

SKRIPSI

**PERENCANAAN CAPACITY DAN COVERAGE LTE-ADVANCED DI
MALL NIPAH MAKASSAR**



Disusun dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan Untuk Menyelesaikan

Program Strata Satu Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin

Makassar

DISUSUN OLEH:

FADEL MUHAMMAD RAJIB

D411 15 520

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN CAPACITY DAN COVERAGE LTE-ADVANCED
DI MALL NIPAH MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh :

FADEL MUHAMMAD RAJIB

D411 15 520

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian Program Studi Program Studi Teknik Elektro Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 28 Juni 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Makassar, 18 Juli 2022

Disahkan Oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir. Samuel Panggalo, MT,
19620304 198811 1 001



Dr. Eng. Wardi, ST., M.Eng.
19720828 199903 1 003

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T.
NIP. 19691026 199412 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fadel Muhammad Rajib

NIM : D4115520

Program Studi : Teknik Elektro

Jenjang : SI

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

PERENCANAAN CAPACITY DAN COVERAGE LTE-ADVANCED DI MALL NIPAH MAKASSAR

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa Sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 28 Juni 2022



Fadel Muhammad Rajib

ABSTRAK

PERENCANAAN CAPACITY DAN COVERAGE LTE-ADVANCE DI MALL NIPAH MAKASSAR

Abstrak. Penetrasi pengguna internet di Indonesia berkembang pesat sehingga untuk memenuhi kebutuhan akses data yang semakin meningkat, perlu ditingkatkan kualitas layanannya agar mendapatkan kapasitas koneksi yang lebih besar dan akses data berkecepatan tinggi. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian tentang perencanaan jaringan LTE pada jam sibuk dengan jumlah pengguna internet yang banyak. Pada penelitian ini akan diimplementasikan perencanaan jaringan Long Term Evolution (LTE) frekuensi TDD 2300 MHz menuju teknologi 5G di gedung Nipah Mall Makassar dengan menggunakan data parameter dari situs operator eksisting Telkomsel[1]. Di gedung Nipah Mall Makassar dilakukan perhitungan capacity and coverage planning pada teknologi LTE untuk frekuensi TDD 2300 MHz. Perencanaan akan dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu analisis data, perencanaan jaringan berdasarkan kapasitas, perencanaan jaringan berdasarkan coverage dan simulasi hasil perencanaan menggunakan Radiowave Propagation Simulator 5.4. Nilai Network Throughput dalam perencanaan di Nipah Mall adalah Uplink 63,46 Mbps dan Downlink 190,40 Mbps. Di Mall Nipah Makassar, Jumlah sel yang di dapatkan setelah perhitungan didapatkan 10 sel. Pada perencanaan MAPL, jumlah MAPL untuk frekuensi 2300 adalah 104,94 dB dan downlink 89,4 dB, pada perencanaan coverage area radius, untuk frekuensi 2300 uplink 106,3 m dan downlink 17,78 m. Dari hasil perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa merancang Solusi Bangunan Dalam Ruang dengan frekuensi 2300 bisa mendapatkan hasil yang lebih baik dari hasil tapak eksisting.

Kata Kunci: LTE, TDD, *Planning Capacity, Planning Coverage, MAPL, Network Throughput, Cell Throughput*

ABSTRACT

LTE-ADVANCE CAPACITY AND COVERAGE PLANNING AT MALL NIPAH MAKASSAR

Abstract. Internet user penetration in Indonesia is growing rapidly, so to meet the increasing need for data access, it is necessary to improve the quality of services in order to get a larger connection capacity and high-speed data access. Based on this, a research was conducted on LTE network planning during peak hours with a large number of internet users. In this study, a Long Term Evolution (LTE) network planning with a TDD frequency of 2300 MHz will be implemented towards 5G technology in the Nipah Mall Makassar building using parameter data from the existing operator Telkomsel site [1]. In the Nipah Mall Makassar building, capacity and coverage planning calculations were carried out on LTE technology for the TDD frequency of 2300 MHz. Planning will be carried out in several stages, namely data analysis, network planning based on capacity, network planning based on coverage and simulation of planning results using Radiowave Propagation Simulator 5.4. The Network Throughput value in planning at Nipah Mall is Uplink 63,46 Mbps and Downlink 190,40 Mbps. In Nipah Mall Makassar, the number of cells obtained after the calculation is 10 cells. In MAPL planning, the number of MAPL for frequency 2300 is 104.94 dB and downlink 89.4 dB, in planning coverage area radius, for frequency 2300, uplink is 106,33 m and downlink is 17,78 m. From the results of the above calculations, it can be concluded that designing Indoor Building Solutions with a frequency of 2300 can get better results than the results of the existing site.

Keywords: LTE, FDD, TDD, *Planning Capacity, Planning Coverage, MAPL, Network Throughput, Cell Throughput*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala karena atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan topik perencanaan jaringan ini. Meskipun demikian penulis menyadari bahwa selama pengerjaan skripsi ini terdapat beberapa hambatan dan kesulitan yang dihadapi, namun tiada daya dan upaya kecuali dengan pertolongan Allah Subhanahu Wa Ta'ala.

Walaupun demikian, dalam skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna yang disebabkan oleh keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, saran dan kritik yang bersifat membangun sangat dibutuhkan dari semua pihak yang mana dapat membuat skripsi ini lebih baik di waktu yang akan datang.

Skripsi yang berjudul “Perencanaan Capacity dan Coverage Indoor Building Solution LTE-ADVANCED (4.5G) di Mall Nipah Makassar Frekuensi 2300 MHz” ini disusun untuk memenuhi persyaratan kurikulum sarjana strata-1 (S-1) pada Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Gowa. Penulis menyadari bahwa selama penyusunan skripsi ini, penulis banyak dihadapkan dengan berbagai hambatan dan kesulitan, namun berkat adanya bimbingan, dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penulis juga mengucapkan penghargaan dan banyak terima kasih kepada :

1. Orang tua penulis yang tercinta, ayahanda Muhammad Rajib dan ibunda Rina H. Sulaeman, yang selama ini senantiasa memberikan doa, dukungan moril maupun materi, harapan, nasihat dan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan studi Strata-1.
2. Bapak Ir. Samuel Panggalo, M.T. selaku Pembimbing 1 dan Bapak Dr. Eng. Wardi, S.T., M.Eng. selaku Pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, saran, dukungan, dan motivasinya dalam penyusunan skripsi ini.

3. Ibu Andini Dani Achmad, S.T., M.T. selaku Penguji 1, dan Bapak Azran Budi Arief, S.T., M.T. selaku Penguji 2 yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyusunan skripsi ini agar menjadi lebih baik.
4. Ibu Dr. Eng . Ir. Dewiani, M.T. selaku Ketua Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.
5. Bapak Dr. Ir. Muhammad Arsyad, M.T. selaku dekan Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin atas peran serta dukungannya.
6. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin yang telah memberikan banyak bimbingan, wawasan, dan ilmu yang bermanfaat selama masa perkuliahan.
7. Seluruh staff akademik Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin yang telah berperan membantu proses administrasi dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Bapak Asri Dilyanzah, kanda Wawan Lallo, dan seluruh pihak *Network Service Area Telkomsel Makassar* yang telah memberikan bimbingan dan bantuan dalam pengambilan data sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
9. Seluruh teman-teman seperjuangan Thyristor 15 yang tercinta dan seluruh mahasiswa Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin atas dorongan semangat dan kebersamaan yang tidak terlupakan selama penulis berada di kampus.
10. Saudari Dara Hartini yang telah memberikan saran dan bantuan kepada penulis dalam pengerjaan skripsi.
11. Teman-teman KKN UNHAS Gelombang 101 Kelurahan Gantarang Keke Kecamatan Gantaranga Keke Kabupaten Bulukumba yaitu Saudara Arifathul Amri, Arung, Yusran Jaya Negara, Muthmainnah, Munirah dan Fatur Ferdian yang telah menemani penulis dalam proses pengabdian masyarakat.

Akhir kata, Penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada semua pihak dan apabila ada yang tidak disebutkan Penulis mohon maaf, dengan besar harapan semoga skripsi yang ditulis oleh Penulis ini dinilai ibadah disisi Allah Subhanahu Wa Ta'ala dan bermanfaat bagi siapa saja membutuhkannya, khususnya pada lingkungan Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanudin.

