan kapanpun. Sehubungan dengan kondisi tersebut penyedia layanan komunikasi harus melakukan peningkatan terhadap kemampuan jaringan nirkabelnya. Penyediaan layanan akan kebutuhan telekomunikasi baik dalam daerah *urban*, *sub urban* maupun *rural* merupakan salah satu hal penting dalam meningkatkan kemampuan jaringan nirkabelnya.

Long Term Evolution (LTE) merupakan teknologi seluler generasi ke-4 yang keseluruhannya berbasis *Internet Protocol (IP)* yang mendukung transfer paket data dengan *data rate* yang tinggi, meskipun dalam kondisi *user* bergerak dengan kecepatan tinggi. LTE merupakan pengembangan dari teknologi sebelumnya yaitu UMTS (3G) dan HSPA (3,5G) sedangkan LTE disebut sebagai generasi ke-4 (4G) yang diberikan pada sebuah proyek dari *Third Generation Partnership Project (3GPP)* untuk memperbaiki standar *mobile phone* generasi ke-3. (Ade A.R.P. dkk, 2013). Pada LTE ini dapat memberikan kecepatan dalam hal transfer data dapat mencapai 100 Mbps pada sisi *downlink* dan 50 Mbps pada sisi *uplink*. (M. Rachmat dkk, 2012). Aktivitas komunikasi di daerah yang belum tercakupi jaringan LTE sering terganggu, salah satu gangguan yang terjadi yaitu pada *backlobe* antenna. *Backlobe* antenna merupakan pancaran yang letaknya berlawanan dengan pancaran utama dari pola radiasi antenna. Gangguan yang sering terjadi pada bagian *backlobe* yaitu ukuran *backlobe* yang terlalu besar, sehingga mengakibatkan pola radiasi antenna akan berkurang dan mempengaruhi pola pancar pada *mainlobe*. Selain itu adanya gangguan pada *backlobe* antenna mengakibatkan kualitas sinyal (SINR) berkurang karena

terganggu dan juga berpengaruh pada kuat sinyal (RSRP). Oleh karena itu untuk memperbaiki dan meningkatkan pemerataan kualitas sinyal pada lingkup daerah yang belum tercakup oleh jaringan LTE diperlukan perencanaan cakupan jaringan LTE yang lebih baik dari sebelumnya sehingga diharapkan dapat melakukan kegiatan komunikasi dengan baik.

Dalam perencanaan jaringan seluler LTE meliputi beberapa sudut pandang, yakni *coverage*, *capacity* dan dari segi *finance* sebagai pengendali keduanya. Untuk parameter yang digunakan dalam perencanaan *coverage* atau cakupan terdiri dari level daya rata-rata model propagasi, *link budget*, SINR rata-rata, jumlah sel (Uke Kurniawan Usman dkk, 2012). Sebelumnya telah ada beberapa penelitian yang terkait dengan perencanaan LTE yaitu perencanaan jaringan di daerah terestrial berdasarkan kualitas model propagasi (Firman J.P, 2014). Pada penelitian membahas perbandingan kualitas yang cocok untuk wilayah terestrial dengan membandingkan model propagasi yang berbeda dan frekuensi yang berbeda pula. Kemudian yang kedua penelitian perencanaan LTE frekuensi 1800Mhz di jembatan Suramadu dengan *Physical Cell Identity* (PCI) (Andhan Marhadi dkk, 2014) membahas tentang perbandingan hasil sebelum dan sesudah dilakukan PCI dengan metode *coverage* dan *capacity*. Yang ketiga penelitian perencanaan LTE TDD 2300 MHz di Semarang tahun 2015-2020 (Yusuf Septian dkk, 2015). Penelitian ini menggunakan metode cakupan dan kapasitas, sehingga dapat diketahui jumlah eNode B yang dibutuhkan serta peletakan eNode B.

Berdasarkan penjelasan permasalahan sebelumnya, maka pada penelitian ini akan dilakukan perencanaan pengoptimalan jaringan LTE menggunakan perubahan model propagasi dan *tilt* antena serta fungsi tambahan *Physical Cell Identity* (PCI) yang akan dilakukan di wilayah Surabaya bagian morfologi urban. Tujuan dari perubahan model propagasi yaitu untuk mengetahui model propagasi yang menghasilkan radius *cell* terjauh baik secara perhitungan maupun simulasi. Sedangkan perubahan *tilt* antena bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh pengurangan jarak jangkauan antena pada setiap penambahan *tilt* antena sebesar 1° . Dalam penelitian ini menggunakan perhitungan *link budget* dan

parameter model propagasi. Setelah itu akan dilakukan tahap perencanaan selanjutnya menggunakan *Physical Cell Identity* (PCI) untuk mengetahui hasil sebelum dan sesudah dilakukan *Physical Cell Identity* (PCI) agar antar *cell* tidak saling menginterferensi dengan pemberian identitas di setiap *cell*. Perencanaan dilakukan untuk mengetahui pengaruh PCI terhadap *Carrier Interference Noise* atau $C/(I+N)$, *throughput* dan *Block Error Rate* (BLER).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, berikut ini adalah beberapa masalah yang akan diselesaikan dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh perubahan propagasi dan *tilt* antena terhadap perencanaan cakupan area *Long Term Evolution* (LTE)?
2. Bagaimana analisis perencanaan dengan *Physical Cell Identity* (PCI) terhadap pengaruh $C/(I+N)$, *throughput* dan *Block Error Rate* (BLER)?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah penelitian diatas, agar pembahasan tidak terlalu luas maka diperlukan suatu pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian hanya menggunakan *software* atoll 3.2.1.5838.
2. Frekuensi yang digunakan 1800 Mhz.
3. Penelitian menggunakan model propagasi Cost 231 Hata dan *Standard Propagation Model* (SPM).
4. Penelitian hanya dilakukan di wilayah Surabaya
5. Dalam perhitungan tidak memperhitungkan trafik pengguna.
6. Tidak membahas *hardware* alat
7. Perencanaan menggunakan perhitungan *link budget* dan fungsi tambahan *Physical Cell Identity* (PCI).
8. Tidak merancang sitem algoritma pengalokasian *Physical Cell Identity* (PCI).
9. Jaringan LTE (*Long Term Evolution*) yang digunakan yaitu mode FDD.
10. Tidak membahas *handover*.
11. Tidak membahas spesifikasi antena.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian yang diusulkan dalam proposal ini memiliki beberapa tujuan sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh perubahan propagasi dan *tilt antenna* terhadap perencanaan cakupan area *Long Term Evolution* (LTE).
2. Mengetahui pengaruh *Physical Cell Identity* (PCI) terhadap $C/(I+N)$ *throughput* dan *Block Error Rate* (BLER).

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bermanfaat sebagai:

1. Memperoleh cakupan area yang direncanakan.
2. Dapat membangun dan meningkatkan layanan teknologi LTE di daerah yang sedang berkembang.
3. Diharapkan dapat digunakan sebagai solusi untuk menerapkan perluasan cakupan area teknologi LTE yang optimal di wilayah Surabaya.
4. Dapat mengetahui pengaruh yang dicapai dengan menggunakan *Physical Cell Identity* (PCI) .
5. Dapat mengetahui pengaruh dari perubahan propagasi dan *tilt* antena.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Matriks Perumusan Masalah

Pada subbab ini dijelaskan beberapa penelitian dari berbagai jurnal yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan. Beberapa penelitian tersebut dijelaskan dalam bentuk matriks permasalahan. Matriks Permasalahan ini dapat memberikan wacana bagi peneliti agar dapat mengulas lebih dalam tentang topik yang akan diteliti. Referensi jurnal pada tabel 2.1 diambil dari tahun terbitan 5 tahun terakhir. Pada tabel 2.1 merupakan *sample* dari beberapa pustaka yang dipakai sebagai rujukan pada penelitian. Penjelasan dari penelitian-penelitian sebelumnya dijelaskan seperti tabel 2.1 matriks perumusan masalah sebagai berikut.

Tabel 2.1 Matriks Perumusan Masalah

No	Masalah	Solusi	Hasil	Referensi Jurnal
1.	Penggunaan internet yang semakin meningkat dan belum berkembangnya layanan <i>Long Term Evolution</i> di Indonesia	Perencanaan LTE dengan membandingkan model propagasi	model progasi yang sesuai	Analisis Kualitas Propagasi Teknologi 4g- <i>Long Term Evolution</i> Sebagai parameter Penting Untuk Perencanaan Jaringan di Daerah Terrestrial. Universitas Jember. Firman Juniardi Putra, 2014.
2.	Perkembangan LTE yang belum merata dan interferensi antar cell ID	Perencanaan LTE yang lebih optimal	<i>Coverage, capacity, Carrier to Interference Noise, BLER dan throughput</i>	Perencanaan Jaringan <i>Long Term Evolution</i> (LTE) Frekuensi 1800 MHz di Jembatan Suramadu Dengan <i>Physical Cell Identity</i> (PCI). Universitas Telkom. 1-12. Andhan Marhadi dkk, 2014.
3.	Perkembangan LTE yang belum optimal dengan belum terpenuhinya kabutuhan kapasitas dan cakupan	Penggunaan metode <i>coverage dimensioning</i> dan <i>capacity dimensioning</i>	Jumlah eNode B pada perencanaan kapasitas dan cakupan	Perencanaan Jaringan <i>Long Term Evolution</i> (LTE) TDD 2300 Mhz Di Semarang Tahun 2015-2020. Yusuf Septian dkk, 2015.

