

PERANCANGAN JARINGAN 4G LONG TERM EVOLUTION

(LTE) 1800 MHz di KOTA MATARAM

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu persyaratan
mencapai derajat Sarjana S1



Disusun oleh:

Ridho Ahmad Magfurllah

13524035

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta**

2018

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN JARINGAN 4GLONG TERM EVOLUTION (LTE) 1800

MHz di KOTA MATARAM

TUGAS AKHIR
ISLAM

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Disusun oleh:

Ridho Ahmad Magfurlah
13524035

الجامعة الإسلامية
الاستاذة الأندونيسية

Yogyakarta, 16 Juli 2018

Menyetujui,

Pembimbing 1

Tito Yuwono S.T. M.Sc.
005240102

Pembimbing 2

Ida Nurcahyani S.T M.Eng
155240104

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PERANCANGAN JARINGAN 4G LONG TERM EVOLUTION (LTE) 1800 MHz di

KOTA MATARAM

TUGAS AKHIR

Oleh:

Nama : Ridho Ahmad Magfurlah

No. Mahasiswa : 13524035

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat

untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 20 Juli 2018

Tim Penguji,

Tito Yuwono, S.T., M.Sc.

Ketua

Dr. Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T.

Anggota I

Elvira Sukma Wahyuni, S.Pd., M.Eng.

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Universitas Islam Indonesia



Dr. Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T.

PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta, 16 Juli 2018



Ridho Ahmad Magfurlah

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaykum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan kesehatan jasmani dan rohani serta petunjuk dan kekuatan kepada penulis sehingga tugas akhir yang berjudul “PERANCANGAN JARINGAN 4G LONG TERM EVOLUTION (LTE) 1800 MHz di KOTA MATARAM” ini bisa diselesaikan, walau masih banyak kekurangan kritik dan saran sangat diharapkan penulis agar dapat lebih baik lagi dikemudian hari.

Pembuatan laporan ini berdasarkan hasil selama melakukan observasi di wilayah kota Mataram berdasarkan materi–materi yang ada. Materi–materi bertujuan agar dapat menambah pengetahuan dan wawasan dalam belajar. Serta juga dapat memahami nilai–nilai dasar yang direfleksikan dalam berpikir dan bertindak. Tujuan penulisan laporan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat kelulusan pada Pendidikan Strata Satu (S1) Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia.

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini penulis mendapatkan bantuan dari berbagai pihak untuk itu penulis mengucapkan banyak terima kasih atas bantuan dan dukungannya. Penulis mengucapkan terima kasih antara lain kepada:

1. Kedua orang tua penulis Drs. Slamet Mawardi dan Dra.Nurhasanah serta kakanda dr. Ahsanuddin Ansori dan adinda Shabira Ardha Gholiya atas semua bantuan, dukungan, serta doa yang telah mereka berikan.
2. Bapak Dr.Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Tito Yuwono S.T. M.Sc. dan ibu Ida Nurcahyani S.T M.Eng. selaku Dosen Pembimbing I dan Pembimbing 2 tugas akhir yang telah mendampingi dan memberikan berbagai masukan dalam penulisan laporan ini.
4. Theo, Fajri, Didit, Awang, Salmon, Addio, Gilter dan Pinkers yang memberikan do'a dan dukungannya dalam kelancaran pengerjaan tugas akhir ini.
5. Saudara-saudara Divisi Lapangan dan Warning yang selalu memberikan dukungan dalam mengerjakan tugas akhir ini.
6. Annisa Ika Cendani dan keluarga yang selalu memberi semangat dan dukungannya dalam menyelesaikan tugas akhir selama ini.
7. Saudara-saudara Teknik Elektro UII pada umumnya dan khususnya angkatan 2013 atas dukungannya selama ini.

8. Dan semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulis dalam penyelesaian laporan ini.

Dalam penulisan laporan ini penulis menyadari masih terdapat kekurangan untuk itu penulis memohon maaf dikarenakan keterbatasan yang dimiliki penulis baik dalam segi pengalaman maupun segi pengetahuan, Mudah-mudahan dengan mempelajari makalah ini, akan mampu menghadapi masalah-masalah atau kesulitan-kesulitan yang timbul dalam belajar. Dan dengan harapan semoga semua mampu berinovasi dan berkreasi dengan potensi yang dimiliki serta bisa memahaminya.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 16 Juli 2018

Ridho Ahmad Magfurllah

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Tx	= Transmitter
Rx	= Receiver
MAPL	= <i>Maximum Allowed Pathloss</i> (dB)
UE	= <i>User Equipment</i> (m)
EIRP	= <i>Effective Isotropic Radiated Power</i> (dBm)
RSCP	= <i>Received Signal Code Power</i> (dBm)
Pl	= <i>Pathloss</i> (dBm)
F	= frekuensi (MHz)
hB	= tinggi base station (m)
hR	= tinggi <i>user equipment</i> (m)
a(hR)	= faktor koreksi tinggi antenna pada <i>base station</i>
Lo	= <i>loss original (free space loss)</i>
Lrts	= difraksi atap gedung dengan jalan raya dan <i>scatter loss</i>
Lmsd	= <i>multiscreen loss</i>
ϕ	= sudut sesaat antara orientasi jalan raya dengan arah dari sinyal
hroof	= tinggi bangunan (m)
d	= jarak antara <i>base station</i> dengan <i>user equipment</i>
b	= jarak antar gedung (m)
w	= lebar jalan (w)
BHCA	= <i>Busy Hours Call Attempt</i>
BW	= <i>bandwidth</i>
S	= <i>Speech</i>
SM	= <i>Simple Message</i>
SD	= <i>Switched Data</i>
MMM	= <i>Medium Multimedia</i>
HM	= <i>High Multimedia</i>
HIM	= <i>High Interactive Multimedia</i>

ABSTRAK

Kota Mataram merupakan ibukota dari provinsi Nusa Tenggara Barat, oleh karena itu segala kegiatan di provinsi Nusa Tenggara Barat berpusat di kota ini. Demi menunjang setiap kegiatan di kota Mataram, diperlukan perancangan jaringan *Long Terms Evolution* (LTE) yang dapat mencakup seluruh daerah di kota Mataram. Penelitian ini akan mengkaji perancangan jaringan LTE pada frekuensi 1800 MHz dengan metode perencanaan kapasitas (*capacity planning*) dan perencanaan cakupan (*coverage planning*) pada 2 wilayah kota Mataram, yaitu daerah *urban* dan *sub-urban*. Pada perencanaan kapasitas, didapatkan jumlah site pada daerah urban sebanyak 20 site dengan luas site 2,098 km² dan radius sel sebesar 0,6432 km. Sementara pada daerah *sub-urban* terdapat 18 site dengan luas sebesar 1,2346 km² dengan radius sebesar 0,4934 km. Penelitian ini juga menggunakan 2 model propagasi yang disesuaikan dengan kondisi bangunan di setiap wilayahnya, yaitu model propagasi Okumura-Hatta pada daerah *sub-urban* dan model propagasi COST-231 Walfisch-Ikegami pada daerah *urban*. Pada daerah model propagasi COST-231 Walfisch-Ikegami, didapatkan nilai *pathloss* terbesar yaitu 131,42 dB pada saat transmisi *uplink* dan 131,84 dB pada saat transmisi *downlink*. Sementara pada model propagasi Okumura-Hatta nilai *pathloss* terbesar yaitu 125,8162 dB pada saat transmisi *uplink* dan 126,7675 dB pada saat transmisi *downlink*. Nilai-nilai tersebut masih berada dalam jangkauan nilai maksimum yang diperbolehkan yaitu 133,8 dB pada saat transmisi *uplink* dan 148,5 dB pada saat transmisi *downlink*. Sementara untuk perhitungan nilai *Received Signal Code Power* (RSCP) didapatkan nilai sebesar -69,84 dBm dimana nilai ini termasuk dalam kategori *excellent*. Dengan parameter yang telah memenuhi standar penerapan, maka rancangan yang ada dapat di implementasikan.

Kata Kunci: Kota Mataram, Perancangan LTE, Okumura-Hatta, COST-231 Walfisch-Ikegami, *Pathloss*.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	ii
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN.....	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Studi Literatur	3
2.2 Tinjauan Teori.....	4
2.2.1 <i>Capacity Planning</i>	4
2.2.2 <i>Radio Link Budget</i>	6
2.2.3 Karakteristik Propagasi Gelombang Radio	7
BAB 3 METODOLOGI.....	10
3.1 Kota Mataram.....	11
3.2 Perancangan Jaringan LTE	12
3.3 Data Kependudukan Kota Mataram	12
3.4 <i>Capacity Planning</i>	13

3.4.1 Menentukan jumlah <i>pengguna</i> dan kepadatan potensial pelanggan (σ).....	13
3.4.2 Analisis Kebutuhan <i>Offered Bit Quantity</i> (OBQ).....	13
3.4.2 <i>Cell Dimensioning</i>	14
3.5 <i>Coverage Planning</i>	15
3.5.1 <i>Link Budget</i>	15
3.5.2 Propagasi Gelombang Radio	16
3.6 Pemetaan Sel.....	17
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1 Perhitungan Jumlah <i>Pengguna</i>	18
4.1.1 Perhitungan Jumlah Kepadatan Potensial Pelanggan	18
4.2 Perhitungan <i>Offered Bit Quantity</i> (OBQ)	19
4.3 Perhitungan Dimensi Sel.....	19
4.3.1 Dimensi Sel Daerah <i>Urban</i> (Mataram, Ampenan, Cakeranegara).....	20
4.3.2 Dimensi Sel Daerah <i>Sub-Urban</i> (Sekarbela, Sandubaya,Selaparang)	20
4.4 Perhitungan <i>Pathloss</i> Propagasi.	21
4.4.1 <i>Pathloss</i> Pada Model Propagasi Okumura-Hatta	21
4.4.2 <i>Pathloss</i> Pada Model Propagasi COST-231 Walfisch-Ikegami.....	22
4.5 Perhitungan RSCP	24
4.6 Pemetaan Sel	24
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	26
5.1 Kesimpulan	26
5.2 Saran	26
LAMPIRAN 1	28
LAMPIRAN 2.....	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perkembangan 4G LTE	4
Gambar 2.2 Parameter pada Model COST-231 (Walfisch-Ikegami)	9
Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan.....	10
Gambar 3.2 Peta Kota Mataram.....	11
Gambar 3.3 Kualitas sinyal LTE di kota Mataram	12
Gambar 3.4 Kualitas sinyal provider “x” di kota Mataram	17
Gambar 4.1 Grafik <i>pathloss</i> daerah <i>urban</i> pada saat <i>uplink</i> dan <i>downlink</i>	21
Gambar 4.2 Grafik <i>pathloss</i> daerah <i>sub-urban</i> pada saat <i>uplink</i> dan <i>downlink</i>	21
Gambar 4.3 Perbandingan grafik <i>pathloss</i> daerah <i>urban</i> dan <i>sub-urban</i> pada transmisi <i>uplink</i> . .	22
Gambar 4.4 Grafik <i>pathloss</i> daerah <i>sub urban</i> pada saat <i>uplink</i>	22
Gambar 4.5 Pemetaan peletakan e-Node B untuk daerah <i>urban</i> dan <i>sub-urban</i>	25