Bagi para pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini semoga segala amal dan kebbaikannya mendapatkan balasan yang berlimpah dari Allah Subhanahu Wa Ta'ala.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Makassar, 22 Oktober 2019

Penulis

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	1
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan masalah	2
I.3 Tujuan Penelitian	2
I.4 Batasan Masalah.....	3
I.5 Manfaat Penelitian	3
I.6. Metode Penelitian.....	4
BAB II.....	6
LANDASAN TEORI.....	6
II.1 Pengertian LTE dan Revolusi Jaringan Seluler.....	6
II.1.1 Perkembangan Jaringan Seluler	7
II.1.2 Arsitektur LTE.....	10
II.2 Akses Point Jaringan Seluler	13
II.2.1 PICOCELL	13
II.2.2 MACROCELL.....	14
II.2.3 MICROCELL	15
II.3 Teknologi Inti Pendukung LTE.....	16
II.3.1 FDD	16
II.3.2 TDD	17
II.3.3 OFDM.....	17
II.3.4 MIMO	18
II.4 Perencanaan Jaringan LTE	18

II.4.1 Capacity Planning LTE.....	18
II.4.1.1 Parameter <i>Service Model</i>	19
II.4.1.2 Single User Throughput	19
II.4.1.3 Network Throughput.....	19
II.4.1.5 Cell Throughput	20
II.4.1.6 Jumlah Sel	21
II.4.1.7 Jumlah <i>User Per Site</i>	21
II.4.1.8 Luas Cakupan dan Radius Sel-	22
II.4.2 Coverage Planning LTE.....	22
II.4.2.1 Radio Link Budget	22
II.4.2.2 COST 231 Multi-Wall Model	24
II.5 Major Parameter pada Drive Test 4G LTE.....	25
BAB III	26
METODOLOGI PENELITIAN.....	26
III.1 Alat dan Bahan Penelitian.....	26
III.2 Diagram Alir Perencanaan	26
III.2.1 Pengumpulan Data Dan Survei	29
III.2.2 Kondisi Tata Letak Bangunan Mall Nipah Makassar	29
III.2.3 Jaringan Site Existing Mall Nipah Makassar	31
III.2.4 Simulasi Perancangan Menggunakan Radiowave Propagation or (RPS) 5.4	Simulat 35
BAB IV	39
HASIL DAN ANALISIS PERANCANGAN JARINGAN.....	39
IV.1 Analisis Perencanaan Area Mall Nipah Makassar.....	39
IV.1.1 Analisis Capacity Planning	39
IV.1.1.1 Parameter <i>Service Model</i>	39
IV.1.1.2 Perhitungan Single User Throughput	39
IV.1.1.3 Perhitungan Network Throughput	40
IV.1.1.4 Perhitungan Cell Throughput	40
IV.1.1.5 Perhitungan Jumlah Sel	42
IV.2 Analisis Coverage Planning.....	42
IV.2.1 Radio Link Budget	42

IV.2.2 Perhitungan Model Propagasi LTE	43
IV.3 Hasil Simulasi Perencanaan	44
IV.3.1 Hasil Simulasi Network Existing Telkomsel LTE 1800.....	44
IV.3.1.1 Simulasi Lantai 1	44
IV.3.1.2 Simulasi Lantai 2	49
IV.3.1.3 Simulasi Lantai 3	54
IV.3.1.4 Simulasi Lantai 4	58
IV.3.2 Hasil Simulasi Perencanaan LTE 1800.....	62
IV.3.2.1 Simulasi Lantai 1	62
IV.3.2.2 Simulasi Lantai 2	67
IV.3.2.3 Simulasi Lantai 3	72
IV.3.2.4 Simulasi Lantai 4.....	76
IV.3.3 Hasil Simulasi Perencanaan LTE 2300.....	81
IV.3.3.1 Simulasi Lantai 1	81
IV.3.3.2 Simulasi Lantai 2	86
IV.3.3.3 Simulasi Lantai 3	90
IV.3.3.4 Simulasi Lantai 4.....	94
IV.3.4 Hasil Simulasi Perencanaan LTE 2300 (3 Cell)	98
IV.3.4.1 Simulasi Lantai 1	98
IV.3.4.2 Simulasi Lantai 2	103
IV.3.4.3 Simulasi Lantai 3	108
IV.3.4.4 Simulasi Lantai 4	113
BAB V.....	119
PENUTUP.....	119
V.1 Kesimpulan.....	119
V.2 Saran	120

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arsitektur LTE.....	10
Gambar 2. 2 Arsitektur Evolved Packet Core	12

Gambar 3. 1 Diagram Alir Perencanaan Jaringan LTE Mall Nipah Makassar berdasarkan Site Existing	12
Gambar 3. 2 Denah Lantai Mall Nipah	29
Gambar 3. 3 Denah Lantai 2 Mall Nipah	30
Gambar 3. 4 Denah Lantai 3 Mall Nipah	30
Gambar 3. 5 Denah Lantai 4 Mall Nipah Makassar	30
Gambar 3. 6 Hasil Drive Test Lantai 1 dan Lantai 2 untuk Parameter RSRP	32
Gambar 3. 7 Hasil Walktest Lantai 1 dan 2 untuk Parameter SINR	33
Gambar 3. 8 Hasil Walktest lantai 3 dan 4 untuk Parameter RSRP.....	34
Gambar 3. 9 Hasil Walktest lantai 3 dan 4 untuk Parameter RSRP.....	34
Gambar 3. 10 Tampilan Awal Propagation SIMulator 5.4 Beserta Menu Utama	35
Gambar 3. 11 Material yang akan digunakan pada penggambaran denah	36
Gambar 3. 12 Denah RPS Lantai 1.....	37
Gambar 3. 13 Denah RPS Lantai 2.....	37
Gambar 3. 14 Denah RPS Lantai 3.....	38
Gambar 3. 15 Denah RPS Lantai 4.....	38
Gambar 4. 1 Simulasi Networking Existing Serving Cell Lantai 1	45
Gambar 4. 2 Simulasi Network Existing RSRP Lantai 1	46
Gambar 4. 3 Histogram RSRP Existing Lantai 1	47
Gambar 4. 4 Simulasi Network Existing SINR Lantai 1.....	48
Gambar 4. 5 Histogram SINR Existing Lantai 1.....	48
Gambar 4. 6 Best Serving Cell Existing Lantai 2	50
Gambar 4. 7 Simulasi Networking Existing RSRP Existing Lantai 2.....	51

Gambar 4. 8 Histogram Existinh RSRP Lantai 2	51
Gambar 4. 9 Simulasi Networking Existing SINR Lantai 2.....	52
Gambar 4. 10 Historgram SINR Existing Lantai 2	53
Gambar 4. 11 Simulasi Networking Exisiting Serving Cell Lantai 3	54
Gambar 4. 12 Simulasi Networking Existing RSRP Lantai 3.....	55
Gambar 4. 13 Histogram Exisitng RSRP Lantai 3	55
Gambar 4. 14 Simulasi Networking Existing SINR Lantai 3.....	57
Gambar 4. 15 Histogram Existing SINR Lantai 3.....	57
Gambar 4. 16 Simulasi Networking Exisiting Best Serving Cell Lantai 4	58
Gambar 4. 17 Simulasi Networking Existing RSRP Lantai 4.....	59
Gambar 4. 18 Histogram Existing RSRP Lantai 4	60
Gambar 4. 19 Simulasi Networking Existing SINR Lantai 4.....	61
Gambar 4. 20 Histogram Exisiting SINR Lantai 4.....	61
Gambar 4. 21 Best Serving Cell LTE 1800 Lantai 1.....	63
Gambar 4. 22 Hasil Simulasi RSRP LTE 1800 Lantai 1.....	64
Gambar 4. 23 Histogram RSRP LTE 1800 Lantai 1	64
Gambar 4. 24 Hasil Simulasi SINR LTE 1800 Lantai 1	66
Gambar 4. 25 Histogram SINR LTE 1800 Lantai 1.....	66
Gambar 4. 26 Best Serving Cell LTE 1800 Lantai 2	68
Gambar 4. 27 Hasil Simulasi RSRP LTE 1800 Lantai 2.....	69
Gambar 4. 28 Histogram RSRP LTE 1800 Lantai 2	69
Gambar 4. 29 Hasil Simulasi SINR LTE 1800 Lantai 2	70
Gambar 4. 30 Histogram SINR LTE 1800 Lantai 2.....	71