Tabel 2.1 Matriks Permasalahan (lanjutan)

4.	Belum terpenuhinya cakupan area <i>Long Term Evolution</i> secara optimal	Perencanaan LTE dengan menggunakan model propagasi Okumura Hatta dan Cost 231 Hatta dengan perhitungan nilai <i>Path loss</i> dari Okumura Hatta dan Cost 231 Hatta	Model propagasi yang terbaik dalam perencanaan dengan nilai radius <i>cell</i> pling besar	<i>LTE Network Planning using the Hatta-Okumura and the Cost 231 Hatta Pathloss Models</i> . World Congres on Engineering, London,U.K. N.S Nkordeh, A.A.A Atayero dkk, 2014.
5.	Adanya Interferensi antar cell ID pada jaringan <i>Long Term Evolution</i> (LTE)	Perencanaan jaringan LTE dengan penggunaan <i>neighbor list</i> dan <i>PCI planning</i>	Interferensi berkurang	<i>Neighbor Cell Relation List and Phycal Cell Identity Self-Organization in LTE</i> . Erricsson Research, Sweeden. Mehdi Amirijoo dkk, 2013.

Pada *paper* pertama penulis melakukan penelitian berdasarkan latar belakang yaitu penggunaan internet yang semakin meningkat dan belum berkembangnya jaringan LTE di Indonesia. Oleh karena itu pada penelitian ini melakukan perencanaan *Long Term Evolution* (LTE) untuk daerah terestrial dengan cara membandingkan beberapa model propagasi menggunakan perhitungan dan *software* atoll untuk mengetahui rugi propagasi. Parameter yang digunakan yaitu parameter pada sistem LTE yang dikeluarkan oleh 3GPP. Hasil yang diperoleh model propagasi yang cocok untuk daerah rural yaitu model Okumura Hatta. Untuk daerah Urban yaitu Cost Hatta dan daerah sub urban yaitu *Standard Propagation Model* (SPM).

Pada *paper* kedua penulis melakukan penelitian berdasarkan latar belakang karena perkembangan LTE yang belum merata dan interferensi antar *cell* ID. Sehingga melakukan perencanaan LTE yang lebih optimal dengan Penggunaan metode *planning*. Yaitu *capacity planning* dan *coverage planning* serta *Physical Cell Identity* (PCI). Dalam penelitian ini menggunakan perhitungan untuk mendapatkan jumlah *site* pada *capacity* dan *coverage*. Selain itu pada perencanaan ini menggunakan *Physical Cell Identity* (PCI) untuk mengetahui pengaruhnya terhadap *throughput* dan *Carrier Interference Noise*. Untuk perancangan menggunakan *software* Atoll. Hasil yang diperoleh pada penelitian yaitu kapasitas LTE dapat menampung hingga 7.572 user tiap *site*. Nilai *Carrier Interference Noise* sebesar 11.23 dB dan nilai *throughput* menjadi 38.093,06 kbps dan nilai BLER sebesar 9.123 km².

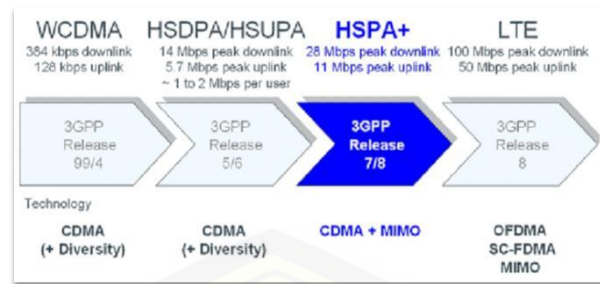
Pada *paper* ketiga penulis melakukan penelitian berdasarkan latar belakang karena kebutuhan akan kapasitas dan cakupan jaringan LTE belum sesuai dengan kondisi lingkungan jaringan yang diimplementasikan, sehingga melakukan perencanaan jaringan LTE yang lebih optimal untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Pada perencanaan menggunakan metode *coverage dimensioning* dan *capacity dimensioning*. Hasil yang diperoleh pada penelitian yaitu Jumlah e Node B pada cakupan sebanyak 161 *site* dan pada kapasitas sebanyak 46 *site*.

Pada *paper* keempat penulis melakukan penelitian berdasarkan latar belakang yaitu belum terpenuhinya cakupan area *Long Term Evolution* (LTE) secara optimal, sehingga pada penelitian dilakukan perencanaan dengan cara menghitung nilai *path loss* dari 2 model propagasi yaitu Okumura Hatta dan Cost 231 Hatta, kemudian disimulasikan menggunakan Matlab. Hasil yang diperoleh yaitu model propagasi Cost 231 Hatta nilai *path loss* lebih rendah dari model propagasi Okumura Hatta.

Pada *paper* kelima penulis melakukan penelitian berdasarkan latar belakang yaitu adanya interferensi antar *cell ID* pada jaringan *Long Term Evolution* (LTE), sehingga pada penelitian dilakukan perencanaan *Long Term Evolution* (LTE) dengan menggunakan *neighbour list* dan *PCI planning*, untuk mengurangi interferensi yang terjadi. Hasil dari penelitian yaitu interferensi berkurang.

2.2 Pengertian Teknologi *Long Term Evolution* (LTE)

Long Term Evolution (LTE) adalah sebuah nama yang diberikan pada sebuah *project* dari *Third Generation Partnership project* (3GPP) untuk memperbaiki standar *mobile phone* generasi ke-3 atau (3G) yaitu UMTS WCDMA. LTE ini merupakan pengembangan dari sebelumnya yaitu UMTS atau (3G) dan HSPA (3,5G) yang mana LTE disebut sebagai generasi ke-4 atau (4G). Pada UMTS kecepatan transfer data maksimum adalah 2Mbps, pada HSPA kecepatan transfer data mencapai 14 Mbps pada sisi *downlink* dan 5,6 Mbps pada sisi *uplink*, pada LTE ini kemampuan dalam memberikan kecepatan dalam hal transfer data mencapai 100 Mbps pada sisi *downlink* dan 50 Mbps pada sisi *uplink*. Perkembangan telekomunikasi menurut standar 3GPP (*third generation partnership project*) terlihat pada gambar 2.1.



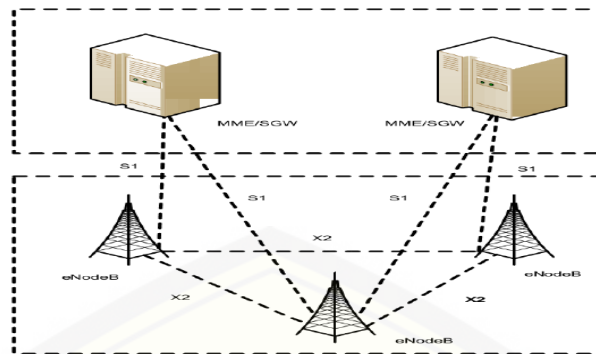
Gambar 2.1 Evolusi 3GPP (Sumber: M. Rachmat dkk, 2013)

Long Term Evolution (LTE) diciptakan untuk memperbaiki teknologi sebelumnya. Kemampuan dan keunggulan dari *Long Term Evolution* (LTE) selain dari kecepatannya dalam transfer data tetapi juga karena *Long Term Evolution* (LTE) dapat memberikan *coverage* dan kapasitas layanan yang lebih besar. Arsitektur sederhana yang mengakibatkan biaya operasional yang rendah, mendukung pengguna *multiple antenna*, fleksibilitas dalam penggunaan *bandwidth* operasinya dan juga dapat terhubung atau terintegrasi dengan teknologi yang sudah ada (M. Rachmat dkk, 2013).

2.3 Arsitektur LTE

Arsitektur jaringan LTE dirancang untuk tujuan mendukung trafik *packet switching* dengan mobilitas tinggi, *quality of service* (QoS), dan *latency* yang kecil. Pendekatan *packet switching* ini memperbolehkan semua layanan termasuk layanan *voice* menggunakan koneksi paket. Oleh karena itu pada arsitektur jaringan LTE dirancang sesederhana mungkin, yaitu hanya terdiri dari dua node yaitu eNode B dan *mobility management entity/gateway* (MME/GW). Hal ini sangat berbeda dengan arsitektur teknologi GSM dan UMTS yang memiliki struktur lebih kompleks dengan adanya *radio network controller* (RNC).

Beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dengan hanya adanya *single node* pada jaringan akses adalah pengurangan *latency* dan distribusi beban proses RNC untuk beberapa eNode B. Pengeliminasian RNC pada jaringan akses memungkinkan karena LTE tidak mendukung *soft handover*. Arsitektur dasar jaringan LTE dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Arsitektur Jaringan LTE (Sumber: M.Rachmat dkk, 2013)

Semua *interface* jaringan pada LTE adalah berbasis *internet protocol* (IP). eNodeB saling terkoneksi dengan *interface* X2 dan terhubung dengan MME/SGW melalui *interface* S1 seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.2. Pada LTE terdapat dua *logical gateway*, yaitu *serving gateway* (S-GW) dan *packet data network gateway* (P-GW). S-GW bertugas untuk melanjutkan dan menerima paket ke dan dari eNodeB yang melayani *user equipment* (UE). P-GW menyediakan *interface* dengan jaringan *packet data network* (PDN), seperti internet dan IMS. Selain itu P-GW juga melakukan beberapa fungsi lainnya, seperti alokasi alamat, *packet filtering*, dan *routing*.

Dari gambar di atas, dapat dilihat bahwa E-UTRAN sangat fleksibel. Satu eNodeB dapat berhubungan dengan MME/SGW yang manapun, tidak seperti NodeB yang hanya dapat berhubungan dengan satu RNC. Sedangkan arsitektur lengkap LTE ada pada dibawah ini:

a. eNode B

Jaringan akses pada LTE terdiri dari satu elemen, yaitu eNode B. eNode B (eNB) merupakan *interface* dengan UE (*User Equipment*). eNodeB berfungsi untuk *Radio Resource Management* (RRM) dan sebagai *transceiver*. Sebagai RRM, fungsi eNode B adalah untuk mengontrol dan mengawasi pengiriman sinyal yang dibawa oleh sinyal radio, berperan dalam autentikasi atau mengontrol kelayakan data yang akan melewati eNode B, dan untuk mengatur *scheduling*.

b. *Mobility Management Entity* (MME)

MME dapat dianalogikan sebagai MSC pada jaringan GSM. MME adalah node-kontrol utama pada jaringan akses LTE. Ia bertanggung jawab untuk prosedur *paging* untuk *idle mode* UE termasuk retransmisi. MME juga bertanggung jawab dalam proses aktivasi/deaktivasi dan autentikasi *user* (dengan bantuan HSS). MME juga berfungsi untuk mengatur *handover*, yaitu memilih MME lain untuk *handover* dengan MME lain, atau memilih SGSN untuk *handover* dengan jaringan akses 2G/3G.

c. *Serving Gateway* (SGW)

SGW terdiri dari dua bagian, yaitu 3GPP *Anchor* dan SAE *Anchor*. 3GPP *Anchor* berfungsi sebagai *gateway* paket data yang berasal dari jaringan 3GPP, sedangkan SAE *Anchor* berfungsi sebagai *gateway* jaringan non-3GPP. SGW merutekan dan memforward paket data *user*, sambil juga berfungsi sebagai *mobility anchor* saat *handover* antar eNodeB dan untuk menghubungkan LTE dengan jaringan lain yang sudah ada.

d. *Home Subscriber Server* (HSS)

HSS adalah *database* utama yang ada pada jaringan LTE. HSS adalah sebuah super HLR yang mengkombinasikan fungsi HLR sebagai *database* dan AuC sebagai autentikasi (M. Rachmat dkk, 2013)

2.4 Spesifikasi dan Standart LTE

2.4.1 Spesifikasi LTE

LTE, bersama dengan SAE (*Service Architecture Evolution*), adalah inti kerja dari 3GPP *release* 8. Inti atau *core* LTE disebut dengan EPC (*Evolved Packet Core*). EPC bersifat all-IP (semua IP, dan hanya IP), dan mudah berinterkoneksi dengan jaringan IP lainnya, termasuk WiFi, WiMAN, dan XDSL. LTE juga diharapkan mendukung *network broadband personal*, dengan memadukan layanan *mobile* dan *fix*. *User* tidak harus menunggu jaringan yang lebih stabil, misalnya untuk unggah file video.

LTE harus siap secara teknis (dan ekonomis) untuk menampung trafik yang dinamis dari Web 2.0, *cloud computing*, hingga beraneka macam

gadget. ABI *Research* memproyeksikan bahwa perangkat seperti kamera, MP3 player, video, dll yang dilengkapi kapabilitas *network* akan mendekati jumlah setengah miliar unit pada tahun 2012. Trafik yang tinggi dan dinamis itu mengharuskan penggantian kembali sistem transmisi, dari TDMA di 2G dan CDMA di 3G, teknologi 4G akan menggunakan OFDMA yang sekali lagi akan meningkatkan efisien spektrum. LTE menggunakan spektrum yang lebih luas sampai 20 MHz, untuk menyediakan kompatibilitas dengan teknologi seluler yang sudah ada seperti UMTS dan HSPA+ dan meningkatkan kapasitas sistem. LTE menggunakan spektrum yang fleksibel sehingga dapat digunakan untuk berbagai macam *bandwidth*. Hal ini membuat LTE cocok untuk berbagai macam spektrum.

Spesifikasi LTE ditargetkan untuk melayani *downlink* sedikitnya 100Mbps, *uplink* sedikitnya 50 Mbps. LTE mendukung operator *scalable bandwidth*, dari 1,4 MHz sampai 20 MHz. Kecepatan rerata berkisar pada 15 Mb/s dengan *delay* 15ms, walaupun nilai maksimal diharapkan dapat mencapai di atas 200 Mb/s pada *bandwidth* 20 MHz. LTE bisa bekerja pada *bandwidth* 1,4 hingga 20 MHz. Akses radio akan berdasarkan penggunaan kanal bersama sebesar 300 Mb/s pada arah *downlink* dan 75 Mb/s pada arah *uplink*. Jika pada 2G/3G, akses radio akan terkoneksi pada *circuit-switched domain*, maka E-UTRAN pada LTE hanya akan terkoneksi pada EPC. Akses radio teroptimasikan untuk trafik IP.

Bagian dari standar LTE adalah *System Architecture Evolution*, sebuah flat jaringan berbasis IP yang dirancang untuk menggantikan arsitektur GPRS *Core Network* dan memastikan kesesuaian untuk non sistem 3GPP, misalnya GPRS dan WiMAX (Uke Kurniawan. dkk, 2012).

2.4.2 Standart dari LTE

1. Untuk setiap 20 MHz spektrum, *download* mencapai 326,4 Mbit/s untuk 4x4 antena, dan 172,8 Mbit/s untuk 2x2 antena.
2. *Upload* mencapai 86,4 Mbit/s untuk setiap 20 MHz spektrum menggunakan satu antena.

3. Lima terminal yang berbeda kelas sudah ditetapkan dari kelas sentris suara sampai akhir tinggi terminal yang mendukung kecepatan data maksimal. Semua terminal akan dapat memproses 20 MHz *bandwidth*.
4. Setidaknya 200 pengguna aktif dalam setiap 5 MHz sel.
5. Sub-5ms *latency* untuk paket IP kecil
6. Meningkatkan fleksibilitas spektrum, dengan spektrum irisan sekecil 1,5 MHz hingga sebesar 20 MHz.
7. Optimal sel sejauh 5km, 30 km dengan kinerja yang masih bagus, dan sampai 100 km dengan kinerja yang masih dapat diterima.
8. Support untuk MBSFN (*Multicast Broadcast Single Frequency Network*). Fitur ini dapat memberikan layanan seperti *Mobile TV* dengan menggunakan infrastruktur LTE (Uke Kurniawan. dkk, 2012).

2.5 Coverage Planning

Coverage Planning, digunakan untuk mengetahui jumlah *base station* atau eNode B yang dibutuhkan untuk mampu menangani trafik dan wilayah cakupan area yang ada. Perhitungan *coverage planning* menghitung area dimana sinyal dapat diterima oleh *user* atau *receiver*. Hal ini menunjukkan maksimum area yang dapat dicover oleh *Base Station*. *Coverage planning* termasuk *radio link budget* (RLB) dan analisis *coverage* (Uke Kurniawan. Dkk, 2012)

2.5.1 Perhitungan Link Budget

Perhitungan *link budget* digunakan untuk memperkirakan maksimum *pathloss* atau MAPL (*Maximum Allowable Path Loss*) yang diijinkan antara pemancar dan penerima. *Path loss* maksimum yang dikehendaki memungkinkan kita melakukan perhitungan radius *cell* suatu eNode B untuk suatu lingkup radio tertentu dengan model propagasi tertentu. (Lingga Wardhana. Dkk,2014). Untuk menentukan maksimum area yang dicakupi oleh *Base Station*, diperlukan langkah-langkah yang dapat ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Langkah-langkah menentukan *cell* radius (Sumber:Ketty Siti Salamah, 2016)

Perhitungan *radio link budget* membutuhkan parameter baik daya pancar, *gain antenna*, *signal-to-noise ratio*, dan lain-lain. Tujuan *link budget* adalah untuk memperkirakan maksimum *pathloss* atau MAPL (*Maximum Allowable Path Loss*) yang diijinkan antara pemancar dan penerima. Sehingga radius *cell* dapat dihitung sesuai dengan kondisi morfologinya (dense urban, urban, suburban, dan rural) berdasarkan model propagasinya. Perhitungan *link budget* tergantung pada banyak faktor seperti *loss* penetrasi gedung, *loss feeder*, *gain* antena, dan interferensi radio, hal tersebut dihitung karena berakibat *padacakupan sel*. Radius *cell* pada enode B dapat diperoleh sesuai dengan MAPL dari model propagasinya. Radius *cell* dapat digunakan untuk menghitung total jumlah *site* yang diperlukan untuk menyediakan *cakupan* yang sesuai dengan tujuan cakupannya.

a. MAPL Uplink

Untuk arah uplink *Power Receiver* digambarkan sebagai *Receiver Sensitivity* (RS) dari *User Equipment* (UE) arah uplink (Uke Kurniawan, 2012).