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Absolute maximum physical layer throughputs</i>	5
Tabel 2.2 Parameter praktis <i>radio link budget</i>	7
Tabel 2.3 Standar Nilai RSCP	7
Tabel 3.1 Kepadatan penduduk kota Mataram	13
Tabel 3.2 <i>Net User Bitrate</i> dan <i>Penetration Rate</i>	14
Tabel 3.3 <i>Call Duration</i> dan <i>Busy Hours Call Attempt (BHCA)</i>	14
Tabel 3.4 Spesifikasi Sel.....	15
Tabel 3.5 Parameter MAPL pada saat <i>uplink</i>	15
Tabel 3.6 Parameter MAPL pada saat <i>downlink</i>	16
Tabel 3.7 Spesifikasi Model Propagasi Okumura-Hatta	16
Tabel 3.8 Spesifikasi Model Propagasi COST-231 Walfisch-Ikegami.....	17
Tabel 4.1 Peramalan jumlah pengguna pada tahun 2018.	18
Tabel 4.2 Kepadatan Potensial Pelanggan.....	18
Tabel 4.3 Nilai OBQ di daerah <i>urban</i>	19
Tabel 4. 4 Nilai OBQ di daerah <i>sub-urban</i>	19
Tabel 4. 5 Hasil perhitungan <i>pathloss</i> pada transmisi <i>uplink</i> dan <i>downlink</i> pada daerah <i>urban</i> dan <i>sub-urban</i>	21
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan <i>pathloss</i> terhadap lebar jalan, tinggi bangunan dan jarak antar gedung saat <i>uplink</i> pada daerah <i>urban</i>	23
Tabel 4.7 Hasil perhitungan <i>pathloss</i> terhadap lebar jalan, tinggi bangunan dan jarak antar gedung di daerah <i>urban</i> dan <i>sub-urban</i> pada saat <i>downlink</i>	23
Tabel 4.8 Dimensi sel pada daerah <i>urban</i>	25
Tabel 4.9 Dimensi sel pada daerah <i>sub-urban</i>	25

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Telekomunikasi kini telah menjadi bagian penting bagi aktivitas manusia, terutama dalam membantu pekerjaan sehari-hari. Manusia masa kini sangat bergantung pada telekomunikasi. Oleh karena itu, pengguna layanan komunikasi terus menuntut penyedia layanan untuk dapat terus meningkatkan kualitas layanan pengiriman dan penerimaan data mereka. LTE (*Long Term Evolution*) muncul untuk menjawab tantangan kebutuhan telekomunikasi dengan kecepatan tinggi dalam setiap transmisi. LTE merupakan evolusi keempat dalam generasi perkembangan teknologi telekomunikasi nirkabel (4G) yang berdasarkan pada sistem internet *broadband*. LTE dibangun sebagai bagian 3GPP (*The Third Generation Partnership Project*) terhadap teknologi sistem telekomunikasi seluler. LTE dirancang untuk menghasilkan internet dengan data *rate* yang tinggi dan sistem *latency* rendah sehingga dapat memberikan konektivitas tanpa batas antara pengguna tanpa adanya gangguan layanan pada saat penggunaan[1].

Perancangan LTE diperlukan agar dapat memenuhi kebutuhan cakupan area layanan yang ditunjukkan oleh jumlah *base station*. Dalam hal ini, diusahakan agar rancangan tersebut dapat memenuhi kapasitas trafik dari area cakupan [2].

Pada penelitian ini akan dibahas mengenai perancangan jaringan LTE untuk daerah Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat (NTB). Dipilihnya Kota Mataram sebagai objek dari penelitian ini dikarenakan penerapan teknologi LTE di kota Mataram yang belum merata. Beberapa perusahaan penyedia layanan telekomunikasi telah menerapkan teknologi LTE di kota Mataram, namun layanan yang mereka sediakan belum bisa mencakup keseluruhan lokasi yang ada di kota Mataram [3]. Maka dari itu, fokus dari penelitian ini adalah perancangan jaringan LTE yang mencakup keseluruhan lokasi yang ada di kota Mataram serta analisis kualitas dari perancangan yang telah dibuat tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang sudah dijelaskan diatas, maka dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan jaringan LTE yang bisa mencakup keseluruhan di Kota Mataram?

2. Bagaimana analisis kualitas dari rancangan jaringan LTE yang telah dibuat ?

1.3 Batasan Masalah

Agar diperoleh hasil pembahasan yang maksimal, maka perlu dilakukan pembatasan masalah yang akan dibahas. Sesuai dengan tujuan dari penelitian ini, maka batasan masalah dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Frekuensi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1800 Mhz.
2. Parameter yang menjadi pertimbangan penelitian adalah luas wilayah, jumlah penduduk, sebaran penduduk berdasarkan usia dan kepadatan penduduk.
3. Spesifikasi teknologi LTE yang digunakan adalah yang sering digunakan di Indonesia.
4. Tidak membahas perangkat yang diterapkan.
5. Tidak melakukan analisis mendalam mengenai *throughput*, *interference* dan *noise*.
6. Tidak membahas *handover* dan *scheduler*.
7. Estimasi penggunaan layanan oleh pengguna disesuaikan dengan data.
8. Perancangan hanya menggunakan 1 model modulasi, tidak menggunakan *adaptive modulation*.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Rancangan jaringan untuk tahun 2018 untuk wilayah kota Mataram secara keseluruhan.
2. Menghitung dan menganalisis nilai *pathloss* apakah sudah sesuai dengan nilai *Maximum Allowed Pathloss* (MAPL).
3. Menghitung nilai *Received Signal Code Power* dari rancangan yang telah dibuat.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah menampilkan rancangan jaringan LTE di wilayah Kota Mataram secara menyeluruh. Selain itu, penelitian ini juga bermanfaat sebagai bahan pertimbangan penyedia layanan telekomunikasi ketika akan merancang jaringan baru di kota Mataram.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Berdasarkan penelitian sebelumnya terkait perancangan jaringan seluler 4G LTE di provinsi Papua Barat menjelaskan bahwa perancangan jaringan 4G LTE memperhatikan beberapa aspek, diantaranya jumlah penduduk, sebaran penduduk berdasarkan usia, jumlah kepadatan penduduk, luas wilayah daerah serta jumlah *coverage* dari daerah tersebut. Penelitian tersebut menggunakan frekuensi 1780 MHz – 1875 MHz. Frekuensi yang digunakan saat *uplink* dan *downlink* berbeda karena menggunakan teknologi FDD (*Frequency Division Duplexing*). Penelitian tersebut membagi daerah Papua Barat menjadi 5 kategori, yaitu 4 daerah dikategorikan sebagai daerah *rural* dan 1 daerah dikategorikan sebagai *sub-urban*. Penelitian tersebut menghasilkan perancangan jaringan dengan jumlah 196 *site* pada daerah *rural* 1, 96 *site* pada daerah *rural* 2, 47 *site* pada daerah *rural* 3, 52 *site* pada daerah *rural* 4 dan 42 *site* pada daerah *sub-urban* [2].

Penelitian lainnya yang membahas mengenai perancangan jaringan di Semarang dengan frekuensi 2300 MHz menggunakan teknologi TDD (*Time Division Multiplexing*). Penelitian tersebut membandingkan 2 metode perencanaan, yaitu perencanaan cakupan dan perencanaan kapasitas. Pada metode perencanaan cakupan, jumlah *site* yang digunakan sebanyak 161 *site* dan pada metode perencanaan kapasitas jumlah *site* yang digunakan sebanyak 46 *site* [4].

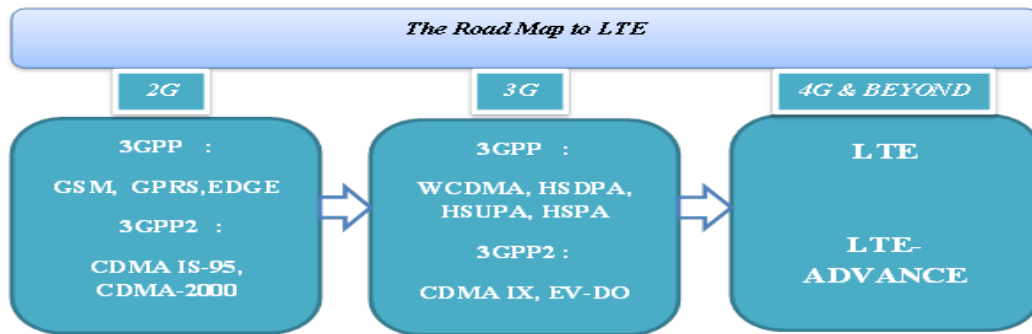
Penelitian lain yang membahas mengenai analisis perancangan BTS hotel pada kawasan kampus Institut Teknologi Surabaya menjelaskan bahwa kualitas sinyal dari suatu daerah dapat dijadikan sebagai tolak ukur dalam peletakan BTS. Selain itu, jumlah BTS *existing* juga dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam peletakkan BTS agar dapat mengurangi *intercell* [5].

Pada penelitian lainnya yang mensimulasikan rugi-rugi saluran antara model propagasi Okumura-Hatta dan COST-231 Walfisch-Ikegami. Penelitian ini membandingkan anatara kedua model propagasi tersebut menggunakan *software Visual Basic.Net*. Pada penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan model Okumura-Hatta sangat cocok diaplikasikan pada daerah *sub-urban* dan untuk model COST-231 Walfisch-Ikegami diaplikasikan pada daerah *urban* [6].

Penelitian ini membahas mengenai perancangan jaringan LTE di kota Mataram dengan menggunakan 2 metode perancangan, yaitu perencanaan kapasitas dan cakupan. Penelitian ini juga nantinya akan membandingkan 2 model propagasi yang akan di terapkan, yaitu model propagasi COST-231 Walfisch-Ikegami dan Okumura-Hatta.

2.2 Tinjauan Teori

LTE (*Long Terms Evolution*) merupakan standarisasi teknologi akses radio yang diperkenalkan oleh 3GPP yang mendukung *throughput* yang sangat tinggi dan *latency* yang sangat rendah. LTE yang merupakan evolusi dari GSM dan WCDMA dimulai pada tahun 2004 dengan alasan kebutuhan internet yang sangat cepat guna mendukung layanan *mobile broadband* yang kedepannya sangat diperlukan untuk mendukung segala aktivitas [1].



Gambar 2.1 Perkembangan 4G LTE [1]

Gambar 2.1 menjelaskan bahwa LTE hadir pada generasi ke-4 yang merupakan pengembangan dari teknologi HSPA (*High Speed Packet Acces*). LTE yang merupakan teknologi *all-IP* yang memfokuskan diri pada layanan *Packet Switched* (PS). Dengan kecepatan *downlink* hingga 300 Mbps dan *uplink* 75 Mbps, LTE dijadikan standar komunikasi nirkabel yang berbasis jaringan GSM/EDGE dan UMTS/HSPA untuk perangkat komunikasi bergerak [4]. Selain itu, LTE mampu mendukung aplikasi yang secara umum terdiri dari *voice*, *data*, video dan termasuk juga IPTV. Karena jaringan antarmuka antara 2G dan 3G tidak cocok dengan LTE, LTE dioperasikan melalui *spectrum* nirkabel yang terpisah [5].

2.2.1 Capacity Planning

Capacity Planning (perencanaan kapasitas) dilakukan untuk menetapkan jumlah pelanggan, nilai *Offered Bit Quantity* (OBQ) dan kapasitas sel. Perencanaan ini dilakukan berdasarkan beberapa pendekatan, antara lain [2] :

1. Jenis layanan,
2. Jumlah penduduk,
3. *Traffic* suara,
4. *Traffic* data,
5. Pertumbuhan penduduk / tahun,
6. Penetrasi populasi dalam jangka waktu tertentu,
7. *Traffic Capacity* / BTS dalam jangka waktu tertentu,

8. *BTS Capacity* dalam jangka waktu tertentu.