Gambar 4. 31 Best Serving Cell LTE 1800 Lantai 3.....	72
Gambar 4. 32 Hasil Simulasi RSRP LTE 1800 Lantai 3.....	73
Gambar 4. 33 Histogram RSRP LTE 1800 Lantai 3	73
Gambar 4. 34 Hasil Simulasi SINR LTE 1800 Lantai 3	75
Gambar 4. 35 Histogram SINR LTE 1800 Lantai 3.....	75
Gambar 4. 36 Best Serving Cell LTE 1800 Lantai 4.....	77
Gambar 4. 37 Hasil Simulasi RSRP LTE 1800 Lantai 4.....	78
Gambar 4. 38 Histogram RSRP LTE 1800 Lantai 4	78
Gambar 4. 39 Hasil Simulasi SINR LTE 1800 Lantai 4	80
Gambar 4. 40 Histogram SINR LTE 1800 Lantai 4.....	80
Gambar 4. 41 Best Serving Cell LTE 2300 Lantai 1.....	82
Gambar 4. 42 Hasil Simulasi RSRP LTE 2300 Lantai 1.....	82
Gambar 4. 43 Histogram RSRP LTE 2300 Lantai 1	83
Gambar 4. 44 Hasil Simulasi SINR LTE 2300 Lantai 1	84
Gambar 4. 45 Histogram SINR LTE 2300 Lantai 1.....	85
Gambar 4. 46 Best Serving Cell LTE 2300 Lantai 2.....	86
Gambar 4. 47 Hasil Simulasi RSRP LTE 2300 Lantai 2.....	87
Gambar 4. 48 Histogram RSRP LTE 2300 Lantai 2	87
Gambar 4. 49 Hasil Simulasi SINR LTE 2300 Lantai 2	88
Gambar 4. 50 Histogram SINR LTE 2300 Lantai 2.....	89
Gambar 4. 51 Best Serving Cell LTE 2300 Lantai 3.....	90
Gambar 4. 52 Hasil Simulasi RSRP LTE 2300 Lantai 3.....	91
Gambar 4. 53 Histogram RSRP LTE 2300 Lantai 3	91

Gambar 4. 54 Hasil Simulasi SINR LTE 2300 Lantai 3	92
Gambar 4. 55 Histogram SINR LTE 2300 Lantai 3.....	93
Gambar 4. 56 Best Serving Cell LTE 2300 Lantai 4.....	94
Gambar 4. 57 Hasil Simulasi RSRP LTE 2300 Lantai 4.....	95
Gambar 4. 58 Histogram RSRP LTE 2300 Lantai 4.....	95
Gambar 4. 59 Hasil Simulasi SINR LTE 2300 Lantai 4	97
Gambar 4. 60 Histogram SINR LTE 2300 Lantai 4.....	97
Gambar 4. 61 Best Serving Cell LTE 2300 (3 Cell) Lantai 1	99
Gambar 4. 62 Hasil Simulasi RSRP LTE 2300 (3 Cell) Lantai 1	100
Gambar 4. 63 Histogram RSRP LTE 2300 (3 Cell) Lantai 1.....	100
Gambar 4. 64 Hasil Simulasi SINR LTE 2300 (3 Cell) Lantai 1	102
Gambar 4. 65 Histogram SINR LTE 2300 (3 Cell) Lantai 1	102
Gambar 4. 66 Best Serving Cell LTE 2300 (3 Cell) Lantai 2	104
Gambar 4. 67 Hasil Simulasi RSRP LTE 2300 (3 Cell) Lantai 2	105
Gambar 4. 68 Histogram RSRP LTE 2300 (3 Cell) Lantai 2.....	105
Gambar 4. 69 Hasil Simulasi SINR LTE 2300 (3 Cell) Lantai 2.....	107
Gambar 4. 70 Histogram SINR LTE 2300 (3 Cell) Lantai 2	107
Gambar 4. 71 Best Serving Cell LTE 2300 (3 Cell) Lantai 3	109
Gambar 4. 72 Hasil Simulasi RSRP LTE 2300 (3 Cell) Lantai 3	110
Gambar 4. 73 Histogram RSRP LTE 2300 (3 Cell) Lantai 3.....	111
Gambar 4. 74 Hasil Simulasi SINR LTE 2300 (3 Cell) Lantai 3.....	112
Gambar 4. 75 Histogram SINR LTE 2300 (3 Cell) Lantai 3	112
Gambar 4. 76 Best Serving Cell LTE 2300 (3 Cell) Lantai 4	114

Gambar 4. 77 Hasil Simulasi RSRP LTE 2300 (3 Cell) Lantai 4	115
Gambar 4. 78 Histogram RSRP LTE 2300 (3 Cell) Lantai 4.....	115
Gambar 4. 79 Hasil Simulasi SINR LTE 2300 (3 Cell) Lantai 4.....	117
Gambar 4. 80 Histogram SINR LTE 2300 (3 Cell) Lantai 4	117

DAFTAR TABEL

Table 2. 1 Resource Block.....	21
Table 3. 1 Alat dan Bahan Penelitian.....	26
Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan Uplink dan Downlink Per Layanan.....	39

Tabel 4. 2	Hasil Perhitungan Single User Throughput Uplin dan Downlink.....	40
Tabel 4. 3	Hasil Perhitungan Network Throughput Mall Nipah Makassar.....	40
Tabel 4. 4	Hasil Perhitungan Cell Throughput LTE 1800	41
Tabel 4. 5	Hasil Perhitungan Cell Throughput LTE 2300	41
Tabel 4. 6	Hasil Perhitungan Cell Throughput 4,5G.....	41
Tabel 4. 7	Hasil Perhitungan Jumlah Sel Berdasarkan Capacity	42
Tabel 4. 8	Perhitungan Radio Link Budget.....	42
Tabel 4. 9	Perhitungan Cost-231 Multiwall	43
Tabel 4. 10	Tabel Persentasi RSRP Existing Lantai 1	47
Tabel 4. 11	Persentasi SINR Existing Lantai 1	49
Tabel 4. 12	Presentasi RSRP Existing Lantai 2	52
Tabel 4. 13	Tabel Persentasi RSRP Existing Lantai 2	53
Tabel 4. 14	Tabel Persentasi RSRP Existing Lantai 3	56
Tabel 4. 15	Tabel Persentasi SINR Existing Lantai 3	57
Tabel 4. 16	Tabel Persentasi RSRP Existing Lantai 4	60
Tabel 4. 17	Tabel Persentasi SINR Existing Lantai 4.....	62
Tabel 4. 18	Tabel Persentasi RSRP LTE 1800 Lantai 1	65
Tabel 4. 19	Tabel Persentasi SINR LTE 1800 Lantai 1	67
Tabel 4. 20	Tabel Persentasi RSRP LTE 1800 Lantai 2	70
Tabel 4. 21	Tabel Persentasi SINR LTE 1800 Lantai 2	71
Tabel 4. 22	Tabel Persentasi RSRP LTE 1800 Lantai 3	74
Tabel 4. 23	Tabel Persentasi SINR LTE 1800 Lantai 3	76
Tabel 4. 24	Tabel Persentasi RSRP LTE 1800 Lantai 4	79