Dimana:

$$RSeNodeB = SINR + TNeNodeB + NFeNodeB.....(2.1)$$

RSeNodeB : *Receiver Sensitivity* (dBm)

NFeNodeB : *Noise Figure eNodeB* (dB)

TNeNodeB : *Thermal Noise per sub-carrier* (dBm)

SINR : *Required Signal Interference Noise Ratio* (dB)

Sehingga akan didapatkan persamaan *Minimum Signal Reception Strenght* (MSRS) *uplink* adalah sebagai berikut:

$$\text{MSRS} = \text{RSeNodeB} + \text{Lcable} + \text{IM} + \text{GR} \dots \dots \dots (2.2)$$

MSRS	: <i>Minimum Signal Reception Strenght</i> (dBm)
RSeNodeB	: <i>Receiver Sensitivity</i> (dBm)
Lcable	: <i>Loss Cable Receiver</i> (dB)
IM	: <i>Interference Margin</i> (dB)
GR	: <i>Gain Antena Receiver</i> (dB)

Kemudian didapat persamaan *Maximum Allowable Path Loss* (MAPL) untuk arah *uplink* adalah :

$$\text{MAPLuplink} = \text{EIRPsubcarrier} - \text{MSRS} - \text{PL} - \text{SF} \dots \dots \dots (2.3)$$

MAPLuplink	: <i>Maximum Allowable Path Loss uplink</i> (dB)
EIRPsubcarrier	: <i>Equivalent Isotropic Radiated Power Subcarrier</i> (dBm)
MSRS	: <i>Minimum Signal Reception Strenght</i> (dBm)
PL	: <i>Penetration Loss</i> (dB)
SF	: <i>Shadow Fading margin</i> (dB)

b. MAPL Downlink

Untuk arah *Downlink*, persamaan *Equivalent Isotropic Radiated Power* (EIRP) *subcarrier* adalah:

$$\text{EIRPsubcarrier} = \text{Psubcarrier} + \text{GT} - \text{Ltcable} \dots \dots \dots (2.4)$$

Psubcarrier	: <i>Subcarrier power transmisi</i> (dBm)
GT	: <i>gain antena transmitter</i> (dBi)
Ltcable	: <i>loss cable transmitter</i> (dB)

Sedangkan untuk persamaan *Receiver Sensitivity* (SR) arah *downlink* adalah sebagai berikut :

$$\text{RSue} = \text{TN} + \text{NFue} + \text{SINR} \dots \dots \dots (2.5)$$

Rsue	: <i>Receiver sensitivity</i> (dBm)
TN	: <i>Thermal Noise per subcarrier</i> (dBm)

N_{fue} : *Noise Figure* UE (dB)

$SINR$: *Required Signal Interference Noise Ratio* (dB)

Sehingga akan didapatkan persamaan *Minimum Signal Reception Strenght* (MSRS) *downlink* adalah sebagai berikut :

$$MSRS = R_{Sue} + L_{Rbody} + IM \dots \dots \dots (2.6)$$

$MSRS$: *Minimum Signal Reception Strenght* (dBm)

R_{sue} : *Receiver Sensitivity* UE (dBm)

L_{Rbody} : *Loss body Receiver* (dB)

IM : *Interference Margin* (dB)

Kemudian didapat persamaan *Maximum Allowable Path Loss* (MAPL) untuk arah *downlink* adalah :

$$MAPL_{downlink} = EIRP_{subcarrier} - MSRS - PL - SF \dots \dots \dots (2.7)$$

$MAPL_{downlink}$: *Maximum Allowable Path Loss downlink* (dB)

$EIRP_{subcarrier}$: *Equivalent Isotropic Radiated Power Subcarrier* (dBm)

$MSRS$: *Minimum Signal Reception Strenght* (dBm)

PL : *Penetration Loss* (dB)

SF : *Shadow Fading margin* (dB)

2.5.2 Perhitungan Jari-jari Sel

Sebelum melakukan perhitungan jari-jari sel, terlebih dahulu harus memperhitungkan hal-hal sebagai berikut:

a. Luas Cakupan Sel

Luas cakupan dari suatu sel dapat diketahui dengan menghitung hasil bagi antara kapasitas suatu sel dengan nilai OBQ, sehingga diperoleh persamaan rumus sebagai berikut (Lingga Wardhana. Dkk, 2014).

$$\text{Luas cakupan sel} = \frac{\text{kapasitas sel}}{OBQ} \text{ (km}^2/\text{sel)} \dots \dots \dots (2.8)$$

Perhitungan jari-jari sel diperhitungkan untuk mendapatkan nilai banyaknya jumlah eNode B yang diperlukan untuk mencakup seluruh area.

$$\text{Jari-jari sel (d)} = \sqrt{\frac{\text{luas cakupan sel}}{1.95 \times 2.6}} \text{ (km)} \dots\dots\dots(2.9)$$

b. Jumlah sel

Jumlah sel yang dibutuhkan dapat diperoleh dari hasil bagi antara luas daerah perencanaan dengan luas cakupan suatu sel. Sehingga diperoleh persamaan rumus yang ditunjukkan pada persamaan 2.10.

$$\text{Jumlah sel} = \frac{\text{Luas area perencanaan}}{\text{luas cakupan sel}} \text{ (sel)} \dots\dots\dots(2.10)$$

2.6 Model Propagasi Cost 231 Hatta

Perencanaan dengan frekuensi 1800 MHz untuk LTE menggunakan model propagasi Cost 231 Hatta yang bekerja pada frekuensi 1500-2000 MHz. Model Cost 231 Hatta digunakan untuk mengetahui radius *cell* pada wilayah urban (Usman, 2012).

$$PL = 46,3 + 33,9(\log f_c) - 13,82 \log h_T - a(h_R) + (44,9 - 6,55 \log h_T) \log d - CM \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana:

- f = frequency transmisi
- h_R = tinggi antena *receiver*
- d = jarak (km)
- h_T = tinggi antena *transmitter*
- a = faktor koreksi tinggi antena
- CM = urban = 3 dB
- dense urban = 0 dB

2.7 Standart Propagation Model

Standard propagation model merupakan model propagasi yang didasarkan dari model propagasi Okumura-Hatta yang mendukung frekuensi yang lebih tinggi dari 1500 MHz. Standard propagation model didasari oleh persamaan dibawah ini (Usman, 2012).

$$L_u = K_1 + K_2 \log d + K_3 \log H_{T_{\text{eff}}} + K_4 + K_5 (\log d) (\log H_{T_{\text{eff}}}) + K_6 H_{R_{\text{eff}}} + K_{\text{Clutter}} \dots\dots\dots(12)$$

K merupakan konstanta yang digunakan pada standard propagation model dengan keterangan sebagai berikut:

K_1 = Frekuensi Konstan (dB)

K_2 = Jarak redaman konstan

K_3, K_4 = Jarak antara transmitter dan receiver

K_5, K_6 = koefisien koreksi dari tinggi mobile station

$K_{Clutter}$ = koefisien koreksi dari redaman clutter

$H_{T_{eff}}$ = tinggi efektif dari transmitter pada base station

$H_{R_{eff}}$ = receiver pada mobile station

Nilai dari parameter K dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2.2 K-Parameter Untuk Wilayah Asia

K	Dense	Urban	Sub	Rural	Highways
Values	Urban		Urban		
K1	68.02	69.02	69.02	57.02	78.02
K2	48	45.9	44.9	48	40.1
K3	34.09	34.9	34.9	34.9	34.9
K4	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
K5	-6.55	-6.55	-6.55	-6.55	-6.55
K6	0	0	0	0	0
$K_{Clutter}$	5	5	5	5	5

2.8 Tilting Antena

Tilt antena merupakan besar sudut kemiringan pada antena dengan satuan derajat, semakin besar sudutnya maka posisi antena akan semakin turun/menunduk. Proses mengubah *tilt* antena dinamakan *tilting* antena. *Tilting* antena merupakan tahapan optimasi yang dapat langsung dilakukan setelah mengadakan drive test. *Tilting* antena bertujuan untuk menambah jangkauan yang dapat dijangkau oleh antena. *Tilting* terbagi menjadi dua yaitu *mechanical tilting* dan *electrical tilting*.

1. *Mechanical tilting* adalah mengubah *azimuth antenna* dan tingkat kemiringan antena secara fisik. Dampak yang dihasilkan oleh *mechanical tilting* adalah

berubahnya luas cakupan area secara keseluruhan.