Untuk mendapatkan peramalan *traffic* yang sesuai dapat dilakukan dengan melakukan estimasi jumlah penduduk dalam beberapa tahun kedepan. Kemudian melakukan perhitungan kepadatan pelanggan per km^2 . Selanjutnya peramalan trafik layanan yang terdiri dari penetrasi layanan, *bandwidth* (BW) setiap layanan, *busy hour call attempt* (BHCA), dan durasi panggilan. Setelah parameter-parameter tersebut didapatkan, maka dapat dihitung nilai *Offered Bit Quantity* (OBQ) di masing-masing area layanan dan keseluruhan. OBQ merupakan kuantitas *bitrate* yang ditawarkan kepada pelanggan. Adapun rumus dalam mencari nilai OBQ adalah [5] :

$$OBQ = \sigma \times p \times d \times BHCA \times BW \text{ (bps/km}^2\text{)} \quad (2.1)$$

dimana,

- σ = kepadatan pengguna (jiwa/ km^2)
- p = penetrasi layanan (%)
- d = lama panggilan efektif (detik)
- BHCA = penetrasi pada jam sibuk (%)
- BW = bandwidth (Kbps)

Tabel 2.1 *Absolute maximum physical layer throughputs* [10]

	Channel Bandwidth	1,4 MHz	3 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
	Resource Blocks in the Frequency Domain	6	15	25	50	75	100
Normal Cyclic Prefix	OFDMA symbols per 1 ms	14					
	Modulation symbol rate (Mbps)	1	2,5	4,2	8,4	12,6	16,8
	QPSK Bit Rate (Mbps)	2	5	8,4	16,8	25,2	33,6
	16 QAM Bit Rate (Mbps)	4	10,1	16,8	33,6	50,4	67,2
	64 QAM Bit Rate (Mbps)	6,1	15,1	25,2	50,4	75,6	100,8
	2x2 MIMO 64 QAM Bit Rate (Mbps)	12,1	30,2	50,4	100,8	151,2	201,6
	4x4 MIMO 64 QAM Bit Rate (Mbps)	24,2	60,5	100,8	201,6	302,4	403,2
Extended Cyclic Prefix	OFDMA symbols per 1 ms	12					
	Modulation symbol rate (Mbps)	0,9	2,2	3,6	7,2	10,8	14,4
	QPSK Bit Rate (Mbps)	1,7	4,3	7,2	14,4	21,6	28,8
	16 QAM Bit Rate (Mbps)	3,5	8,6	14,4	28,8	43,2	57,6
	64 QAM Bit Rate (Mbps)	5,2	13	21,6	43,2	61,8	86,4
	2x2 MIMO 64 QAM Bit Rate (Mbps)	10,4	25,9	43,2	86,4	129,6	172,8
	4x4 MIMO 64 QAM Bit Rate (Mbps)	20,7	51,8	86,4	172,8	259,2	345,6

Tabel 2.1 memuat jenis-jenis teknik modulasi yang dapat diterapkan pada LTE serta *maximum throughput* di setiap teknik modulasi. Berdasarkan Tabel 2.1 kita bisa menentukan teknik modulasi yang akan dipakai dalam model perancangan. Setelah menentukan teknik modulasi yang akan dipakai, rentang *bandwidth* dan kapasitas frekuensi yang dipancarkan juga dapat ditentukan berdasarkan teknik modulasi yang digunakan.

Langkah selanjutnya adalah menentukan luas cakupan sel (L). Luas cakupan sel yaitu luas sel berdasarkan kapasitas sel yang ada. Kapasitas sel yang dimaksud bergantung pada jenis modulasi yang digunakan. Tabel 2.1 menunjukkan nilai kapasitas sel di setiap modulasi yang akan digunakan. Adapun rumus untuk menentukan nilai L adalah [5]:

$$L = \frac{\text{Kapasitas Sel}}{\text{OBQ total}} \quad (2.2)$$

Setelah mendapatkan nilai luas cakupan sel dari rumus tersebut, maka nilai dari radius sel dan jumlah sel yang dibutuhkan dapat dicari dengan rumus [5]:

$$\text{Radius} = \frac{\sqrt{\text{Luas cakupan sel}}}{2,6} \quad (1\text{-sectoral, omnidirectional}) \quad (2.3)$$

$$\text{Radius} = \frac{\sqrt{\text{Luas cakupan sel}}}{1,3 \times 2,6} \quad (2\text{-sectoral}) \quad (2.4)$$

$$\text{Radius} = \frac{\sqrt{\text{Luas cakupan sel}}}{1,95 \times 2,6} \quad (3\text{-sectoral}) \quad (2.5)$$

$$\text{Jumlah sel yang dibutuhkan} = \frac{\text{Luas wilayah}}{\text{Luas cakupan sel}} \quad (2.6)$$

dimana angka-angka pada persamaan diatas merupakan konstanta dari penggunaan jumlah *antenna*.

2.2.2 Radio Link Budget

Link budget adalah perhitungan jumlah daya dan *losses* pada saat pengiriman sinyal, mulai dari *transmitter* (Tx) sampai *receiver* (Rx). *Link budget* menghitung seluruh *gain* dan *loses* pada sistem transmisi dari awal pengiriman sinyal hingga sinyal itu diterima. Adanya penghalang seperti gedung dan pepohonan juga menjadi alasan diperlukannya perhitungan link budget. *Link budget* juga dihitung dengan melihat spesifikasi yang ada pada antena. [7]. Tujuan *link budget* adalah untuk mengidentifikasi *pathloss* maksimum yang diizinkan antara pemancar hingga penerima atau *maximum allowed pathloss* (MAPL). Tabel 2.2 menunjukkan nilai parameter (praktis) yang biasa digunakan untuk melakukan *radio link budget* [10].

Perhitungan MAPL (*Maximum Allowed Pathloss*) akan mempengaruhi kualitas sinyal yang diterima pada *receiver-UE* (*user equipment*). Salah satu parameter kualitas pada penerima yang dapat dilakukan perhitungan adalah nilai RSCP (*Received Signal Code Power*). Nilai RSCP didapat setelah perhitungan EIRP (*Effective Isotropic Radiated Power*). EIRP merupakan nilai daya yang dipancarkan antena untuk menghasilkan puncak daya yang diamati pada arah radiasi maksimum penguatan antena. Rumus EIRP dapat dituliskan [10]:

$$\text{EIRP} = \text{Tx power dBm} + \text{Antena Gain dBi} - \text{Cable Loss dB} \quad (2.7)$$

Sedangkan rumus RSCP dapat dituliskan [5] :

$$RSCP \text{ dBm} = EIRP - \text{wall loss} - \text{body loss} - \text{path loss} - \Sigma(\text{handover} + \text{fading margin}) \quad (2.8)$$

Tabel 2.2 Parameter praktis *radio link budget* [5]

	Parameter	Nilai
A	Transmisi daya maksimum pada <i>base station</i> (<i>Max. Tx Power</i>).	
B	Penguatan daya pada antenna (<i>antenna gain</i>)	Ketentuan produsen perangkat.
C	Rugi-rugi daya pada perangkat (<i>body loss</i>).	
D	<i>Effective Isotropic Radiated Power</i> .	a + b + c
E	Nilai gangguan pada perangkat pengguna (<i>noise figure</i>).	
F	Gangguan terhadap panas pada saat transmisi (<i>thermal noise</i>) : “ <i>K (Boltzmann constant) × T (290K) × bandwidth</i> ”.	-104,5 dBm
G	Rasio kekuat signal terhadap gangguan (SINR)	
H	Sensitivitas pada penerima.	(g + h)
I	<i>Fade Margin</i> .	
J	<i>Interference margin</i> .	
K	Penguatan daya pada penerima (<i>Rx Antenna Gain</i>).	
L	Body loss	Ketentuan produsen perangkat
Maximum allowed path loss		d – h – i – j + k – l

Tabel 2.3 Standar Nilai RSCP [8]

RSCP	
RANGE	GRADE
-130 to -100	<i>Poor</i>
-100 to -90	<i>Intermediate</i>
-90 to -80	<i>Very Good</i>
-80 to -30	<i>Excellent</i>

Tabel 2.3 berisi informasi mengenai standar rentang nilai RSCP dimana nilai RSCP yang ideal untuk diterapkan pada jaringan LTE adalah berkisar antara -90 dBm hingga -30 dBm yaitu berada pada tingkat *very good* dan *excellent*.

2.2.3 Karakteristik Propagasi Gelombang Radio

Karakteristik propagasi gelombang radio dibutuhkan pada saat perancangan sistem jaringan akses radio, yaitu dengan mengetahui redaman yang akan terjadi sehingga dapat diprediksi luas cakupan sel yang diinginkan. Perhitungan karakteristik propagasi diperlukan secara cermat untuk memodelkan secara tepat model propagasi yang ada.

2.2.3.1 Model propagasi Okumura – Hata

Pemodelan Okumura-Hata merupakan formula empirik untuk estimasi mean path loss propagasi sinyal berdasarkan pengukuran Okumura terhadap propagasi sinyal di Tokyo.

Kemudian oleh Hata pengukuran tersebut didekati dengan pendekatan pada daerah *urban*. Pendekatan yang dipakai yaitu pada desain sistem 800 MHz – 900 MHz. Model ini terbagi dalam beberapa skenario, yaitu untuk daerah metropolitan, daerah *urban*, daerah *suburban*, dan daerah rural [9].

Pemodelan Okumura-Hata merupakan pemodelan umum yang sering digunakan pada area layanan *sub-urban* maupun pada daerah-daerah yang tidak banyak terdapat gedung-gedung bertingkat secara rapat. Rumusan model propagasi Okumura-Hata dapat dituliskan sebagai berikut [2]:

$$Pl = 46,3 + 33,9 \log f - 13,82 \log hB - a(hR) + 44,9 - 6,55 \log hB \log d + C \quad (2.9)$$

$$a(hR) = 1,1 \log f - 0,7 hR - 1,56 \log f - 0,8 \quad (2.10)$$

dimana:

Pl = Path Loss (dB)

f = Frekuensi (MHz)

hB = tinggi base station (m)

hR = tinggi user equipment (m)

d = jarak antara base station dan user equipment (m)

$a(hR)$ = faktor koreksi tinggi antenna base station

2.2.3.2 COST-231 Walfisch-Ikegami

Model empirik COST-231 Walfisch-Ikegami merupakan kombinasi antara model J. Walfisch dan F. Ikegami. Tingkat akurasi dari model empirik ini cukup tinggi karena dalam lingkungan *urban* khususnya dalam propagasi diatas bangunan (*multiple diffraction*) merupakan hal utama. Berikut ini merupakan rumusan untuk mencari nilai *pathloss* pada model propagasi COST-231 Walfisch-Ikegami [6]:

$$Pl = Lo + Lrts + Lmsd \quad ; Lrts + Lmsd > 0 \quad (2.11)$$

$$Pl = Lo \quad ; Lrts + Lmsd \leq 0 \quad (2.12)$$

Dimana untuk mencari Lo menggunakan rumus [5]:

$$Lo = 32,44 + 20 \log (f) + 20 \log (d) \quad (2.13)$$

Dimana untuk mencari $Lrts$:

$$Lrts = -16,9 - 10 \log (w) + 10 \log (f) + 20 \log (hroof - hr) + Lori \quad (2.14)$$