Tabel 4. 25 Tabel Persentasi SINR LTE 1800 Lantai 4.....	81
Tabel 4. 26 Tabel Persentasi RSRP LTE 2300 Lantai 1	83
Tabel 4. 27 Tabel Persentasi SINR LTE 2300 Lantai 1	85
Tabel 4. 28 Tabel Persentasi RSRP LTE 2300 Lantai 2	88
Tabel 4. 29 Tabel Persentasi SINR LTE 2300 Lantai 2	89
Tabel 4. 30 Tabel Persentasi RSRP LTE 2300 Lantai 3	92
Tabel 4. 31 Tabel Persentasi SINR LTE 2300 Lantai 3	93
Tabel 4. 32 Tabel Persentasi RSRP LTE 2300 Lantai 4	96
Tabel 4. 33 Tabel Persentasi SINR LTE 2300 Lantai 4.....	98
Tabel 4. 34 Tabel Persentasi RSRP LTE 2300 (3 Cell) Lantai 1	101
Tabel 4. 35 Tabel Persentasi SINR LTE 2300 (3 Cell) Lantai 1.....	103
Tabel 4. 36 Tabel Persentasi RSRP LTE 2300 (3 Cell) Lantai 2.....	106
Tabel 4. 37 Tabel Persentasi SINR LTE 2300 (3 Cell) Lantai 2.....	108
Tabel 4. 38 Tabel Persentasi RSRP LTE 2300 (3 Cell) Lantai 3	111
Tabel 4. 39 Tabel Persentasi SINR LTE 2300 (3 Cell) Lantai 3.....	113
Tabel 4. 40 Tabel Persentasi RSRP LTE 2300 (3 Cell) Lantai 4.....	116
Tabel 4. 41 Tabel Persentasi SINR LTE 2300 (3 Cell) Lantai 4.....	118

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Long Term Evolution (LTE) atau biasa disebut 4G telah menjadi salah satu pilihan untuk mengatasi kebutuhan manusia akan layanan paket data yang tinggi. LTE sendiri mampu memberikan kecepatan download sampai 300Mbps dan kecepatan upload sampai 75Mbps jauh diatas kecepatan layanan pada jaringan 2G (GPRS/EDGE) dan 3G (UMTS/HSPA), adapun perkembangan dari LTE itu sendiri telah mencapai evolusi yang biasa kita temui yaitu 4.5 G atau istilah umumnya LTE ADVANCE (LTE-A). Teknologi ini mampu mencapai data rate Downlink hingga 3 Gbps dan Uplink hingga 1,5 Gbps. Namun yang menjadi permasalahan utama sampai saat ini di kawasan gedung terutama di pusat perbelanjaan yang menjadi pengguna data tinggi masih belum semuanya tercover jaringan LTE-A atau 4G⁺

Mall Nipah Makassar adalah salah satu pusat perbelanjaan yang sangat padat khususnya di wilayah Makassar. Untuk daerah di kawasan Mall Nipah Makassar termasuk dari kawasan yang belum tercover oleh jaringan LTE-A. Pada Tugas Akhir ini, teknologi LTE-A menggunakan frekuensi 2300MHz Studi kasus operator Telkomsel. Teknologi ini sangat bermanfaat untuk percepatan jaringan dan kebutuhan data yang terus meningkat.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jumlah cell jaringan LTE-A yang optimal untuk mengcover kawasan Mall Nipah Makassar, sehingga semua user dapat mengakses data menggunakan *Coverage* dan *Capacity* yang optimal.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah perencanaan *Coverage dan Capacity*, dengan hasil penelitian ini diharapkan memberikan solusi optimal untuk operator dalam membangun atau merancang jaringan. Dari dasar pemikiran diatas maka penulis dalam penyusunan tugas akhir ini mengambil judul “PERENCANAAN COVERAGE INDOOR BUILDING SOLUTION LTE-ADVANCE (4.5G) DI MALL NIPAH MENGGUNAKAN FREKUENSI 2300 MHz”.

I.2 Rumusan masalah

1. Bagaimana melakukan perencanaan *Capacity dan Coverage* LTE berupa kapasitas jaringan dan cakupan *site* yang dibutuhkan di Mall Nipah Makassar?
 2. Bagaimana pengaruh perencanaan LTE-A di Mall Nipah Makassar dengan skenario *upgrade site existing*
 3. Berapakah jumlah *site* yang optimalnya berada di Mall Nipah Makassar?
 4. Bagaimana kinerja hasil perencanaan *Radio Wave Propagation Simulator*
- 5.4

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini ialah:

1. Melakukan perencanaan *capacity dan coverage* LTE berupa kapasitas jaringan dan jumlah *site* yang dibutuhkan di Mall Nipah Makassar.

2. Mengetahui pengaruh perencanaan LTE-A di Mall Nipah Makassar dengan skenario *upgrade* site existing
3. Menentukan jumlah *Cell* yang optimalnya berada di Mall Nipah Makassar
4. Bagaimana hasil simulasi perencanaan *Radio Wave Propagation Simulator*

5.4

1.4 Batasan Masalah

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, perencanaan yang akan dibuat dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

1. Perancangan jaringan LTE-A dilakukan di kawasan Mall Nipah Makassar
2. Menggunakan software Nemo dan G-net Track dalam walktest untuk mengetahui nilai RSRP, SINR dari parameter RF.
3. Simulasi skenario penambahan repeater dan perencanaan IBS (Indoor Building Solution) menggunakan software RPS 5.4 dengan target nilai parameter RSRP dan SINR.
4. Dengan menggunakan pemodelan propagasi COST 231 Multiwall.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat menjadikan masukan untuk operator TELKOMSEL dalam menambah jaringan 4G di Mall Nipah Makassar
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan tambahan informasi tentang perencanaan In Building Solution menggunakan teknologi 4G⁺

1.6. Metode Penelitian

Dalam penyusunan tugas akhir ini metode penelitian yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

1. Paradigma Penelitian

Penelitian ini secara umum merupakan jenis penelitian deskriptif dan komparatif. Penelitian deskriptif adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai dari variabel, baik satu variabel maupun lebih tanpa membuat perbandingan atau mencari. Penelitian deskriptif dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi jaringan *existing* di area perencanaan. Adapun penelitian komparatif adalah penelitian yang membandingkan keadaan satu variabel atau lebih pada dua atau lebih sampel berbeda. Adapun penerapan penelitian komparatif pada penelitian ini adalah mengetahui perbandingan antara perencanaan jaringan berdasarkan kapasitas dengan perencanaan jaringan berdasarkan cakupan.

2. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian lapangan (*field research*) di mana pengukuran dilakukan dengan mengikuti kondisi yang ada di lapangan sehingga mencerminkan kondisi nyata. Penelitian ini juga merupakan penelitian kepustakaan (*library research*) di mana penelitian dilakukan dengan melakukan penelaahan teori-teori serta rumus yang berkaitan dengan topik penelitian yang berasal dari sumber-sumber penelitian kepustakaan.

3. Sumber Data

Dalam pengumpulan data, jenis penelitian yang dilakukan merupakan penelitian kuantitatif secara umum. Penelitian kuantitatif adalah penelitian dengan sumber data berupa angka dengan analisis menggunakan statistik.

BAB II

LANDASAN TEORI

II.1 Pengertian LTE dan Revolusi Jaringan Seluler

Pengertian LTE (Long Term Evolution) 3GPP LTE (Long Term Evolution) adalah nama yang diberikan untuk standar teknologi komunikasi baru yang berkembang oleh 3GPP untuk mengatasi peningkatan permintaan kebutuhan akan layanan komunikasi. LTE juga merupakan lanjutan dari evolusi 2G dan 3G sistem dan juga untuk menyediakan layanan tingkat kualitas yang sama dengan jaringan wired. Kemampuan dan keunggulan dari LTE (Long Term Evolution) terhadap teknologi sebelumnya selain dari kecepatan dalam transfer data tetapi karena LTE (Long Term Evolution) dapat memberikan coverage dan kapasitas layanan yang lebih besar, mengurangi biaya dalam operasional, mendukung penggunaan multiple-antenna, fleksibel dalam penggunaan bandwidth operasi dan juga dapat terhubung atau terintegrasi dengan teknologi yang sudah ada.