2. *Electrical tilting* adalah kegiatan mengubah daya pancar antenna dengan cara mengatur parameter kelistrikan pada antenna. Berbeda dengan *mechanical tilting*, perubahan pada *electrical tilt* hanya akan berdampak pada ukuran *main lobe* yang dipancarkan oleh antenna (Lingga Wardhana, 2014)

2.9 Software Radio Planning Atoll

Atoll merupakan sebuah *software radio planning* yang menyediakan satu set alat dan fitur yang komprehensif dan terpadu yang memungkinkan *user* untuk membuat suatu proyek perencanaan *microwave* ataupun perencanaan radio dalam satu aplikasi. Beberapa prediksi *study* dari cakupan area dapat dikonfigurasi sesuai kehendak perancang. *Study* yang disuguhkan diantaranya:

1. *Coverage by signal level* : Menghitung area yang tertutupi oleh level sinyal dari tiap sel.
2. *Coverage by C/(I+N) level (DL)* : Menghitung area yang tertutupi oleh *SINR downlink*. *SINR* adalah perbandingan antara kuat sinyal dengan kuat interferensi ditambah *noise* yang dipancarkan oleh *cell*.
3. *Coverage by C/(I+N) level (UL)* : Menghitung area yang tertutupi oleh *SINR uplink*.
4. *Coverage by throughput (DL)* : Menghitung area yang tertutupi oleh *throughput downlink*.
5. *Coverage by throughput (UL)* : Menghitung area yang tertutupi oleh *throughput uplink* (Lingga Wardhana. Dkk,2014).

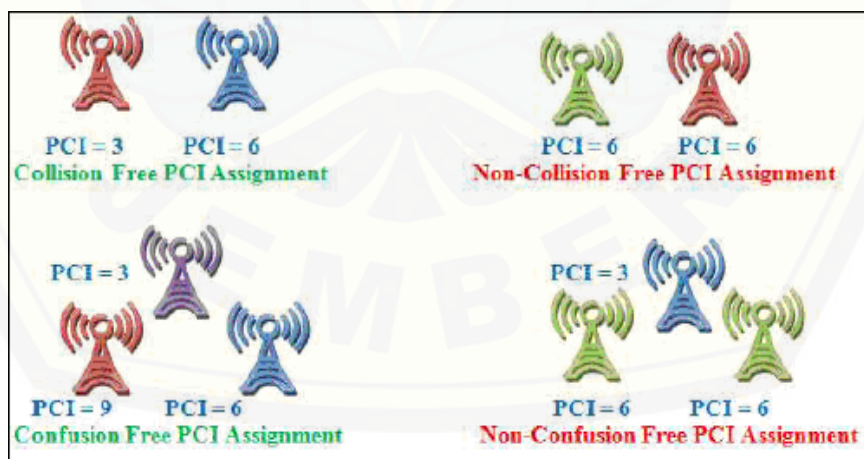
2.10 Physical Cell Identity

Untuk dapat mengakses jaringan diperlukan *Physical Cell Identity (PCI)* yang digunakan oleh UE untuk identifikasi *cell*, dengan sinkronisasi waktu dan frekuensi. Prinsip kerja dari PCI hampir sama dengan pengalokasian *scrambling code (SC)* yang digunakan untuk membedakan dan memberi identitas sel dalam sistem WCDMA. PCI memiliki 504 kode dengan pembagiannya terdapat 168 grup pada 3 identitas *cell*. Tiga identitas *cell* dalam 1 grup biasanya disebut *cell*

sektor yang dikontrol dalam eNodeB yang sama. Dengan pengalokasian PCI berkaitan erat dengan *Neighbour Cell Relation (NCR) list* yang dapat otomatis dapat diperbarui, salah satunya dengan melihat laporan pengukuran *handover* yang terjadi. PCI harus unik untuk mengidentifikasi *cell* tetangga dalam hal melayani trafik eNodeB. Jarak penggunaan kembali kode tersebut harus cukup besar, sehingga UE tidak dapat menghitung dan memberi laporan kepada 2 *cell* dengan PCI yang sama. Tujuannya untuk mengetahui sinyal referensi untuk *downlink* dan *uplink*.

Alokasi PCI dalam jaringan LTE harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

1. *Collision-free*, berarti kode PCI harus unik dalam suatu area dimana suatu sel dicakup. Kondisi ini terjadi jika terdapat dua sel tetangga yang tidak memiliki kode PCI yang sama.
2. *Confusion-free*, berarti sebuah sel tidak diperbolehkan memiliki sel tetangga dengan PCI sama yang berdekatan. Kondisi ini terjadi jika tidak ada satupun sel-sel yang memiliki 2 sel tetangga dengan PCI yang berdekatan. (Mehdi Amirijoo. dkk)



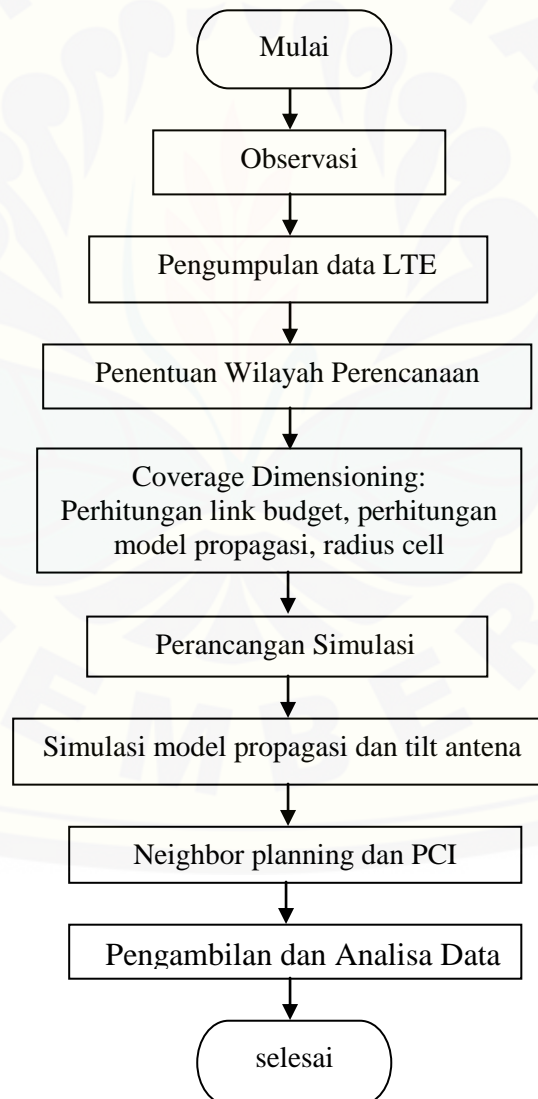
Gambar 2.4 *Collison and Confusion* Pada PCI (Sumber: Marhadi dkk, 2014)

BAB 3. METODE PENELITIAN

Pembahasan pada bab metode penelitian ini dijelaskan beberapa hal pokok yaitu obyek penelitian, tahap penelitian, tempat dan waktu penelitian, alat dan bahan, langkah-langkah dalam pengambilan data dan manajemen penelitian, pengolahan data serta *software* yang digunakan dalam penelitian.

3.1 Tahap Penelitian

Penyusunan laporan ini memiliki beberapa tahap untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan, adapun tahap pengambilan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Kerangka Penelitian

Langkah pertama pada penelitian ini yaitu melakukan observasi berupa objek yang akan diteliti. Setelah menemukan objek yang akan diteliti lalu mengumpulkan data-data yang berhubungan dengan objek tersebut yaitu tentang jaringan *Long Term Evolution* (LTE). Kemudian menentukan daerah yang akan direncanakan cakupan area LTE. Penentuan daerah tersebut hasil dari observasi yang dilakukan oleh peneliti dengan mengumpulkan data berupa luas wilayah. Pada penelitian ini akan dilakukan di wilayah Surabaya bagian urban. Setelah itu akan dilakukan perencanaan cakupan area *Long Term Evolution* (LTE) dengan perhitungan *link budget*, data untuk perhitungan *link budget* diperoleh dari *provider*. Model propagasi yang digunakan yaitu *Standard Propagation Model* dan Cost 231 Hatta untuk mencari radius *cell*. Setelah melakukan perencanaan menggunakan perhitungan kemudian melakukan perancangan pada simulasi *software* Atoll, lalu melakukan simulasi model propagasi yang berbeda untuk mengetahui masing-masing radius *cell* dan simulasi *tilt* antena untuk mengetahui jarak jangkauan antena dengan penambahan nilai *tilt* antena. Setelah itu melakukan *neighbor planning* dan mengalokasikan *Physical Cell Identity* (PCI) pada tiap *cell*. Langkah terakhir yaitu pengambilan dan analisis data dari hasil perhitungan dan simulasi.