Dimana untuk mencari $Lori$ menggunakan rumus :

$$Lori = -10 + 0,354 \frac{\varphi}{deg} \quad ; 0^\circ \leq \varphi < 35^\circ \quad (2.15)$$

$$Lori = 2,5 + 0,075 \left(\frac{\varphi}{deg} - 35 \right) \quad ; 35^\circ \leq \varphi < 55^\circ \quad (2.16)$$

$$L_{ori} = 4 + 0,114 \left(\frac{\varphi}{deg} - 35 \right) \quad ; 55^\circ \leq \varphi < 90^\circ \quad (2.17)$$

Dan untuk mencari Lmsd adalah :

$$L_{msd} = bsh + K_a + K_d \log d + k_f \log f - 9 \log b \quad (2.18)$$

$$L_{bsh} = -18,1 + h_{Tx} - h_{roof} \quad ; \quad h_{Tx} > h_{roof} \quad (2.19)$$

$$= 0 \quad ; \quad h_{Tx} < h_{roof}$$

$$K_a = 54 \quad ; \quad h_{Tx} > h_{roof}$$

$$= 54 - 0,8(h_{Tx} - h_{roof}) \quad ; \quad d \geq 0,6 \text{ km dan } h_{Tx} \leq h_{roof} \quad (2.20)$$

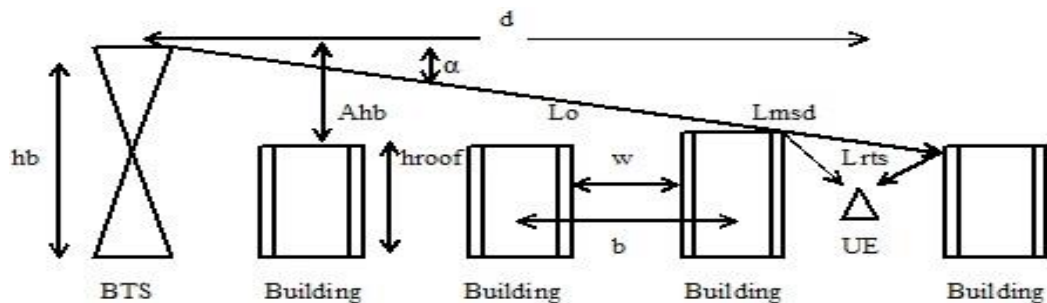
$$= 54 - 0,8(h_{Tx} - h_{roof}) \frac{d}{0,5} \quad ; \quad d < 0,5 \text{ km dan } h_{Tx} \leq h_{roof} \quad (2.21)$$

$$K_d = 18 \quad ; \quad h_{Tx} > h_{roof}$$

$$= 18 - 15 \frac{h_{Tx} - h_{roof}}{h_{roof} - h_{tx}} \quad ; \quad h_{Tx} < h_{roof} \quad (2.22)$$

$$K_f = 0,7 \left(\frac{f}{9,25} - 1 \right) \quad ; \text{ for medium sized city} \quad (2.23)$$

$$= 1,5 \left(\frac{f}{9,25} - 1 \right) \quad ; \text{ for metropolitan city} \quad (2.24)$$



Gambar 2.2 Parameter pada Model COST-231 (Walfisch-Ikegami) [5]

Dimana:

Pl = Path Loss (dB)

Lo = free space loss (dB)

Lrts = difraksi atap gedung dengan jalan raya dan scatter loss (dB)

Lmsd = multiscreen loss (dB)

f = Frekuensi (MHz)

hb = tinggi base station (m)

hr = tinggi UE (m)

hroof = tinggi rooftop (m)

d = jarak antara base station dan UE (km)

b = jarak antara dua gedung (m)

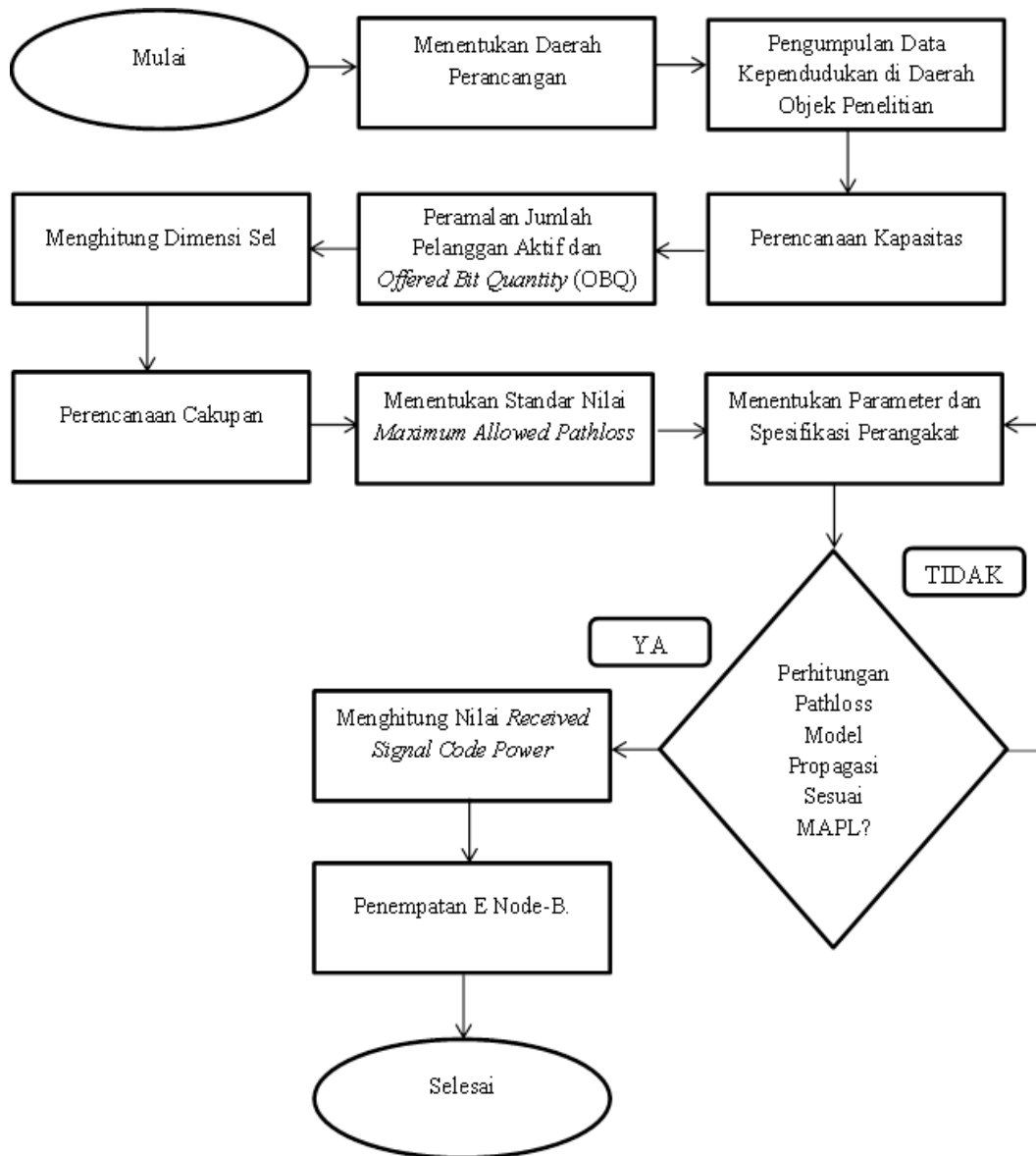
w = lebar jalan raya (m)

UE = user equipment (m)

BAB 3

METODOLOGI

Perancangan pada penelitian ini melewati beberapa proses untuk menyelesaikannya, hal tersebut bisa ditampilkan dalam diagram alir sebagaimana pada Gambar 3.1 berikut.



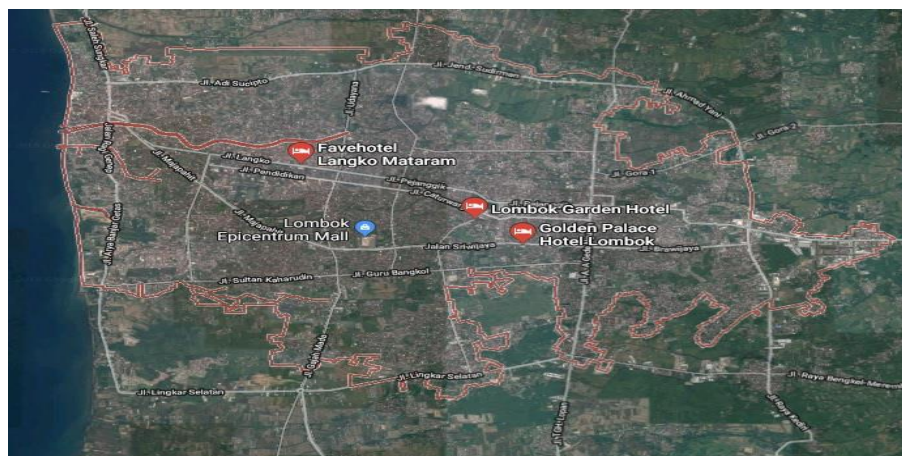
Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan

Tahap pertama menentukan daerah mana perancangan akan dibuat. Penentuan daerah objek penelitian mempertimbangkan potensi dan kondisi lingkungan pada daerah tersebut. Langkah berikutnya yaitu pengumpulan data kependudukan yang digunakan sebagai acuan dalam peramalan jumlah pengguna. Data kependudukan diambil berdasarkan survei dari salah satu lembaga survei milik pemerintah daerah setempat Selanjutnya masuk ke tahap perancangan dimana dalam tahap ini terdapat 2 metode, yaitu *capacity planning* dan *coverage planning*.

Dalam *capacity planning*, langkah yang harus dilakukan yaitu menentukan jumlah pelanggan efektif di daerah rancangan tersebut, kemudian perhitungan *Offered Bit Quantity* (OBQ) dan dilanjutkan dengan menghitung dimensi sel. Sementara dalam *coverage planning*, langkah yang harus dilakukan yaitu menentukan spesifikasi perangkat antara *base station* dan *user equipment* agar dapat menghitung *link budget*. Dalam perhitungan link budget, parameter yang dicari adalah *maximum allowed pathloss* (MAPL) sebagai batas maksimal *pathloss* baik dari arah *uplink* maupun *downlink*. Langkah selanjutnya menghitung *pathloss* sesuai dengan propagasi yang akan digunakan. Dalam hal ini, nilai *pathloss* harus lebih rendah dari nilai MAPL. Jika nilai *pathloss* telah memenuhi, langkah terakhir yaitu menghitung nilai RSCP dan menentukan peletakan e Node-B.

3.1 Kota Mataram

Kota Mataram merupakan ibukota provinsi Nusa Tenggara Barat yang dimana pusat pemerintahan berada di kota ini. Kota yang terletak di bagian barat pulau Lombok ini merupakan tempat dimana awal berkumpulnya para wisatawan yang akan berlibur ke daerah-daerah wisata yang ada di provinsi Nusa Tenggara Barat. Selain itu, kota dengan jumlah penduduk sebanyak 450.226 jiwa ini sedang gencar-gencarnya dalam hal pembangunan, terutama dalam hal infrastruktur penunjang di daerah wisata. Wilayah kota Mataram memiliki luas 61,3 km² yang terbagi menjadi 6 kecamatan, yaitu kecamatan Mataram, kecamatan Ampenan, kecamatan Cakranegara, kecamatan Sandubaya, kecamatan Sekarbela dan kecamatan Seleparang [10].