Sistem 4G menyediakan solusi IP yang komprehensif di mana suara, data, dan arus multimedia dapat sampai kepada pengguna kapan saja dan di mana saja, pada rata-rata data lebih tinggi dari generasi sebelumnya. Bagaimanapun, terdapat beberapa pendapat yang ditujukan untuk 4G, yakni: 4G akan merupakan sistem berbasis IP terintegrasi penuh. Ini akan dicapai setelah teknologi kabel dan nirkabel dapat dikonversikan dan mampu menghasilkan kecepatan 100Mb/detik dan 1Gb/detik baik dalam maupun luar ruang dengan kualitas premium dan keamanan tinggi. 4G akan menawarkan segala jenis layanan dengan harga yang terjangkau. Setiap handset 4G akan langsung mempunyai nomor IP v6 dilengkapi

dengan kemampuan untuk berinteraksi internet telephony yang berbasis Session Initiation Protocol (SIP). Semua jenis radio transmisi seperti GSM, TDMA, EDGE, CDMA 2G, 2.5G akan dapat digunakan, dan dapat berintegrasi dengan mudah dengan radio yang dioperasikan tanpa lisensi seperti IEEE 802.11 di frekuensi 2.4 GHz & 5-5.8Ghz, bluetooth, dan seluler. Integrasi voice dan data dalam channel yang sama. Integrasi voice dan data aplikasi *SIP-enabled*.

II.1.1 Perkembangan Jaringan Seluler

1. GPRS (Global Package Radio Service)

GPRS (Global Package Radio Service) merupakan jenis jaringan selular generasi kedua yang lahir pada tahun 1997 silam. GPRS sekaligus menjadi jaringan pertama yang dapat menghubungkan pengguna ke internet. Namun kecepatan dari sinyal GPRS ini terbilang sangat lambat, yakni hanya berkecepatan 115 kbps saja per detik. Dan kecepatan itu juga tergantung pada faktor-faktor lain seperti konfigurasi dan alokasi time slot pada level BTS, perangkat lunak yang didukung, dan fitur-fitur lainnya. Jaringan ini sendiri diperkenalkan pertama kali di Indonesia pada tahun 2000an

2. EDGE (Enhance Data rates for Global Evolution)

EDGE (Enhance Data rates for Global Evolution) atau juga dikenal dengan 2.75G merupakan perkembangan jaringan selanjutnya. EDGE sendiri adalah teknologi hasil perkembangan dari GSM dan juga GPRS. Jaringan ini memiliki kecepatan 384 kbps per detik, atau setidaknya lebih cepat tiga kali dari koneksi GPRS. Pada tahap ini, internet sudah bermula banyak diakses oleh para pengguna

selular. EDGE pertama kali diperkenalkan pada tahun 2003 oleh perusahaan AT & T di Amerika Serikat.

3. 3G (Third-Generation Technology)

Faktor penyebab perkembangan dunia digital yang semakin pesat terjadipada tahap ini. Jaringan 3G merupakan perkembangan dari EDGE dengan nama UMTS (Universal Mobile Telecommunication Service). Jaringan ini menyediakan berbagai fasilitas yang diantaranya adalah MMS, e-mail, dan juga browsing. Dan serta memiliki fasilitas berupa video calling dan video conference. Untuk segi kecepatannya, 3G boleh dikatakan sebagai tahap pertama revolusi jaringan yang cukup menjanjikan, karena sudah memiliki kecepatan akses sekitar 480 kbps. Pengembangan komersial 3G ini dimulai pada tahun 2001 di Jepang oleh NTTDoCoMo, lalu diikuti oleh Korea Selatan pada tahun berikutnya.

4. HSDPA (High-Speed Downlink Packet Access)

HSDPA merupakan jaringan hasil perkembangan dari 3G yang mana sudah memiliki kecepatan hingga 9 kali lebih cepat dari sinyal 3G itu sendiri, atau setara dengan 3.6 Mbps per detik. Kecepatan tersebut otomatis akan membuat semua orang lebih mudah dalam mengakses internet, terlebih dari hal kecepatan utamanya. Untuk segi fasilitasnya sendiri, jaringan ini sudah menyediakan cukup banyak hal yang dapat pengguna akses, misalnya seperti video call, mobile TV, mobile video, dan lain sebagainya. Gambar yang diciptakan oleh jaringan HSDPA serta dinilai lebih jernih dibandingkan dari gambar yang dihasilkan oleh jaringan 3G.

5. EVDO (Evolution Data Optimized)

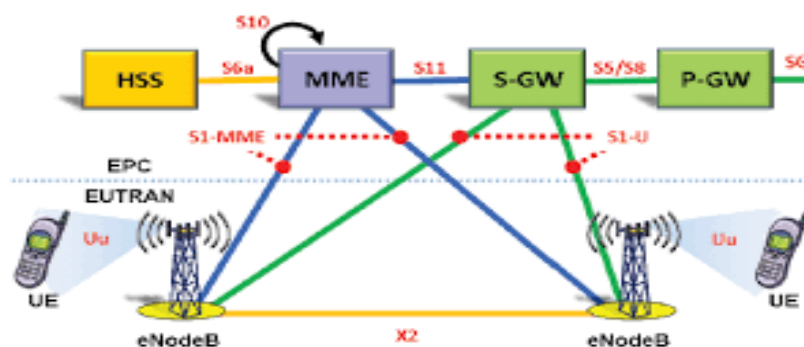
EVDO merupakan jaringan standart untuk transmisi data secara nirkabel yang juga menjadi salah satu cabang dari generasi 3G. Jaringan ini sendiri banyak didapati dan lebih banyak digunakan untuk sim-card berbasis CDMA. Kecepatan sinyal EVDO jenis Rev.B digadang-gadang dapat mencapai kecepatan hingga 14.7 Mbps. Kecepatan itu otomatis mendukung fasilitas video call, mobile TV, mobile video, streaming video, dan lain sebagainya. Salah satu operator CDMA di Indonesia adalah Smartfren, dan anda dapat menemui jenis jaringan ini pada operator tersebut.

6. 4G (fourth Generation Technology)

Jaringan 4G atau yang sering disebut dengan LTE Advanced merupakan perkembangan jaringan paling terbaru. Kecepatan jaringan ini bahkan disebut-sebut bisa mencapai 500 kali lebih cepat dibandingkan CDMA2000. Jika dikalkulasikan, kecepatan sinyal ini bisa menghasilkan hingga 100 Mbps per detik. Tidak heran kecepatan tersebut membuat teknologi informasi dan internet berkembang hingga sekarang ini, sekaligus komunikasi jarak jauh menjadi sangat mudah. Terlepas dari itu, lalu bagaimana jika jaringan selanjutnya dikembangkan ? Karena baru-baru ini diisukan para ahli akan menciptakan jaringan terbaru dengan fasilitas dan kecepatan lebih tinggi, yaitu 5G.

II.1.2 Arsitektur LTE

Arsitektur LTE terdiri atas dua bagian utama yakni LTE itu sendiri yang dikenal juga sebagai the evolved UMTS terrestrial radio access network (E-UTRAN) dan System Architecture Evolution (SAE) yang merupakan jantung dari system LTE yang dikenal juga sebagai Evolved Packet Core (EPC). LTE diperkenalkan dalam satu rangkaian dengan System Architecture Evolution (SAE) sebagai inti jaringan generasi keempat menurut standar 3GPP. LTE dikenal juga sebagai the evolved UMTS terrestrial radio access network (E-UTRAN) sementara SAE juga memiliki nama lain sebagai Evolved Packet Core (EPC). Perbedaan EPC dengan sentral penyambungan generasi sebelumnya adalah bahwa EPC murni bekerja berdasarkan prinsip Packet Switch (PS), tidak ada lagi penyambungan Circuit Switch (CS).