3.2 Tempat Penelitian

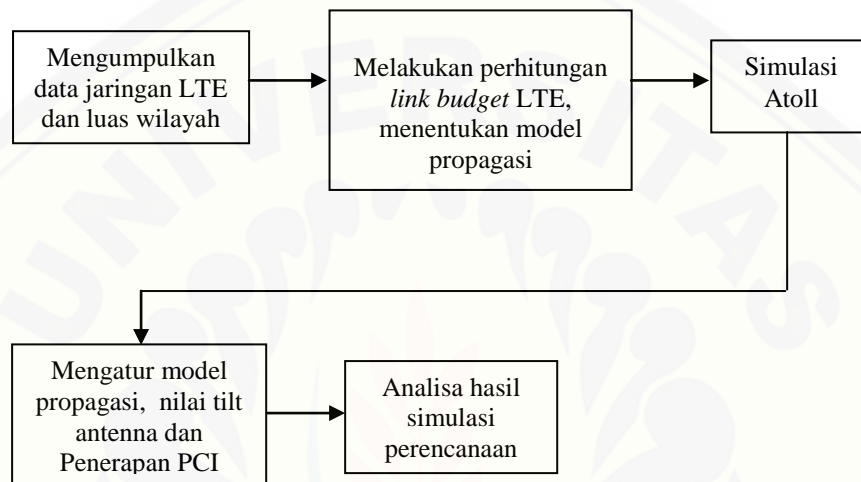
Pada penelitian "Analisis Perubahan Propagasi dan *Tilt* Antena Frekuensi 1800 MHz Terhadap Perencanaan Cakupan Area Sistem *Long Term Evolution* (LTE) Menggunakan *Physical Cell Identity* (PCI) ini akan dilakukan di wilayah Surabaya.

3.3 Alat dan Bahan

1. Laptop/ PC
2. Perangkat lunak Atoll

3.4 Perancangan Sistem

Dalam metodologi penelitian ini dijelaskan mengenai hal pokok yang akan dibahas dalam bentuk *flowchart* berupa langkah-langkah penelitian yaitu langkah perencanaan dan langkah simulasi. Selain itu, pertama-tama akan dijelaskan secara garis besar alur penelitian melalui diagram blok berikut.



Gambar 3.2 Digram Blok Sistem

Pada penelitian ini akan dilakukan perencanaan pengoptimalan cakupan area jaringan LTE (*Long Term Evolution*) di wilayah Surabaya. Berdasarkan blok sistem langkah-langkah yang dilakukan yaitu pertama mengumpulkan data jaringan LTE dari *provider* dan data luas wilayah yang akan dilakukan perencanaan. Dari data tersebut digunakan untuk melakukan perhitungan *link budget* dan model propagasi. Untuk model propagasi yang digunakan yaitu model Cost 231 Hata dan Standard Propagation Model, untuk mengetahui radius *cell* pada wilayah perencanaan. Alasan menggunakan Cost 231 Hata dan Standard Propagation Model dikarenakan pada penelitian ini menggunakan frekuensi 1800Mhz yang mana pada model propagasi Cost 231 Hata *range* frekuensi antara 1500-2000 Mhz dan pada Standard Propagation Model frekuensi diatas 1500 Mhz. Hasil dari perhitungan *link budget* berupa *Maximum Allowable Propagation Loss* (MAPL) untuk arah *uplink* dan *downlink*. Setelah itu akan dilakukan perancangan pada simulasi *software* Atoll. Kemudian setelah perancangan selesai yaitu

mengatur model propagasi dan *tilt* antena untuk mengetahui jarak jangkauan dari masing-masing model propagasi dan nilai derajat *tilt* antena 0° - 10° . Penelitian ini juga mengalokasikan PCI (*Physical Cell Identity*) untuk mengurangi interferensi antar *cell*. Hasil yang dicapai adalah besar cakupan area berdasarkan perubahan *tilt* antena yang telah diatur dan pengaruh penggunaan PCI (*Physical Cell Identity*) terhadap $C/(I+N)$, *throughput* dan *Block Error Rate* (BLER).

3.4.1 Skenario Perhitungan *Link Budget*

Untuk perhitungan *link budget* data yang digunakan diperoleh dari provider. Hasil dari perhitungan *link budget* berupa *Maximum Allowable Propagation Loss* (MAPL) untuk arah *uplink* dan *downlink*, lalu akan dicari selisih dari MAPL *uplink* dan MAPL *downlink*.. Berikut tabel *link budget* untuk arah *uplink* dan *downlink* :

Tabel 3.1 Parameter *Link Budget* Dari Arah *Uplink*

GENERAL	TANDA
<i>Bandwidth</i> (MHz)	A
<i>Resource Block</i>	$B=A*0.9/180$
<i>Allocated Resouurc Block</i>	C
USER EQUIPMENT (UE)	TANDA
<i>Max Total Tx Power</i> (dBm)	D
<i>Sub-Carrier Power</i> (dBm)	$E=D-10\log(12*C)$
<i>Tx Body Loss</i>	F
<i>EIRP Subcarrier</i>	$H=D-E-F$
eNode B	TANDA
SINR (dB)	I
<i>UE NoiseFigure</i> (dB)	J
<i>Thermal Noise</i> (dB)	$K=10\log(1.38*10^{-23} * 290 * 15000)$
<i>Receiver sensitivity</i> (dBm)	$L=I+J+K$
<i>Receiver Antenna Gain</i> (dBi)	M
<i>UE cable Loss</i> (dB)	N

Parameter *Link Budget* Dari Arah *Uplink* (lanjutan)

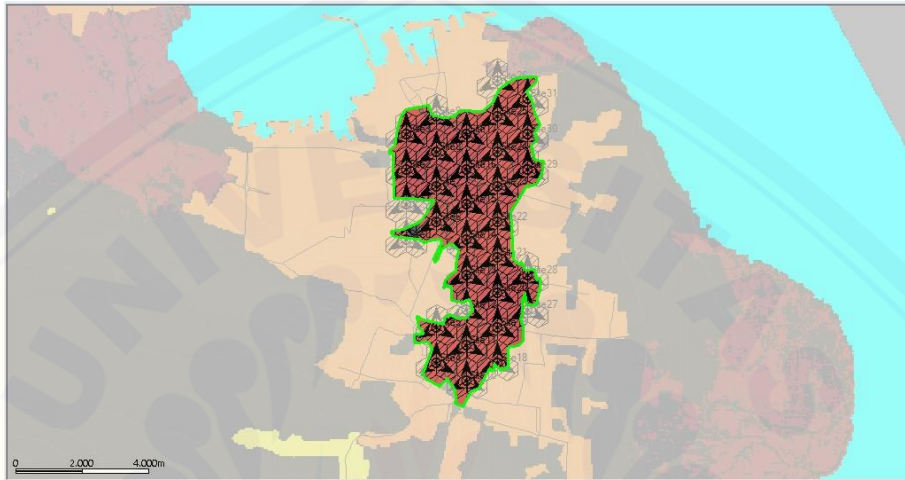
<i>Interference Margin</i> (dB)	O
MSRS (dBm)	$P = L + M + N + O$
<i>Penetration Loss</i> (dB)	Q
<i>Shadow Fading Margin</i> (dB)	R
<i>Path Loss</i> (dBm)	$S = H - P - Q - R$

Tabel 3.2 Parameter *Link Budget* Dari Arah *Downlink*

GENERAL	TANDA
<i>Bandwidth</i> (MHz)	A
<i>Resource Block</i>	$B = A * 0.9 / 180$
eNode B	TANDA
<i>Max Total Tx Power</i> (dBm)	C
<i>Sub-Carrier Power</i> (dBm)	$D = C - \log(12 * B)$
<i>Cable Loss</i>	E
<i>Antenna Gain</i> (dB)	F
<i>EIRP Subcarrier</i>	$G = D - E + F$
USER EQUIPMENT (UE)	TANDA
SINR	H
<i>UE NoiseFigure</i> (dB)	I
<i>Thermal Noise</i> (dB)	$J = 10 \log(1.38 * 10^{-23} * 290 * 15000)$
<i>Receiver sensitivity</i> (dBm)	$K = H + I + J$
<i>UE Body Loss</i> (Db)	L
<i>UE cable Loss</i> (dB)	M
<i>Interference Margin</i> (dB)	N
MSRS (dBm)	$O = K + L + M + N$
<i>Penetration Loss</i> (dB)	O
<i>Shadow Fading Margin</i> (dB)	P
<i>Path Loss</i> (dBm)	$Q = G - O - P - Q$

3.4.2 Skenario Perancangan Jaringan

Pada penelitian ini perancangan jaringan *Long Term Evolution* (LTE) terdiri dari 32 *site*. Perancangan dilakukan pada wilayah Urban di kota Surabaya. Gambar 3.2 merupakan perancangan yang akan dilakukan penelitian.