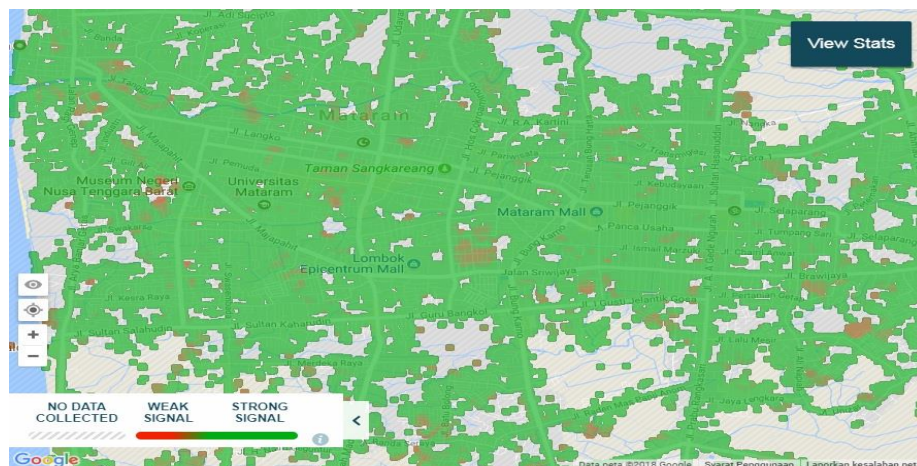


Gambar 3.2 Peta Kota Mataram [11]

Gambar 3.2 memuat informasi mengenai peta kota Mataram dimana didalam gambar tersebut, wilayah kota Mataram yaitu yang berada dalam rentang melingkar garis merah.

3.2 Perancangan Jaringan LTE

Perancangan jaringan LTE merupakan salah satu cara untuk mengoptimalkan fungsi dari kemajuan telekomunikasi saat ini. Meskipun banyak penyedia layanan telekomunikasi telah menerapkan LTE sejak beberapa tahun terakhir, namun penerapan tersebut belum mencakup keseluruhan daerah di Indonesia, terlebih di kota Mataram. Beberapa penyedia layanan telekomunikasi telah menerapkan LTE di kota Mataram sejak tahun 2016, namun penerapan ini dirasa kurang optimal dikarenakan masih banyak daerah yang belum terjangkau oleh layanan LTE, terutama di kecamatan-kecamatan perluasan, seperti kecamatan Sandubaya, Selaparang dan Sekarbela [3].



Gambar 3.3 Kualitas sinyal LTE di kota Mataram [3].

Gambar 3.3 memuat informasi kualitas sinyal LTE yang saat ini diterapkan di kota Mataram. Dapat dilihat dari gambar dimana area dengan warna hijau memiliki kualitas sinyal yang baik, dan masih banyak area yang kualitas sinyal LTE yang cukup buruk, bahkan tidak tersedia.

3.3 Data Kependudukan Kota Mataram

Untuk menunjang perancangan jaringan ini, adapun data kependudukan yang diperlukan antara lain : jumlah penduduk, luas daerah perancangan, kepadatan penduduk, jumlah usia angkatan kerja, dan laju pertumbuhan penduduk. Jumlah penduduk kota Mataram yaitu 450.226 jiwa di daerah yang berluaskan 61,3 km² ini. Oleh karena itu, kepadatan penduduk di kota Mataram mencapai 7.345 jiwa/km². Kecamatan Ampenan dan Mataram menjadi daerah yang paling padat dengan 9.275 jiwa/km² dan 7.758 jiwa/km².

Pada penelitian ini, kota Mataram dibagi menjadi 2 daerah *coverage*, yaitu daerah *urban* dan *sub urban*. Kecamatan yang termasuk dalam area *urban* antara lain kecamatan Mataram, kecamatan Ampenan dan kecamatan Cakranegara. Ketiga kecamatan ini merupakan kecamatan yang berdiri sejak awal berdirinya kota Mataram, sehingga di ketiga kecamatan ini banyak berdiri bangunan-bangunan tinggi seperti masjid, rumah sakit, hotel, dan mall. Sementara itu

kecamatan Sekarbela, kecamatan Seleparang dan kecamatan Sandubaya merupakan kecamatan perluasan yang terletak di pinggiran kota Mataram. Di ketiga kecamatan ini masih jarang terlihat pusat perbelanjaan modern, bangunan-bangunan tinggi di ketiga kecamatan ini masih sangat jarang, sehingga ketiga kecamatan ini dikategorikan sebagai daerah sub-urban.

Tabel 3.1 Kepadatan penduduk kota Mataram [10].

Kecamatan	Kepadatan Penduduk (Jiwa/Km ²) 2015	Laju Pertumbuhan (Persen) 2015
Ampenan	9.275	1,97
Sekarbela	6.293	3,9
Mataram	7.758	2,49
Selaparang	6.945	0,38
Cakranegara	6.927	0,7
Sandubaya	7.004	3,22
Kota Mataram	7.345	2,08

Tabel 3.1 menunjukkan bahwa kecamatan Ampenan merupakan kecamatan terpadat, sementara kecamatan sandubaya merupakan kecamatan dengan laju pertumbuhan tertinggi.

3.4 Capacity Planning

3.4.1 Menentukan jumlah pengguna dan kepadatan potensial pelanggan (σ)

Setelah data kependudukan di dapatkan, langkah selanjutnya yaitu mengestimasi jumlah pengguna pada tahun 2018. Adapun jumlah pengguna 2018 dapat diestimasi berdasarkan dengan persentasi jumlah penduduk per-kecamatan dan laju pertumbuhan penduduk dengan formula sebagai berikut [2] :

$$\text{Jumlah user} = (\text{jumlah usia produktif tahun ke-N} \times \text{factor pertumbuhan daerah}) + \text{jumlah usia produktif tahun ke- N+1} \quad (3.1)$$

Dalam penelitian ini, jumlah pengguna adalah separuh dari jumlah penduduk pada usia produktif dikarenakan persentasi jumlah pengguna *smartphone* di Indonesia adalah 39% dari keseluruhan jumlah penduduk [12]. Setelah jumlah pengguna didapat, langkah selanjutnya yaitu menghitung nilai kepadatan potensial pelanggan (σ) yang dapat dicari berdasarkan hasil bagi antara jumlah pengguna pada tahun n dan luas daerah tersebut.

3.4.2 Analisis Kebutuhan Offered Bit Quantity (OBQ)

Setelah nilai kepadatan potensial pelanggan didapatkan, langkah selanjutnya yaitu menghitung nilai OBQ. OBQ sendiri diperlukan untuk merencanakan kebutuhan bit yang ditawarkan kepada pengguna. Selain itu, OBQ juga digunakan dalam mencari nilai luas cakupan sel (L). Dalam mencari nilai OBQ diperlukan beberapa parameter yaitu *duration call* (d), *Busy*

hours call attempt (BHCA), *penetration rate* (p) dan *bandwidth* di setiap layanan yang di tawarkan.

Adapun pada penelitian ini terdapat 6 layanan LTE yang ditawarkan yaitu [5]:

1. *Speech* (S)
2. *Simple Message* (SM)
3. *Switched Data* (SD)
4. *Medium Multimedia* (MMM)
5. *High Multimedia* (HM)
6. *High Interactive Multimedia* (HIM)

Berikut adalah parameter-parameter yang digunakan dalam mencari OBQ disertai dengan klasifikasi layanan yang ditawarkan [5]:

Tabel 3.2 *Net User Bitrate* dan *Penetration Rate* [5].

<i>Service Type</i>	<i>Net User Bitrate</i>		<i>Penetration Rate</i>
	<i>Uplink (kbps)</i>	<i>Downlink (kbps)</i>	%
<i>Speech</i> (S)	16	16	10%
<i>Simple Message</i> (SM)	14	14	25%
<i>Switched Data</i> (SD)	64	64	15%
<i>Medium Multimedia</i> (MMM)	64	384	15%
<i>High Multimedia</i> (HM)	128	2000	20%
<i>High Interactive Multimedia</i> (HIM)	128	128	15%

Tabel 3.3 *Call Duration* dan *Busy Hours Call Attempt* (BHCA) [5].

<i>Service Type</i>	<i>Duration (s)</i>	BHCA
<i>Speech</i> (S)	120	0,9
<i>Simple Message</i> (SM)	30	0,06
<i>Switched Data</i> (SD)	156	0,2
<i>Medium Multimedia</i> (MMM)	139	0,5
<i>High Multimedia</i> (HM)	533	0,15
<i>High Interactive Multimedia</i> (HIM)	180	0,1

Berdasarkan Tabel 3.2 dan 3.3, terdapat 4 parameter penunjang dalam menentukan nilai OBQ, yaitu *net user bitrate*, *penetration rate*, *duration* dan *busy call hours attempt*. Nilai-nilai tersebut diambil berdasarkan penelitian yang ada sebelumnya dengan kepadatan potensial pelanggan yang hampir sama dengan kepadatan potensial pelanggan pada objek penelitian ini.

3.4.2 Cell Dimensioning

Cell Dimensioning bertujuan untuk menentukan cakupan sel, jumlah sel yang dibutuhkan dan juga menghitung radius sel. Untuk mengetahui jenis modulasi yang digunakan, *user bitrate* di setiap sel, maka dapat menggunakan data pada Tabel 2.1 sebagai acuan dalam pemilihan

modulasi yang ingin digunakan. Pada perancangan ini, teknik modulasi yang dipilih adalah 64 QAM dikarenakan dengan kondisi kepadatan penduduk yang cukup tinggi dengan jangkauan wilayah yang tidak terlalu luas, modulasi 64 QAM dapat mengirimkan lebih banyak data dengan penggunaan daya yang lebih rendah [13]. Berdasarkan Tabel 2.1, teknik modulasi MIMO 64 QAM dapat mengirimkan *bitrate* yang lebih tinggi, hanya saja penerapannya kurang efisien jika diterapkan pada daerah yang tidak terlalu luas seperti kota Mataram.

Tabel 3.4 Spesifikasi e Node-B

Parameter	Nilai
Jenis Modulasi	64 QAM
User Bitrate	50,4 Mbps
Bandwidth	10 MHz

Tabel 3.4 memuat informasi mengenai spesifikasi e-Node B yang akan digunakan. 64 QAM dengan alokasi *bandwidth* 10 MHz dapat memuat *bitrate* sebesar 50,4 Mbps.

3.5 Coverage Planning

3.5.1 Link Budget

Perhitungan *link budget* merupakan perhitungan terhadap seluruh parameter dalam transmisi sinyal, mulai gain dan loss pada Tx hingga Rx. Untuk mendapatkan nilai estimasi gain dan loss mulai dari Tx hingga Rx, diperlukan perhitungan nilai *maximum allowed path losses* (*MAPL*) baik itu pada arah *uplink* maupun *downlink*.

Tabel 3.5 Parameter *uplink budget* [14].