Gambar 2.1 Arsitektur LTE

a. E-UTRAN

Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) adalah sistem arsitektur LTE yang memiliki fungsi menangani sisi radio akses ke U E jaringan *core*. Berbeda seperti teknologi sebelumnya yang

memisahkan NodeB dan RNC menjadi elemen tersendiri, pada sistem LTE E-UTRAN hanya terdapat satu komponen yakni *Evolved Node B* (eNodeB) yang telah menggabungkan fungsi keduanya [8].

b. *eNodeB*

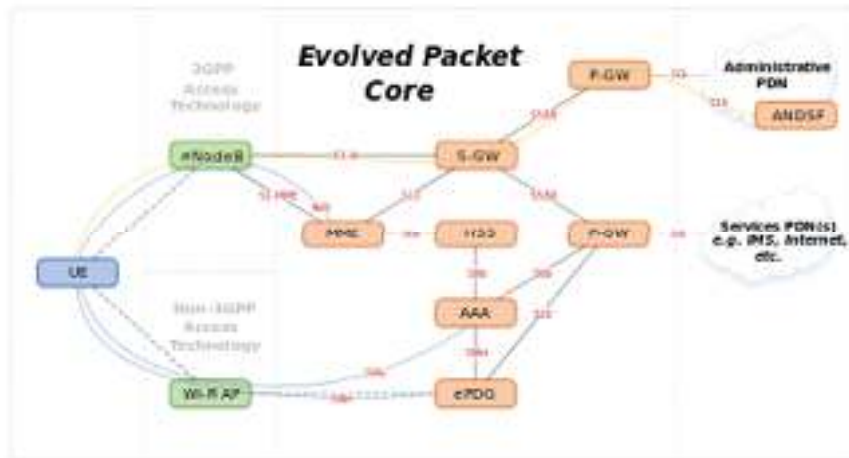
Evolved NodeB (eNodeB) adalah antar muka jaringan LTE dengan pengguna. Pada jaringan GSM dikenal sebagai BTS dan pada jaringan UMTS dikenal sebagai NodeB. Perbedaan eNodeB dengan BTS maupun NodeB adalah kemampuannya untuk melakukan fungsi kontrol sambungan dan *handover*. Dengan demikian tidak ada lagi pengatur tambahan seperti BSC atau RNC pada sistem LTE [8].

c. *EPC*

Evolved Packet Core (EPC) adalah sebuah sistem yang baru dalam evolusi arsitektur komunikasi seluler, sebuah sistem di mana pada bagian *core network* menggunakan *All-IP*.

Arsitektur *Evolved Packet Core* (EPC) terdiri dari beberapa bagian, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2.

Evolved Packet Core pada LTE adalah arsitektur jaringan yang telah disederhanakan, dirancang untuk terintegrasi dengan komunikasi berbasis jaringan IP. Perbedaan EPC dengan sentral penyambungan generasi sebelumnya adalah bahwa EPC murni bekerja berdasarkan prinsip *Packet Switch* (PS), tidak ada lagi penyambungan *Circuit Switch* (CS) [8].



Gambar 2. 2 Arsitektur Evolved Packet Core

d. *Serving Gateway (S-GW)*

Serving Gateway (S-GW) terdiri dari dua bagian, yaitu [8]:

1. S-GW

S-GW (*Serving Gateway*) bertugas mengatur jalan dan meneruskan data yang berupa paket dari setiap UE, S-GW bersama dengan SGSN juga berfungsi sebagai penghubung antara LTE dengan teknologi 3GPP lainnya seperti *GSM/EDGE Radio Access Network (GERAN)* dan *UMTS Terrestrial Radio Access Network (UTRAN)*.

2. PDN-GW

PDN-GW (*Packet Data Network Gateway*) bertugas mengatur hubungan jaringan data antara UE dengan jaringan paket data lain di luar 3GPP seperti WLAN, Wimax, CDMA 2000 1x, dan EVDO [8].

e. *Mobility Management Entity (MME)*

Mobility Management Entity (MME) merupakan pengatur utama setiap bagian dari LTE/SAE. Pada saat UE tidak aktif, MME bertugas untuk senantiasa melacak keberadaan pelanggan dengan melakukan *tracking* dan *paging*. Saat UE aktif, MME bertugas untuk memilihkan S-GW yang tepat selama berlangsungnya komunikasi [8].

f. *Policy and Charging Rules Function (PCRF)*

Policy and Charging Rules Function (PCRF), berfungsi menentukan *Quality of Service (QoS)* dan *charging* untuk masing-masing UE [8].

g. *Home Subscription Service (HSS)*

Home Subscription Service (HSS) berupa sistem database yang bertugas untuk membantu MME dalam melakukan manajemen pelanggan dan pengamanan. Penerimaan atau penolakan UE bergantung pada database HSS

II.2 Akses Point Jaringan Seluler

Access Point Name (APN) adalah sebuah gerbang gateway antara sebuah koneksi internet diantaranya GSM, GPRS, jaringan seluler 3G atau 4G dan jaringan komputer lain, . Perangkat seluler yang membuat koneksi data harus dikonfigurasi dengan APN untuk disampaikan kepada operator

II.2.1 PICOCELL

Picocell adalah stasiun pangkalan seluler kecil yang biasanya mencakup area kecil, seperti dalam gedung (kantor, pusat perbelanjaan, stasiun kereta api, bursa saham, dll.), Atau yang lebih baru di dalam pesawat. Dalam jaringan seluler,

piksel biasanya digunakan untuk memperluas jangkauan ke area dalam ruangan di mana sinyal luar tidak mencapai dengan baik, atau untuk menambah kapasitas jaringan di area dengan penggunaan telepon yang sangat padat, seperti stasiun kereta api atau stadion. Picocell menyediakan cakupan dan kapasitas di area yang sulit atau mahal untuk dijangkau menggunakan pendekatan macrocell yang lebih tradisional

Dalam jaringan nirkabel seluler, seperti GSM , stasiun basis picocell biasanya berbiaya rendah, kecil (biasanya seukuran rim kertas A4), unit yang cukup sederhana yang menghubungkan ke pengendali stasiun basis (BSC). Beberapa 'kepala' picocell terhubung ke masing-masing BSC: BSC melakukan manajemen sumber daya radio dan fungsi serah terima, dan mengagregasikan data yang akan diteruskan ke mobile switching center (MSC) atau gateway GPRS support node (GGSN).

II.2.2 MACROCELL

Macrocell atau macrosite adalah sel dalam jaringan ponsel yang menyediakan jangkauan radio yang dilayani oleh situs sel daya tinggi (menara, antena atau tiang). Secara umum, sel - sel makro menyediakan cakupan lebih besar dari sel mikro . Antena untuk sel-sel makro dipasang pada tiang-tiang berbasis darat, atap rumah dan struktur lain yang ada, pada ketinggian yang memberikan pandangan yang jelas atas bangunan dan medan di sekitarnya. BTS Macrocell memiliki output daya biasanya puluhan watt. Kinerja Macrocell dapat ditingkatkan dengan meningkatkan efisiensi transceiver

Istilah macrocell digunakan untuk menggambarkan kisaran ukuran sel terluas. Macrocell ditemukan di daerah pedesaan atau di sepanjang jalan raya. Di atas area sel yang lebih kecil, sel mikro digunakan di daerah perkotaan yang padat penduduk. Picocell digunakan untuk area yang lebih kecil dari sel mikro, seperti kantor besar, mal, atau stasiun kereta . Saat ini area cakupan terkecil yang dapat diimplementasikan dengan femtocell adalah rumah atau kantor kecil.

II.2.3 MICROCELL

Microcell adalah sel dalam jaringan telepon seluler yang dilayani oleh stasiun pangkalan seluler (menara) berdaya rendah, yang mencakup area terbatas seperti mal, hotel, atau pusat transportasi. Microcell biasanya lebih besar dari picocell , meskipun perbedaannya tidak selalu jelas. Sel mikro menggunakan kontrol daya untuk membatasi jari-jari area jangkauannya.

Seperti picocell, sel mikro biasanya digunakan untuk menambah kapasitas jaringan di area dengan penggunaan telepon yang sangat padat, seperti stasiun kereta. Microcell sering digunakan sementara selama acara olahraga dan acara-acara lain di mana kapasitas tambahan diketahui dibutuhkan di lokasi tertentu sebelumnya. Fleksibilitas ukuran sel adalah fitur dari jaringan 2G (dan lebih baru) dan merupakan bagian penting dari bagaimana jaringan tersebut dapat meningkatkan kapasitas. Kontrol daya yang diterapkan pada jaringan digital memudahkan untuk mencegah interferensi dari sel-sel terdekat menggunakan frekuensi yang sama. Dengan membagi ulang sel, dan membuat lebih banyak sel untuk membantu melayani area kepadatan tinggi, operator jaringan seluler dapat mengoptimalkan penggunaan spektrum dan memastikan kapasitas dapat tumbuh.

Sebagai perbandingan, sistem analog yang lebih lama memiliki batas tetap di mana upaya untuk membagi sel hanya akan menghasilkan tingkat gangguan yang tidak dapat diterima.