Gambar 3.3 Rancangan Jaringan LTE

3.4.3 Skenario Model Propagasi

Untuk model propagasi digunakan model *Standard Propagation Model* dan Cost 231 Hata untuk mengetahui radius sel pada wilayah. Alasan menggunakan Standard Propagation dan Model Cost 231 Hata dikarenakan pada penelitian ini menggunakan frekuensi 1800Mhz yang mana pada model propagasi Cost 231 Hata *range* frekuensi antara 1500-2000 Mhz dan pada Standard Propagation Model frekuensi diatas 1500 Mhz. Untuk persamaan model propagasi *Standard Propagation Model* dan Cost 231 Hata sebagai berikut:

a. Standard Propagation Model

$$L_u = K_1 + K_2 \log d + K_3 \log H_{T_{\text{eff}}} + K_4 + K_5 (\log d) (\log H_{T_{\text{eff}}}) + K_6 H_{R_{\text{eff}}} + K_{\text{Clutter}} \dots \dots \dots (3.1)$$

K merupakan konstanta yang digunakan pada standard propagation model dengan keterangan sebagai berikut:

K_1 = Frekuensi Konstan (dB)

K_2 = Jarak redaman konstan

K_3, K_4 = Jarak antara *transmitter* dan *receiver*

K_5, K_6 = koefisien koreksi dari tinggi *mobile station*

$K_{Clutter}$ = koefisien koreksi dari redaman *clutter*

$H_{T_{eff}}$ = tinggi efektif dari *transmitter* pada *base station*

$H_{R_{eff}}$ = *receiver* pada *mobile station*

b. Cost 231 Hatta

$$PL = 46,3 + 33,9(\log f_c) - 13,82 \log h_T - a(h_R) + (44,9 - 6,55 \log h_T) \log d + CM \dots \dots \dots (3.2)$$

Dimana:

f = *frequency trasmisi*

h_R = tinggi antena *receiver*

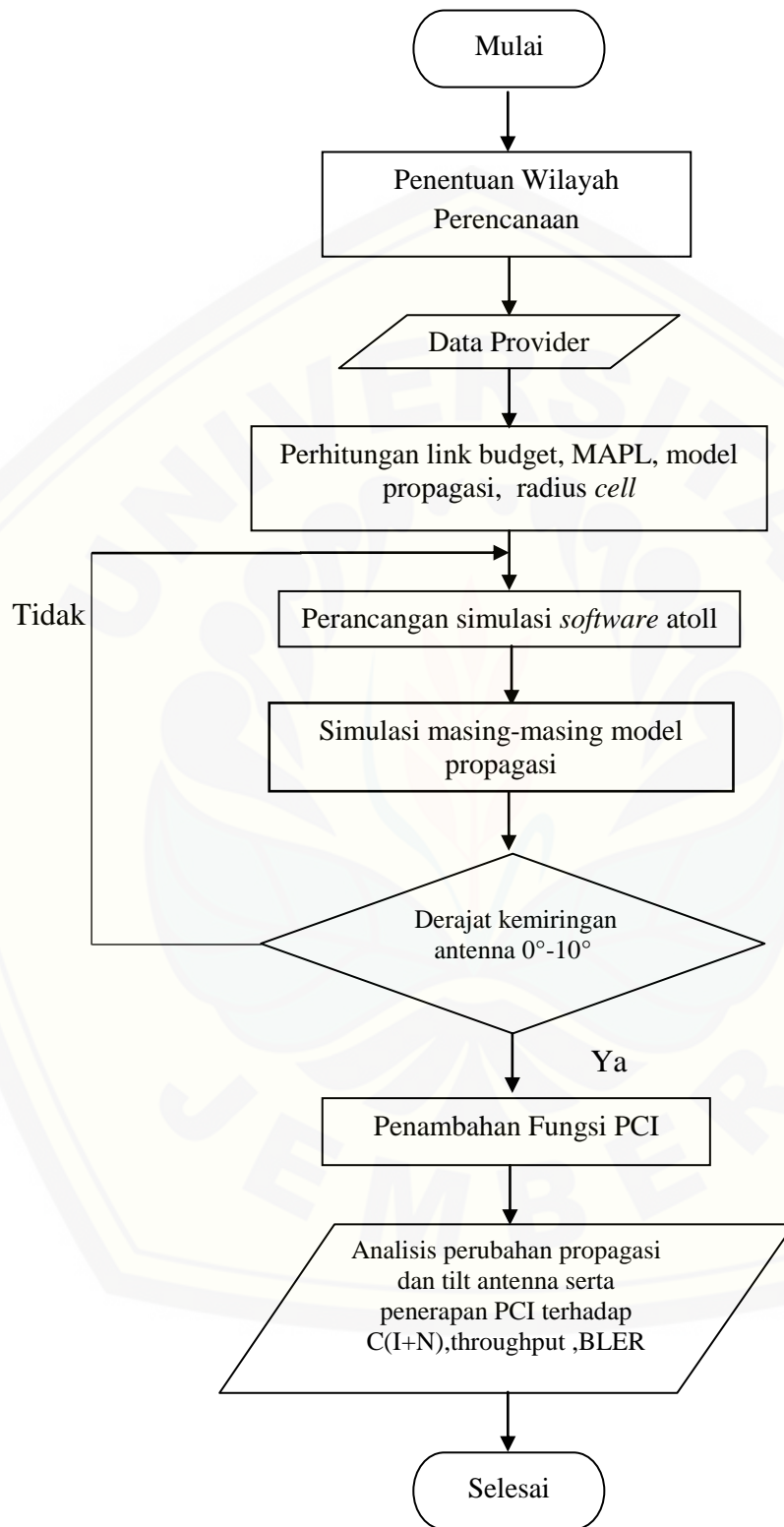
d = jarak (km)

h_T = tinggi antena *transmitter*

a = faktor koreksi tinggi antena

CM = urban = 3 dB , dense urban = 0 dB

3.5 Tahap Perencanaan Simulasi

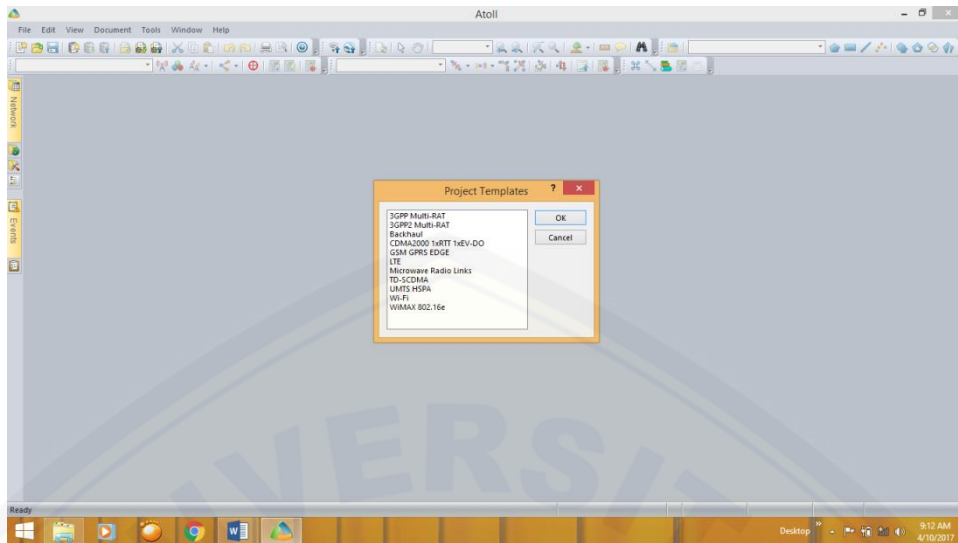


Gambar 3.4 *Flowchart* Perencanaan Simulasi

Berdasarkan diagram alir pada gambar 3.4 tahapan pertama yang dilakukan yaitu menentukan wilayah perencanaan terlebih dahulu, yang mana pada penelitian ini dilakukan pada wilayah Surabaya bagian morfologi urban. Kemudian mengumpulkan data dari provider. Data tersebut diolah untuk dilakukan perhitungan *link budget* digunakan untuk mengidentifikasi maksimum pathloss atau MAPL (*Maximum Allowable Path Loss*) dari *uplink* dan *downlink*. Setelah mendapatkan nilai *path loss uplink* dan *downlink*, kemudian mencari nilai radius *cell* secara perhitungan menggunakan model propagasi Cost 231 Hata dan *Standard Propagation Model*. Setelah mendapatkan nilai radius *cell*, kemudian proses selanjutnya adalah merancang menggunakan simulasi *software* Atoll. Setelah rancangan selesai kemudian mensimulasikan masing-masing model propagasi untuk mengetahui nilai radius *cell* secara simulasi. Lalu mengatur nilai *tilt* antena dengan sudut yang berbeda mulai dari 0° - 10° untuk mendapatkan jarak jangkauan antena yang sesuai dan dapat mencakupi wilayah yang direncanakan. Jika iya maka proses akan dilanjutkan dengan menambahkan fungsi dari *Physical Cell Identity* (PCI), namun apabila tidak akan kembali ke proses perancangan simulasi *software* Atoll. fungsi dari *Physical Cell Identity* (PCI) untuk mengetahui pengaruhnya terhadap nilai *Carrier to Interference Noise, throughput* dan *Block Error Rate* (BLER) sebelum dan sesudah dilakukan PCI.