Data rate (kbps)		2400 Kbps
Transmitter – UE		
a	Max. TX power (dBm)	23
b	TX antenna gain (dBi)	0
c	Body loss (dB)	2
d	EIRP (dBm)	21 (a + b – c)
Receiver – eNode B		
e	Node B noise figure (dB)	3
f	Thermal noise (dBm)	-104,5 ($k \cdot T \cdot B$)
g	SINR (dB)	-3,3
h	Receiver sensitivity (dBm)	-107,8 (g + h)
i	Fade Margin (dB)	9
j	Interference Margin (dB)	3
k	RX antenna gain (dB)	19
l	Feeder Loss (dB)	2
Maximum allowed path loss		133,8 = d – h – i – j + k – l

Tabel 3.5 dan Tabel 3.6 menjelaskan parameter yang diterapkan untuk memperoleh nilai *MAPL* yang sesuai dengan perangkat baik pada *transmitter* maupun *receiver*. Tabel 3.5 menjelaskan spesifikasi perangkat pada arah *uplink* baik pada *transmitter* dan *receiver*.

Sementara Tabel 3.6 menjelaskan spesifikasi perangkat pada arah *downlink*. Penentuan parameter MAPL diambil berdasarkan parameter yang dijelaskan pada Tabel 2.2.

Tabel 3.6 Parameter MAPL pada saat *downlink* [14].

Data rate (kbps)		3600 Kbps
Transmitter – UE		
A	Max. TX power (dBm)	46
B	TX antenna gain (dBi)	17
C	Body loss (dB)	2
D	EIRP (dBm)	61,0 (a + b - c)
Receiver – eNode B		
E	Node B noise figure (dB)	7
F	Thermal noise (dBm)	-104,5 ($k \cdot T \cdot B$)
G	SINR (dB)	-2
H	Receiver sensitivity (dBm)	-106,5 (f + g)
I	Fade Margin	9
J	Interference Margin (dB)	8
K	RX antenna gain (dBi)	0
L	Body Loss (dB)	2
Maximum allowed path loss		148,5 = d – h – i – j + k – l

3.5.2 Propagasi Gelombang Radio

Penelitian ini akan mencoba untuk menguji 2 propagasi yaitu model propagasi Okumura-Hatta dan model propagasi COST-231 Walfisch-Ikegami. Nilai *pathloss* dari kedua propagasi ini akan dihitung dan akan disesuaikan sesuai dengan daerah-daerah morfologi yang terdapat di kota Mataram. Nilai *pathloss* dari model propagasi Okumura-Hatta dapat dihitung menggunakan persamaan (2.9), sementara nilai *pathloss* dari model propagasi COST-231 Walfisch-Ikegami dapat dihitung dengan persamaan (2.11).

Pada model propagasi Okumura-Hatta, spesifikasi yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.7 :

Tabel 3.7 Spesifikasi Model Propagasi Okumura-Hatta

Spesifikasi Okumura-Hatta	
Frekuensi	1800 MHz
Frekuensi Uplink	1750 MHz
Frekuensi Downlink	1850 MHz
Tinggi Penerima (hR)	1,5-1,85 m
Tinggi Pengirim (hT)	45 m

Sementara pada model propagasi COST-231 Walfisch-Ikegami spesifikasi yang diterapkan dapat dilihat pada Tabel 3.8 :

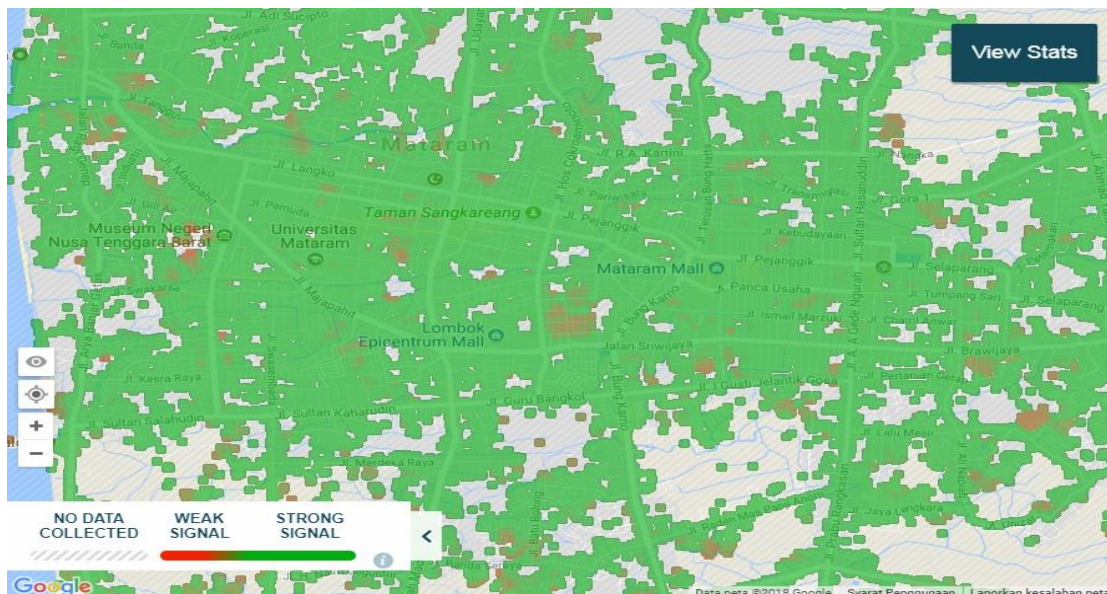
Tabel 3.8 Spesifikasi Model Propagasi COST-231 Walfisch-Ikegami

Spesifikasi COST-231 Walfisch-Ikegami	
Frekuensi	1800 MHz
Frekuensi Uplink	1750 MHz
Frekuensi Downlink	1850 MHz
Tinggi Penerima (hR)	1,5-1,85 m
Tinggi Pengirim (hT)	45 m
Tinggi Bangunan Penghalang	3-33 m
Jarak Antar Bangunan	1-31 m
Lebar Jalan	1-31 m
Sudut Relatif Terhadap Jalan	90°

Pada Tabel 3.7 dan Tabel 3.8 dijelaskan bahwa frekuensi utama yang digunakan adalah 1800 MHz, namun karena menggunakan teknik *Frequency Division Duplexing* maka frekuensi antara *uplink* dan *downlink* terbagi menjadi 2 yaitu pada 1750 MHz pada saat *uplink* dan 1850 MHz pada saat *downlink*.

3.6 Pemetaan Sel

Langkah terakhir dalam penelitian ini yaitu menentukan lokasi peletakan e-Node B. Dalam menentukan lokasi penempatan e-Node B ada beberapa hal yang harus diperhatikan, antara lain lokasi peletakan yang tidak boleh terlalu dekat dengan rumah warga, lokasi peletakan harus bisa mengcover pelanggan dalam jumlah besar dan diutamakan daerah-daerah yang tidak tercakup dalam rancangan sebelumnya [3].



Gambar 3.4 Kualitas sinyal provider “x” di kota Mataram [3].

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Jumlah Pengguna

Berdasarkan data kependudukan kota Mataram tahun 2015, terdapat 286.127 jiwa penduduk dengan usia angkatan kerja (15-54 tahun). Dari data tersebut, dapat diramalkan jumlah pengguna layanan LTE untuk tahun 2018 dengan mempertimbangkan jumlah persentase populasi dan laju pertumbuhan penduduk. Namun karena di Indonesia persentase pengguna *smartphone* yang mendukung fitur LTE hanya 39% dari seluruh jumlah penduduk, maka diasumsikan bahwa pengguna layanan LTE hanya separuh dari jumlah penduduk pada usia angkatan kerja.

Tabel 4.1 Peramalan jumlah pengguna pada tahun 2018.

Kecamatan	Persentasi	Laju Pertumbuhan	Usia Produktif	Pengguna 2016	Pengguna 2017	Pengguna 2018
Ampenan	0,1948	0,0197	55.737,53	27.868,76	28.417,78	28.977,61
Sekarbela	0,1442	0,039	41.259,51	20.629,75	21.434,31	22.270,25
Mataram	0,1854	0,0249	53.047,94	26.523,97	27.184,41	27.861,31
Selaparang	0,1661	0,0038	47.525,69	23.762,84	23.853,14	23.943,78
Cakranegara	0,1487	0,007	42.547,08	21.273,54	21.422,45	21.572,41
Sandubaya	0,1608	0,0322	46.009,22	23.004,61	23.745,35	24.509,95
Kota Mataram	1	0,0208	286127	143.063,5	146.039,22	149.076,83

Berdasarkan Tabel 4.1, dapat diketahui bahwa untuk tahun 2018 diramalkan jumlah pengguna di kota Mataram sebanyak 149.076,83 jiwa dimana kecamatan Ampenan merupakan kecamatan dengan jumlah pengguna terbanyak, yaitu 28.977,61 jiwa.

4.1.1 Perhitungan Jumlah Kepadatan Potensial Pelanggan

Kepadatan potensial pelanggan dapat dicari dengan cara pembagian jumlah pelanggan dengan luas daerah di tiap-tiap *coverage* di kota Mataram.

Tabel 4.2 Kepadatan Potensial Pelanggan

Kecamatan	Luas Daerah (km ²)	Coverage	Jumlah Pengguna			Σ		
			2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ampenan	40.05	Urban	75.666,29	77.024,66	78.411,34	1.889,295	1.923,213	1.957,836
Mataram								
Cakranegara								
Sekarbela	21.25	Sub Urban	67.397,21	69.032,82	70.724	3.171,633	3.248,603	3.328,188
Sandubaya								
Selaparang								

Berdasarkan Tabel 4.2, dapat diketahui bahwa jumlah kepadatan potensial pelanggan pada daerah *sub-urban* lebih besar dikarenakan kepadatan penduduk di kecamatan Sekarbela, Sandubaya dan Selaparang lebih besar dibandingkan dengan kecamatan yang ada pada daerah *urban*.

4.2 Perhitungan Offered Bit Quantity (OBQ)

Selanjutnya menghitung nilai OBQ dengan cara memasukkan persamaan 2.1 dengan parameter-parameter yang telah ditentukan berdasarkan Tabel 3.3 – Tabel 3.6.

Tabel 4.3 Nilai OBQ di daerah *urban*

Layanan	Pengguna//km ²	d	BHCA	BW layanan	Penetrasi Layanan	OBQ (bps//km ²)
S	1.957,836	120	0,9	16	10%	338.314,1016
SM	1.957,836	30	0,06	14	25%	12.334,36829
SD	1.957,836	156	0,2	64	15%	586.411,1094
MM	1.957,836	139	0,5	383	15%	7.817.199,577
HM	1.957,836	533	0,15	2.000	20%	62.611.602,82
HIM	1.957,836	180	0,1	128	15%	676.628,2031
Total OBQ						72.042.490,18

Total bit yang ditawarkan pada daerah *urban* sebesar 72.042.490,18 bit/km². Jika di konversikan maka menjadi 72,042 Mb/km². Nilai ini nantinya akan digunakan sebagai acuan dalam perhitungan luas sel yang akan didesain.

Tabel 4. 4 Nilai OBQ di daerah *sub-urban*

Layanan	Pengguna/km ²	d	BHCA	BW layanan	Penetrasi Layanan	OBQ (bps//km ²)
S	3.328,188	120	0,9	16	10%	575.110,9559
SM	3.328,188	30	0,06	14	25%	20.967,58693
SD	3.328,188	156	0,2	64	15%	996.858,9902
MM	3.328,188	139	0,5	383	15%	13.288.707,45
HM	3.328,188	533	0,15	2000	20%	106.435.465,1
HIM	3.328,188	180	0,1	128	15%	1.150.221,912
Total OBQ						122.467.332

Total bit yang ditawarkan pada daerah *urban* sebesar 122.467.332 bit/km². Jika di konversikan maka menjadi 122,46 Mb/km². Nilai ini nantinya akan digunakan sebagai acuan dalam perhitungan luas sel yang akan didesain.