II.3 Teknologi Inti Pendukung LTE

Kemunculan teknologi komunikasi bergerak tidak dapat lepas dari peranan penemuan teknologi-teknologi penunjang mulai dari metode akses jamak OFDM, konsep multi antena MIMO, hingga arsitektur jaringan berdasarkan protokol internet secara keseluruhan (*All-IP*)

II.3.1 FDD

FDD (*Frequency Division Duplexing*) merupakan teknik pengiriman data dengan menggunakan dua buah kanal yang berbeda antara penerima dan pengirim. Metode ini digunakan oleh mayoritas operator penyelenggara 4G di Indonesia dan banyak negara Asia Tenggara. FDD mempunyai kemampuan untuk menyelenggarakan suatu komunikasi yang simultan antara *mobile station* dengan *base station*.

Untuk keperluan ini maka FDD menyediakan dua band frekuensi sebagai kanal yang terpisah untuk masing-masing pengguna. Satu band frekuensi digunakan untuk melayani trafik dari *base station* ke *mobile station* yang dikenal dengan sebutan transmisi *downlink*, satu band lagi digunakan untuk melayani trafik dari *mobile station* ke *base station*, yang biasa disebut dengan transmisi *uplink*. Cara kerja FDD sendiri diklasifikasikan sebagai sistem *full duplex*, di mana baik *upload* maupun *download* dapat dilakukan dalam satu waktu yang sama.. Karena FDD menggunakan dua saluran yang berbeda untuk mengunduh dan mengunggah data

II.3.2 TDD

TDD (*Time Division Duplexing*) ada teknik pengiriman data dalam satu kanal frekuensi yang sama, hanya dengan pemisahan jeda waktu yang singkat. Teknologi TDD sangat cocok untuk data yang dikirimkan secara asimetris, misalnya untuk *browsing* internet, *video surveillance* atau *broadcast*. TDD dapat mengalokasikan lebih banyak waktu untuk bagian yang membutuhkan lebih banyak *bandwidth* sehingga menyeimbangkan beban data. Keunggulan dari teknik adalah kapasitas yang tersedia bisa menjadi lebih besar dibandingkan FDD karena pengiriman dan penerimaan data hanya menggunakan satu kanal, Setiap kanal tersebut di-*multiplexing* dengan menggunakan basis waktu sehingga setiap kanal memiliki *time slot* yang berbeda.

LTE FDD-membutuhkan dua kanal frekuensi, satu untuk *downlink* dan lainnya untuk *uplink*. Frekuensi *carrier* ini masing-masing dinamakan frekuensi radio EARFCN (*E-UTRA Absolute Frequency Channel Number*). Sebaliknya, LTE TDD hanya memiliki satu EARFCN

II.3.3 OFDM

Akses jamak adalah metode untuk mengoptimalkan lebar spektrum (*bandwidth*) agar dapat digunakan oleh sebanyak mungkin pengguna namun dengan gangguan seminimal mungkin. *Orthogonal Frequency Division Multiple Access* (OFDMA) bisa dikatakan merupakan gabungan konsep OFDM dengan FDMA. *Sub-carrier* yang saling orthogonal tidak hanya dipetakan berdasarkan waktu namun juga dapat dialokasikan secara terpisah. OFDMA dipakai untuk

downlink pada LTE. *Multiplexing* trafik dilakukan dengan mengalokasikan setiap *user* pada slot frekuensi-waktu dan dipilah berdasarkan kecepatan datanya

II.3.4 MIMO

Pada sistem komunikasi *wireless* digital, gelombang yang terpantul-pantul melalui berbagai jalur (*multipath*) akan mengakibatkan pudaran pada informasi bit (*fading*). Sinyal pantulan dan sinyal yang berjalan lurus bersifat saling menggagalkan saat diterjemahkan di sisi penerima. LTE menggunakan teknologi multi antena yang terdapat baik pada pengirim (Tx) maupun penerima (Rx). Teknologi multi antena yang terdapat pada pengirim dan penerima ini dikenal sebagai MIMO (*Multiple In-Multiple Out*)

II.4 Perencanaan Jaringan LTE

Perencanaan jaringan secara umum bertujuan untuk membangun jaringan yang efektif dan efisien. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan membahas tentang perencanaan jaringan LTE berdasarkan kapasitas (*Capacity Planning*) dan perencanaan jaringan LTE berdasarkan cakupan (*Coverage Planning*)

II.4.1 Capacity Planning LTE

Kapasitas suatu jaringan merupakan salah satu tolak ukur dalam perencanaan, sehingga operator dapat memprediksi berapa besar suatu *site* dapat menampung *user* dengan berbagai macam layanan Perencanaan berdasarkan kapasitas meliputi estimasi pertumbuhan pelanggan, perhitungan *Offered Bit Quantity* (OBQ), perhitungan kapasitas sel, perhitungan jari-jari dan luas cakupan sel, dan perhitungan jumlah sel berdasarkan kapasitas.

II.4.1.1 Parameter Service Model

Service model parameter merupakan parameter-parameter yang digunakan untuk menentukan *throughput* layanan pada daerah perencanaan. Berikut ini merupakan perhitungan *throughput* suatu layanan menggunakan parameter-parameter di atas

$$\mathbf{Throughput} = \mathbf{Bearer\ Rate} \times \mathbf{Session\ Time} \times \mathbf{Session\ Duty\ Ratio} \times \mathbf{[1/(1 - BLER)]} \quad (2.1)$$

Service model merupakan suatu pemodelan yang digunakan untuk memperhitungkan *throughput uplink* dan *downlink* pada tiap-tiap layanan

II.4.1.2 Single User Throughput

Single user throughput merupakan kebutuhan *bandwidth* per *user* terhadap suatu layanan. Perhitungan *single user throughput* digunakan untuk mendapatkan *network throughput*. Berikut ini rumus perhitungan dari *single user throughput*

$$\mathbf{Throughput}_{SU} = \frac{\mathbf{[(\frac{Throughput}{Session}) \times BHCA \times PR \times (1 + Peak\ to\ Average\ Ratio)]}}{\mathbf{3600\ s}} \quad (2.2)$$

II.4.1.3 Network Throughput

Network throughput merupakan kebutuhan *throughput* yang diperlukan dalam suatu daeran perencanaan. Perhitungan *network throughput* digunakan untuk mendapatkan jumlah *site* pada daerah layanan. Berikut ini merupakan persamaan *network throughput*

$$\mathbf{UL\ Network\ Throughput} = \mathbf{Total\ Pelanggan} \times \mathbf{Uplink\ Throughput}_{SU} \quad (2.3)$$

$$\mathbf{DL\ Network\ Throughput} = \mathbf{Total\ Pelanggan} \times \mathbf{Downlink} \quad (2.4)$$

II.4.1.5 Cell Throughput

Cell throughput merupakan kemampuan maksimum suatu sel dalam membangkitkan *throughput*. Perhitungan *cell throughput* dan *network throughput* digunakan untuk menentukan jumlah *site* pada daerah perencanaan. Berikut ini persamaan *cell throughput* dari sisi *uplink* dan *downlink* [11].

$$\text{UL Cell Throughput} = ((168 - 24) \times \text{Code Bit} \times \text{Code Rate} \times \text{Nrb} \times \text{C} \times 1000) - 24 \quad (2.5)$$

$$\text{DL Cell Throughput} = ((168 - 36 - 12) \times \text{Code Bit} \times \text{Code Rate} \times \text{Nrb} \times \text{C} \times 1000) - 24 \quad (2.6)$$

Di mana :

168 = Jumlah *resource element* (RE) dalam 1 ms.

36 = Jumlah *control channel* RE dalam 1 ms.

12 = Jumlah *reference sinyal* RE dalam 1 ms.

24 = Jumlah *reference sinyal* RE dalam 1 ms.

Code bits = Efisiensi modulasi.

Code rate = *Channel coding rate*.

Nrb = Jumlah *Resource Blocks* (RBs).

C = Jenis antena *MIMO*

CRC = 24 (1 *resource element*)

Berikut ini pada Tabel 2.1 merupakan tabel *resource block*.