3.5.1 Skenario Simulasi Menggunakan *Software* Atoll

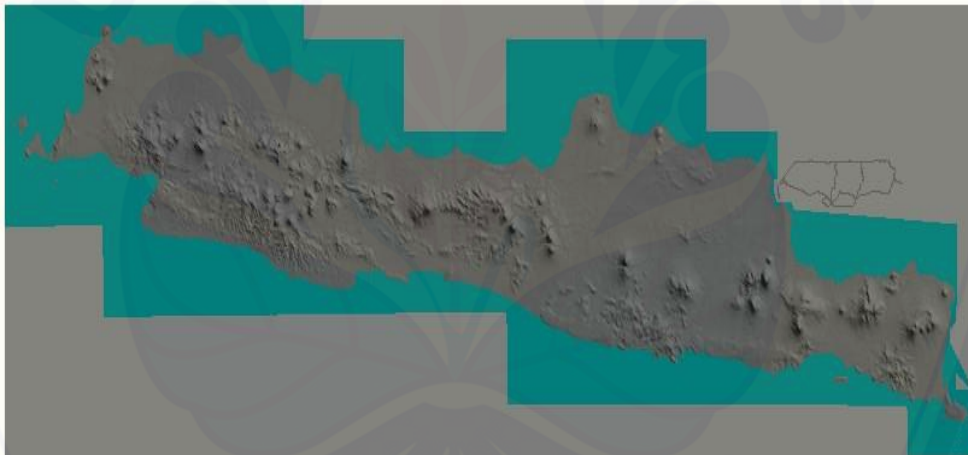
Pada penelitian ini menggunakan simulasi *software* Atoll. *Software* Atoll itu sendiri adalah *software* yang digunakan untuk perencanaan radio *network* dan optimasi jaringan, yang mendukung perencanaan jaringan seluler teknologi 3GPP Multi-RAT, GSM, GPRS, EDGE, UMTS/HSPA, CDMA 2000 1XRTT/EV-DO, LTE, WiMAX dan untuk perencanaan *Microwave Links*. *Window* utama Atoll terdiri dari *explorer window*, *Map window* dan *event viewer*. Menu utama untuk *software* Atoll sebagai berikut:



Gambar 3.5 Menu Utama *Software Atoll*

Pada gambar 3.5 menu utama *software Atoll* untuk membuat proyek simulasi yaitu memilih teknologi LTE, lalu mengimport peta perencanaan, mengatur *clutter classes* untuk menggolongkan macam-macam morfologi setelah itu memasukkan parameter-parameter *site*, untuk *site* yang sudah ada langsung *copy* dan *paste* parameter-parameter *sitenya*. Kemudian mengimport antenna ENode B dan terminal, lalu mengatur parameter *network* pada *frequency band*. Setelah itu mengatur pada tabel *transmitter*, lalu dilanjutkan mengatur parameter dari perangkat eNode B yaitu mengatur *feeder*, mengatur perangkat eNode B, mengatur perangkat pengguna. Kemudian mengatur parameter dari model propagasi. Pada penelitian ini model propagasi yang digunakan yaitu *Standard Propagation Model* dan *Cost 231 Hata* untuk mengetahui radius *cell* yang diperoleh dari kedua model propagasi tersebut. Selain itu pada perencanaan ini juga mengatur nilai *tilt* antenna antara 0° sampai 10° . *Tilting* antenna adalah pengaturan kemiringan antenna yang berfungsi untuk menentukan area yang akan menerima cakupan sinyal dan untuk menentukan cakupan area yang akan dilayani oleh BTS. *Tilting* antenna bertujuan untuk menambah jangkauan yang dapat dijangkau oleh antenna. *Tilting* terbagi menjadi dua yaitu *mechanical tilting* dan *electrical tilting*. Setelah melakukan *tilting* selanjutnya pada perencanaan akan dilakukan penerapan *Physical Cell Identity (PCI)* pada *software Atoll* untuk mengurangi interferensi antar *cell ID*. Pada *software Atoll* penerapan PCI

dilakukan dengan memberikan nomor identitas berbeda pada setiap *cell* dengan melakukan *neighbor planning* terlebih dahulu. Setelah dilakukan penambahan fungsi PCI lalu akan dilakukan *prediction* pada *Coverage by C/(I+N)*, *coverage by throughput* dan *coverage by Block Error Rate*. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan fungsi *Physical Cell Identity* (PCI) terhadap *C/(I+N)*, *throughput* dan *Block Error Rate* (BLER). PCI terdiri dari 504 kode. Hasil yang dicapai pada perencanaan ini adalah pengaruh perubahan propagasi dan *tilt* antena yang telah diatur terhadap perencanaan cakupan area *Long Term Evolution* (LTE) dan pengaruh penggunaan PCI (*Physical Cell Identity*) terhadap *C/(I+N)*, *throughput* dan *Block Error Rate* (BLER). Untuk peta Jawa dalam perencanaan seperti pada gambar 3.4 sebagai berikut.



Gambar 3.6 Peta Jawa Dalam Perencanaan

Peta Jawa dalam perencanaan pada gambar 3.4 mempunyai penjelasan untuk masing-masing warna. Pada warna abu-abu bagian luar yang artinya daerah bagian *clutter classes* atau untuk daerah bagian tipe daratan. Pada warna biru menunjukkan bagian untuk daerah *clutter height* atau ketinggian pada peta diatas air laut. Sedangkan untuk warna abu-abu pada bagian dalam menunjukkan pada bagian *clutter vector* atau pada bagian peta *vector*.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Model propagasi *Standard Propagation Model* menghasilkan radius *cell* yang lebih jauh daripada model propagasi Cost 231 Hatta baik secara perhitungan maupun secara simulasi dan perubahan sudut kemiringan antena berpengaruh terhadap jarak jangkauan yang dihasilkan, semakin besar sudut kemiringan antena maka jarak jangkauan yang dihasilkan semakin kecil. Dengan perubahan sudut 10° jarak jangkauan pada *Standard Propagation Model* dan Cost 231 Hatta berkurang sebesar 2,026 km dan 1,335 km.

2. Penggunaan *Physical Cell Identity* (PCI) dapat meningkatkan nilai rata-rata *Carrier to Interference Noise*, sebelum menggunakan PCI nilai rata-rata $C/(I+N)$ sebesar 2,12 dB dan setelah menggunakan PCI nilai rata-rata sebesar 9,09 dB, yang artinya nilai *Carrier Interference Noise* menjadi normal sesuai tabel 4.4. Dari segi *throughput* juga mengalami peningkatan sebelum menggunakan PCI sebesar 7.705,18 kbps, sedangkan setelah menggunakan PCI sebesar 22.278,15 kbps dan pada BLER penggunaan PCI dapat meningkatkan area cakupan dari sebelum PCI sebesar 68,5 km² dan setelah PCI sebesar 133,7 km², selain itu nilai BLER semakin kecil dengan penggunaan PCI menjadi 0,02 dan sebelum PCI sebesar 0,04, dengan semakin kecil nilai rata-rata BLER maka transmisi data semakin bagus.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan frekuensi berbeda dan model propagasi lain, seperti Okumura Hatta, serta melakukan penelitian pada perencanaan kapasitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Amirijoo, Mehdi dkk. 2013. *Neighbor Cell Relation List and Physical Cell Identity Self-Organization in LTE*. Ericsson Research, Sweeden.
- Febrianto, Riano., Uke Kurniawan Usman, & Rendi Munadi. 2015. *Perencanaan Coverage dan Capacity Jaringan Long Term Evolution (LTE) Frekuensi 700 Mhz Pada Tol Cipularang (Cikampek-Purwakarta Padalarang) Menggunakan Metode Physical Cell Identity*. Bandung: Universitas Telkom.
- Marhadi, A., Uke Kurniawan Usman. 2014. *Perencanaan Jaringan Long Term Evolution (LTE) Frekuensi 1800 MHz Di Jembatan Suramadu Dengan Physical Cell Identity (PCI)*. Bandung: Universitas Telkom.
- Nkordeh, N.S., dkk. 2014. *LTE Network Planning Using the Hatta-Okumura and the Cost -231 Hatta Pathloss Models*. London: World Congress on Engineering.
- Putra, Firman Juniardi. 2014. *Analisis Kualitas Propagasi Teknologi 4G- Long Term Evolution Sebagai Parameter Penting Untuk Perencanaan Jaringan Di Daerah Terrestrial*. Jember: Universitas Jember.
- Rani, M.S., dkk. 2012. *Comparison of Standard Propagation Model (SPM) and Stanford University Interim (SUI) Radio Propagation Models For Long Term Evolution (LTE)*. India: Department of ECE, Chaitanya Engineering College Visakhapatnam.
- Septian, Y., Imam Santoso, Ajub Julian. 2015. *Perencanaan Jaringan Long Term Evolution (LTE) Time Division Duplex (TDD) 2300 MHz Di Semarang Tahun 2015-2020*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Usman, Uke Kurniawan., dkk. 2012. *Fundamental Teknologi Seluler LTE*. Bandung: Rekayasa Sains.
- Wardhana, Lingga., dkk. 2014. *4G Handbook Edisi Bahasa Indonesia*. Jakarta Selatan: www.nulisbuku.com.

LAMPIRAN