4.3 Perhitungan Dimensi Sel

Setelah nilai OBQ didapatkan, maka langkah selanjutnya yaitu menghitung dimensi sel dengan persamaan (2.2), (2.4) dan (2.6). Adapun spesifikasi sel yang digunakan yaitu spesifikasi sel yang umum digunakan di Indonesia, sesuai dengan Tabel 3.3. Dalam hal ini, penggunaan sel

di setiap pembagian wilayah berbeda karena disesuaikan dengan jumlah pelanggan potensialnya sehingga antara daerah *urban* dan sub-*urban* memiliki nilai luas *site*, radius sel dan jumlah *site* yang berbeda.

4.3.1 Dimensi Sel Daerah *Urban* (Mataram, Ampenan, Cakeranegara)

$$\begin{aligned} \text{Luas } \textit{site} &= \frac{50,4 \text{ Mhz} \times 3}{72,04} \\ &= \mathbf{2,098 \text{ km}^2/\textit{sel}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah eNode B} &= \frac{40,05 \text{ km}^2}{2,098 \text{ km}^2/\textit{sel}} \\ &= \mathbf{19,08 \text{ sel (20)}} \end{aligned}$$

Perhitungan jumlah e-Node B dibulatkan menuju angka yang lebih besar untuk memaksimalkan jangkauan sel.

$$\begin{aligned} \text{Radius} &= \frac{\sqrt{2,098 \text{ km}^2/\textit{sel}}}{1,95 \times 2,6} \\ &= \mathbf{0,6432 \text{ km}} \end{aligned}$$

4.3.2 Dimensi Sel Daerah Sub-*Urban* (Sekarbela, Sandubaya, Selaparang)

$$\begin{aligned} \text{Luas } \textit{site} &= \frac{50,4 \text{ Mbps} \times 3}{122,46 \text{ Mbps}} \\ &= \mathbf{1,2346 \text{ km}^2/\textit{sel}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah eNode B} &= \frac{21,25 \text{ km}^2}{1,2346 \text{ km}^2/\textit{sel}} \\ &= \mathbf{17,21 (18 \text{ sel})} \end{aligned}$$

Perhitungan jumlah e-Node B dibulatkan menuju angka yang lebih besar untuk memaksimalkan jangkauan sel.

$$\begin{aligned} \text{Radius} &= \frac{\sqrt{1,2346 \text{ km}^2/\textit{sel}}}{1,95 \times 2,6} \\ &= \mathbf{0,4934 \text{ km}} \end{aligned}$$

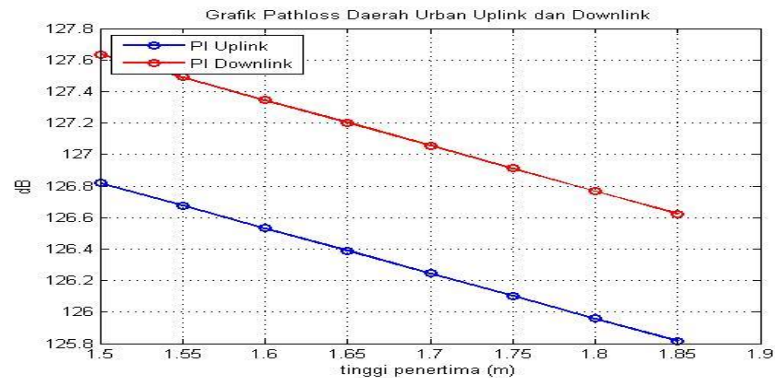
4.4 Perhitungan *Pathloss* Propagasi.

4.4.1 *Pathloss* Pada Model Propagasi Okumura-Hatta

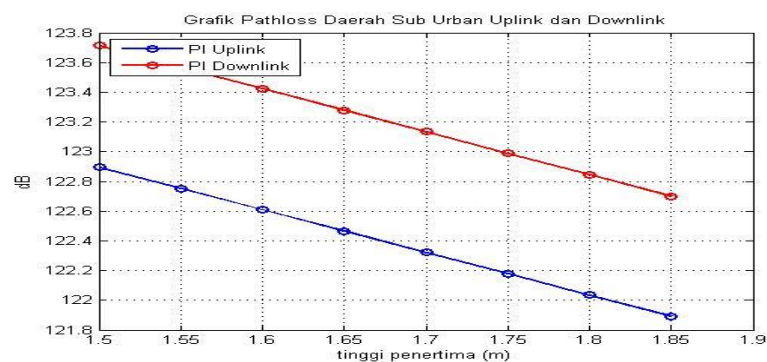
Berdasarkan parameter-parameter yang terdapat pada Tabel 3.7, maka *pathloss* pada model propagasi Okumura-Hatta dapat dicari dengan memasukkan parameter-parameter tadi ke dalam persamaan (2.6). Berikut hasil dari perhitungan *pathloss* pada saat *uplink* dan *downlink* pada daerah *urban* dan *sub-urban*.

Tabel 4. 5 Hasil perhitungan *pathloss* pada transmisi *uplink* dan *downlink* pada daerah *urban* dan *sub-urban*

Tinggi Penerima (m)	PL <i>Urban</i>		PL <i>Sub Urban</i>	
	Uplink (dB)	Downlink (dB)	Uplink (dB)	Downlink (dB)
1,5	126,81979	127,6357492	122,896567	123,712527
1,55	126,676422	127,4910548	122,753199	123,567832
1,6	126,533055	127,3463603	122,609833	123,423138
1,65	126,389688	127,2016659	122,466466	123,278443
1,7	126,246321	127,0569714	122,323099	123,133749
1,75	126,102954	126,912277	122,179732	122,989055
1,8	125,959587	126,7675825	122,036364	122,84436
1,85	125,81622	126,6228881	121,892997	122,699665



Gambar 4.1 Grafik *pathloss* daerah *urban* pada saat *uplink* dan *downlink*.



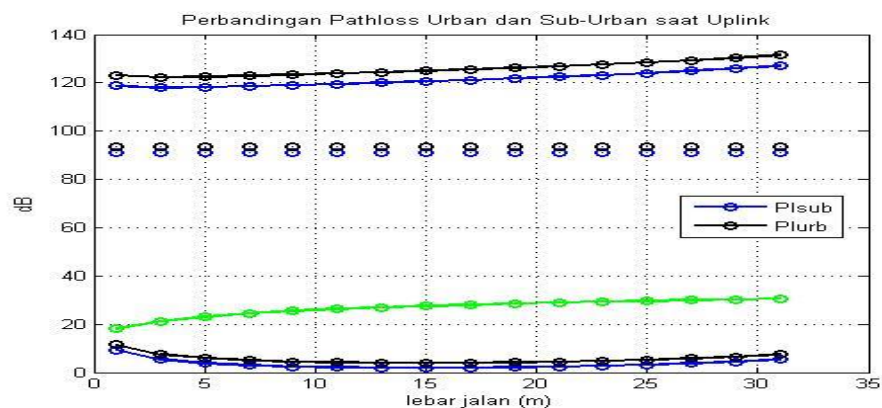
Gambar 4.2 Grafik *pathloss* daerah *sub-urban* pada saat *uplink* dan *downlink*.

Pada model propagasi ini, parameter yang mempengaruhi adalah tinggi dari penerima karena parameter ini tidak mempertimbangkan adanya *loss* penghalang antara Tx dengan Rx. Dalam penelitian ini, model propagasi Okumura-Hatta digunakan pada daerah sub-urban karena di daerah sub-urban kota Mataram jarang ditemui bangunan-bangunan yang penghalang yang memiliki difraksi tinggi terhadap *pathloss* antara Tx dengan Rx.

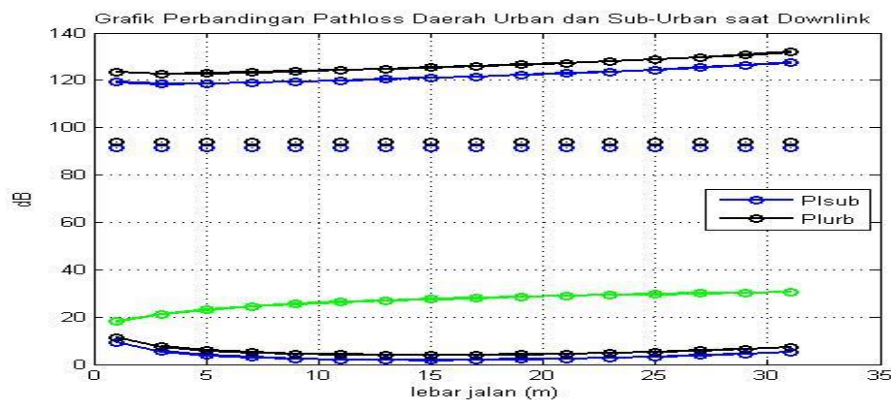
Berdasarkan Tabel 4.4, hasil perhitngan *pathloss* pada model propagasi Okumura-Hatta telah sesuai dengan standar MAPL yang diperbolehkan baik pada saat transmisi *uplink* maupun *downlink* di daerah *urban* dan *sub-urban*, yaitu dibawah 133,8 dB pada saat *uplink* dan 148,5 pada saat *downlink*.

4.4.2 Pathloss Pada Model Propagasi COST-231 Walfisch-Ikegami

Berdasarkan parameter-parameter yang terdapat pada Tabel 3.7, maka *pathloss* pada model propagasi COST-231 Walfisch-Ikegami dapat dicari dengan memasukkan parameter-parameter tadi ke dalam persamaan (2.7). Berikut hasil dari perhitungan *pathloss* pada saat *uplink* dan *downlink* pada daerah *urban* dengan asumsi semakin tinggi bangunan maka lebar jalan dan jarak antar bangunan semakin besar.



Gambar 4.3 Perbandingan grafik *pathloss* daerah *urban* dan sub-urban pada transmisi *uplink*.



Gambar 4.4 Grafik *pathloss* daerah sub urban pada saat *downlink*.

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan *pathloss* terhadap lebar jalan, tinggi bangunan dan jarak antar gedung saat *uplink* pada daerah *urban* dan *sub-urban*.

Lebar Jalan	Jarak Antar Bangunan	Tinggi Bangunan	Lo Sub-Urban	Lo Urban	L rts	Lmsd Sub-Urban	Lmsd Urban	PI Sub-Urban	PI Urban
1	1	3	91,164	93,46	18,14	9,402	11,47	118,71	123,08
3	3	5	91,164	93,46	21,27	5,48	7,553	117,91	122,29
5	5	7	91,164	93,46	23,117	3,87	5,94	118,15	122,53
7	7	9	91,164	93,46	24,415	2,971	5,044	118,55	122,92
9	9	11	91,164	93,46	25,41	2,423	4,496	119,0	123,37
11	11	13	91,164	93,46	26,22	2,09	4,171	119,49	123,86
13	13	15	91,164	93,46	26,91	1,93	4,007	120,01	124,38
15	15	17	91,164	93,46	27,50	1,89	3,96	120,56	124,93
17	17	19	91,164	93,46	28,021	1,966	4,038	121,15	125,52
19	19	21	91,164	93,46	28,48	2,13	4,205	121,78	126,16
21	21	23	91,164	93,46	28,906	2,39	4,46	122,46	126,84
23	23	25	91,164	93,46	29,28	2,74	4,82	123,2	127,57
25	25	27	91,164	93,46	29,64	3,205	5,27	124,01	128,38
27	27	29	91,164	93,46	29,96	3,77	5,84	124,9	129,28
29	29	31	91,164	93,46	30,26	4,47	6,54	125,9	130,28
31	31	33	91,164	93,46	30,55	5,33	7,404	127,04	131,42

Tabel 4.7 Hasil perhitungan *pathloss* terhadap lebar jalan, tinggi bangunan dan jarak antar gedung di daerah *urban* dan *sub-urban* pada saat *downlink*.