<i>Bandwidth (MHz)</i>	Jumlah RB
1,4	6
3	15
5	25
10	50
15	75
20	100

Table 2. 1 Resource Block

II.4.1.6 Jumlah Sel

Perhitungan jumlah sel merupakan proses untuk menentukan jumlah jumlah sel dan jumlah *site* pada daerah perencanaan. Perhitungan jumlah sel berdasarkan *capacity* ditentukan oleh *network throughput* dengan *cell capacity*. Berikut ini merupakan persamaan perhitungan jumlah sel [11].

$$\mathbf{Jumlah\ Sel} = \frac{\mathbf{Network\ Throughput}}{\mathbf{Cell\ Throughput}} \quad (2.7)$$

Adapun perhitungan jumlah *site* adalah sebagai berikut.

$$\mathbf{Jumlah\ Site} = |\mathbf{Jumlah\ Sel\ Downlink} - \mathbf{Jumlah\ Sel\ Uplink}| \quad (2.8)$$

II.4.1.7 Jumlah User Per Site

Perhitungan jumlah *user per site* digunakan untuk menentukan seberapa banyak *user* yang dapat dilayani oleh satu *site*. Berikut ini merupakan persamaan perhitungan jumlah *user per site* [11].

$$\mathbf{Jumlah\ User\ Per\ Site} = \frac{\mathbf{Total\ Target\ user}}{\mathbf{jumlah\ site}} \quad (2.9)$$

II.4.1.8 Luas Cakupan dan Radius Sel-

Luas cakupan dari suatu sel dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 2.12 berikut ini [3].

$$\text{Luas Cakupan Sel} = \frac{\text{Luas Wilayah}}{\text{Jumlah Site}} \quad (2.10)$$

Radius sel untuk 3 sektor, dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 2.13 berikut ini [3].

$$\text{Radius Sel} = \sqrt{\frac{\text{Luas Cakupan Sel}}{1.95 \times 2.6}} \quad (2.11)$$

Jumlah sel yang dibutuhkan untuk mampu menangani trafik pada wilayah perencanaan yang ada dapat diperoleh persamaan rumus sebagai berikut [3]:

$$\text{Jumlah Sel} = \frac{\text{Luas Area Perencanaan}}{\text{Luas Cakupan Sel Capacity}} \quad (2.12)$$

II.4.2 Coverage Planning LTE

Perhitungan *coverage planning* menghitung area di mana sinyal dapat diterima oleh UE atau *receiver*. Hal ini menunjukkan maksimum area yang dapat dicakup oleh suatu *site*. *Coverage planning* termasuk pengukuran radio frekuensi, *link budget* dan perhitungan model propagasi [3].

II.4.2.1 Radio Link Budget

Radio Link Budget merupakan suatu perhitungan kebutuhan daya sistem seluler sedemikian rupa, sehingga kualitas di penerima memenuhi standar yang diinginkan [12].

Persamaan-persamaan untuk mencari MAPL adalah sebagai berikut [11]:

1. MAPL arah *Uplink*

$$\mathbf{EIRP}_{UL} = \mathbf{P}_{Max-Tx} + \mathbf{G}_{Antenna-Tx} - \mathbf{L}_{Body} \quad (2.13)$$

Dari persamaan \mathbf{EIRP}_{UL} di atas dapat digunakan untuk mendapatkan besaran nilai MAPL arah *uplink* LTE sebagai berikut.

$$\mathbf{MAPL}_{UL-LTE} = \mathbf{EIRP}_{UL} - \mathbf{S}_{Rx} - \mathbf{IM} - \mathbf{G}_{Antenna-Rx} + \mathbf{L}_{Cable} \quad (2.13a)$$

2. MAPL arah *Downlink*

$$\mathbf{EIRP}_{DL} = \mathbf{P}_{Max-Tx} + \mathbf{G}_{Antenna-Tx} - \mathbf{L}_{Cable} \quad (2.14)$$

Dari persamaan \mathbf{EIRP}_{DL} di atas dapat digunakan untuk mendapatkan besaran nilai MAPL arah *uplink* LTE sebagai berikut.

$$\mathbf{MAPL}_{DL-LTE} = \mathbf{EIRP}_{DL} - \mathbf{S}_{Rx} - \mathbf{IM} - \mathbf{G}_{Antenna-Rx} + \mathbf{L}_{Body} \quad (2.14a)$$

Keterangan:

\mathbf{EIRP} : *Effective Isotropic Radiated Power* (dBm)

\mathbf{P}_{Max-Tx} : *Max. Tx Power* (dBm)

$\mathbf{G}_{Antenna-Tx}$: *Tx Antenna Gain* (dBi)

\mathbf{L}_{Body} : *Body Loss* (dB)

\mathbf{NF} : *Noise Figure* (dB)

\mathbf{NF}_{UE} : *Noise Figure User Equipment* (dB)

\mathbf{Pn} : *Thermal Noise* (dBm)

\mathbf{Nf}_{Rx} : *Receiver Noise Floor* (dBm)

\mathbf{S}_{Rx} : *Receiver Sensitivity* (dBm)

$SINR$: *Signal to Interference Noise Ratio* (dBm)

IM : *Interference Margin* (dB)

$G_{Antenna-Rx}$: *Rx Antenna Gain* (dBi)

L_{cable} : *Cable Loss* (dB)

FM : *Fading Margin* (dB)

Setelah didapatkan nilai MAPL, maka dapat ditentukan nilai MAPL untuk setiap *clutter* dapat diketahui dengan menggunakan persamaan pada persamaan 2.15 berikut ini

$$\mathbf{MAPL}_{(C)} = \mathbf{MAPL} \text{ (dB)} - \mathbf{BPL} \text{ (dB)} - \mathbf{Shadowing Margin} \text{ (dB)}$$

(2.15)

II.4.2.2 COST 231 Multi-Wall Model

Pada model propagasi COST 231 *Multi-Wall* seluruh dinding pada bidang vertikal antara *transmitter* dengan *receiver* akan dipertimbangkan, Sedangkan untuk masing-masing dinding dengan *properties* materialnya diperhitungkan juga, bertambahnya dinding yang akan dilewati sinyal akan membuat *attenuasi* dinding menjadi berkurang sehingga pada model COST 231 MWM ini hasil yang didapatkan akan sesuai dengan kondisi ruangan. Oleh karena itu, pada penulisan Penelitian ini model propagasi yang digunakan adalah COST 231 *Multi-Wall Model*.

Propagation Model Cost 231 Multiwall Indoor

$$L_{Cost\ 231\ MW} = L_{FSL} + \sum_{i=1}^l K_{wi} L_{wi} + K_f^{\left[\frac{k_f+2}{k_f+1} - b\right]} L_f$$

Dimana,

$$L_{Free\ space\ Lpss} = 32,45 + 20 \log d (km) + 20 \log f (Mhz),$$

$\sum_{i=1}^l K_{wi} L_{wi}$ adalah loss horizontal, dimana K_w = Jumlah dinding dan L_w =

Loss Dinding

$K_f^{\left[\frac{k_f+2}{k_f+1}-b\right]}$ adalah loss vertical, dimana K_f = Jumlah Lantai dan L_f = Loss

Lantai

II.5 Major Parameter pada Drive Test 4G LTE

1. RSRP

RSRP (*Reference Signal Received Power*), *power* dari sinyal *reference*. Parameter ini adalah parameter yang spesifik pada *drive test* 4G LTE yang digunakan oleh perangkat untuk menentukan titik *handover*. Pada teknologi 2G, parameter ini bisa dianalogikan seperti RxLev, sedangkan 3G dianalogikan seperti RSCP [8].

Berikut adalah acuan kategori nilai RSRP yang baik :

Kategori	Range Nilai RSRP
Sangat baik	$(-80) \leq x$ dBm
Baik	$(\leq -90) x < (-80)$ dBm
Normal	$(\leq -100) x < (-90)$ dBm
Jelek	$(\leq -120) x < (-100)$ dBm
Sangat jelek	$(< -120) x$ dBm

Sumber (*Journal of Information Technology and Computer Science INTECOMS*)

2. SINR

SINR (*Signal-to-Noise Ratio*) adalah perbandingan kuat sinyal dibanding *noise background*. Pada teknologi 2G parameter ini bisa dianalogikan seperti RxQual, sedangkan pada 3G dianalogikan seperti Ec/No [8]