Lebar Jalan	Jarak Antar Bangunan	Tinggi Bangunan	Lo Sub-Urban	Lo Urban	L rts	Lmsd Sub-Urban	Lmsd Urban	PI Sub-Urban	PI Urban
1	1	3	91,64	93,95	18,14	9,33	11,41	119,13	123,5
3	3	5	91,64	93,95	21,27	5,41	7,48	118,33	122,7
5	5	7	91,64	93,95	23,11	3,81	5,88	118,57	122,95
7	7	9	91,64	93,95	24,41	2,906	4,9	118,96	123,34
9	9	11	91,64	93,95	25,41	2,35	4,43	119,42	123,79
11	11	13	91,64	93,95	26,22	2,03	4,107	119,9	124,28
13	13	15	91,64	93,95	26,91	1,87	3,94	120,42	124,803
15	15	17	91,64	93,95	27,501	1,83	3,905	120,98	125,35
17	17	19	91,64	93,95	28,021	1,901	3,97	121,57	125,94
19	19	21	91,64	93,95	28,486	2,068	4,14	122,2	126,57
21	21	23	91,64	93,95	28,9	2,32	4,401	122,88	127,25
23	23	25	91,64	93,95	29,28	2,68	4,75	123,62	127,9
25	25	27	91,64	93,95	29,64	3,14	5,213	124,42	128,804
27	27	29	91,64	93,95	29,96	3,71	5,78	125,32	129,69
29	29	31	91,64	93,95	30,26	4,409	6,48	126,32	130,70
31	31	33	91,64	93,95	30,5	5,26	7,33	127,46	131,84

Pada model propagasi Walfisch-Ikegami, lingkungan di sekitar penerima cukup mempengaruhi nilai *pathloss* karena pada model propagasi ini mempertimbangkan lebar jalan, tinggi bangunan, dan jarak antar bangunan sebagai parameter untuk mencari nilai dari *roof top to street diffraction and scatter loss* (Lrts) dan *multiscreen diffraction loss* (Lmsd). Model propagasi ini sangat cocok digunakan di daerah *urban* kota Mataram yang memiliki banyak bangunan tinggi dan jarak antar bangunan beragam.

Berdasarkan Tabel 4.5, hasil perhitungan *pathloss* pada model propagasi Okumura-Hatta telah sesuai dengan standar MAPL yang diperbolehkan baik pada saat transmisi *uplink* maupun *downlink* di daerah *urban* dan *sub-urban*, yaitu dibawah 133,8 dB pada saat *uplink* dan 148,5 pada saat *downlink*.

4.5 Perhitungan RSCP

Berdasarkan Tabel 3.4 dan Tabel 3.5, didapatkan nilai MAPL pada arah *uplink* sebesar 133,8 dB dan MAPL arah *downlink* sebesar 148,5 dB. Dari spesifikasi *transmitter* yang ada, ketika transmisi *downlink* nilai EIRP berdasarkan Tabel 3.5 yaitu sebesar 61,0 dBm. Nilai ini kemudian dimasukkan ke dalam persamaan 2.5 untuk mendapatkan nilai RSCP. Adapun parameter-parameter yang tidak terdapat pada Tabel MAPL sebagai berikut :

Tabel 4.8 Parameter dalam mencari nilai RSCP.

Parameter	Nilai
Wall loss	18 dB
Body loss	2 dB
Path loss 4G	131,84 dB
Handover	0 dB
Fading margin	9 dB

Dengan parameter tersebut, maka RSCP dapat dicari dengan persamaan 2.5 dan menghasilkan :

$$\begin{aligned}
 \text{RSCP} &= 61,0 \text{ dBm} - 18 \text{ dB} - 2 \text{ dB} - 131,84 \text{ dB} - (0 \text{ dB} + 9 \text{ dB}) \\
 &= -99,84 \text{ dB} \\
 &= -69,84 \text{ dBm}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 2.3, nilai RSCP termasuk dalam kategori *excellent* karena berada pada rentang -80 dBm sampai -30 dBm.

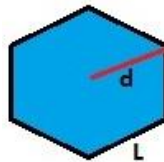
4.6 Pemetaan Sel

Berdasarkan hasil dari keseluruhan tahapan perencanaan dan analisis kekuatan sinyal, maka didapatkan hasil untuk pemetaan dan peletakan sel yaitu sebagai berikut:



Gambar 4.5 Pemetaan peletakan e-Node B untuk daerah *urban* dan *sub-urban*.

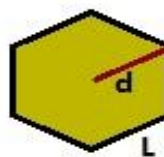
Keterangan :



Gambar 4.6 Dimensi sel pada daerah *urban*.

Tabel 4.8 Spesifikasi dimensi sel pada daerah *urban*.

Parameter	Nilai
Teknik Modulasi	64 QAM
Bitrate	50,4 Mbps
Channel Bandwidth	10 MHz
Radius Cell (d)	0,6432 km
Luas Site (L)	2,098 km ²
Jumlah Site	20



Gambar 4.7 Dimensi sel pada daerah *sub-urban*.

Tabel 4.9 Spesifikasi dimensi sel pada daerah *sub-urban*.

Parameter	Nilai
Teknik Modulasi	64 QAM
Bitrate	50,4 Mbps
Channel Bandwidth	10 MHz
Radius Cell (d)	0,4934 km
Luas Site (L)	1,2346 km ²
Jumlah Site	18

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini didapatkan beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Perancangan jaringan LTE di kota Mataram menggunakan 2 model propagasi, yaitu model propagasi Okumura-Hatta dan Walfisch-Ikegami yang dimana model propagasi Okumura-Hatta digunakan pada daerah *sub-urban* dan model propagasi Walfisch-Ikegami digunakan di daerah *urban*. Dari pemetaan sel yang dilakukan, hampir keseluruhan dari wilayah kota Mataram telah tercakupi, hanya saja masih ada beberapa daerah perbatasan yang belum tercakupi.
2. Perhitungan nilai *pathloss* di setiap model propagasi telah sesuai standar karena tidak melebihi nilai MAPL, dimana nilai *pathloss* pada model propagasi Okumura-Hatta yang digunakan pada daerah *sub-urban* sebesar 121,8929 pada arah *uplink* dan 122,6996 pada arah *downlink*. Sementara nilai *pathloss* pada model propagasi Walfisch-Ikegami sebesar 131,42 pada saat transmisi *uplink* dan 131,84 pada saat transmisi *downlink*, dengan nilai MAPL 133,8 dB pada arah *uplink* dan 148,5 pada arah *downlink*.
3. Nilai RSCP yang didapatkan sebesar -69,84 dBm, nilai ini termasuk dalam kategori *excellent*.

5.2 Saran

1. Diharapkan dalam penelitian berikutnya menggunakan data terbaru demi akurasi perancangan.
2. Penelitian berikutnya dapat membahas secara mendalam mengenai kinerja dari perancangan ini.
3. Masih terdapat beberapa e-Node B yang diletakkan di kecamatan yang tidak sesuai dengan pembagian morfologinya.
4. Perlunya penambahan BTS di daerah-daerah perbatasan kota Mataram dengan kabupaten lain, juga diperlukannya penambahan BTS hotel agar dapat memaksimalkan jangkauan yang terhalang oleh gedung-gedung tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Seifu, "LTE Radio Network Planning: Modeling Approaches for the Case of Addis Ababa," *Addis Ababa Univ.*, 2012.
- [2] N. H. M. R, F. Istiqomah, M. Dickri, and N. Indah, "Perancangan Jaringan Seluler 4G LTE Frekuensi 1780 - 1875 MHz di Provinsi Papua Barat," *Telcom Univ.*, no. 1, pp. 1–11, 2015.
- [3] OpenSignal, "Drive Test Kota Mataram" 2018. [Online] Available : <https://opensignal.com/KotaMataram>.
- [4] I. Santoso and U. Diponegoro, "Perencanaan Jaringan Long Term Evolution (LTE) Time Division Duplex (TDD) 2300 MHz di Semarang Tahun 2015," *Univ. Di*, no. January 2014, 2016.
- [5] M. I. R. Fahmi, "Analisis Perancangan BTS HOTEL Pada Kawasan Kampus di ITS Sukolilo-Surabaya," *Inst. Teknol. Surabaya*, 2016.
- [6] S. Hutauruk, "Simulasi Model Empiris Okumura-Hatta dan Model COST 231 Walfisch-Ikegami untuk Rugi Saluran Pada Komunikasi Selular," *Univ. HKBP Nommensen Medan*, vol. 2011, no. Semantik, 2011.
- [7] C. S. Inc, "The Link Budget and Fade Margin," *Campbell Sci. Inc.*, 2016.
- [8] N. I. Dewa Made Mahendra, Panda Ketut, "Analisis Parameter Jaringan HSDPA Kondisi Indoor dengan Tems Investigation dan G-Nettrack Pro," *Univ. Udayana*, no. July, 2016.
- [9] L. Zhang, "Network Capacity, Coverage Estimation and Frequency Planning of 3GPP Long Term Evolution," *Lingkoping Univ.*, 2010.
- [10] BPS, "Mataram Dalam Angka," 2017. [Online]. Available: <https://www.mataramkota.bps.go.id>.
- [11] GoogleEarth, "Maps of Mataram," 2018. [Online]. Available: <https://earth.google.com/web/@-8.58874595,116.12022948,25.94516219a,22991.59815723d,35y,0h,0t,0r/data=CIEaTxJHCiUweDJkY2RiZjU5MWE3ZjVIYzc6MHg4MzBiMTIyYmRkMTAxZGM1GZcjGpO0MSHAIQ-mF2tuB11AKgxLb3RhIE1hdGFyYW0YAiABKAI>.
- [12] E Market, "4G LTE Smartphone Users ," 2016. [Online] Available : <https://emarketer.com/m/2-billion-consumers-worldwide-smartphones-by-2016/1011694>.
- [13] S. Kusmaryanto, "Quadrature Amplitudo Modulation-64," *Univ. Brawijaya*, 2013.
- [14] ECC, "ECC Report 199," *ECC*, no. May, 2013.

LAMPIRAN 1

Tabel lokasi peletakan e-Node B pada daerah *urban*.

Nomor E Node-b	Lokasi Penempatan
1	Jalan Banda, Kp. Dayan Peken, Ampenan.
2	Jalan Lestari Kp. Pejarakan, Pejarakan Karya, Ampenan.
3	Gang Al-Rahman Raya, Kelurahan Ampenan Utara, Ampenan.
4	Jalan Ahmad Yani Gg. 5, Sayang-sayang, Cakeranegara.
5	Jalan Langko, Kp. Muhajirin, Dasan Agung Baru, Mataram.
6	Jalan Puring, Kp. Dasan Sari, Mataram.
7	Jalan Pejanggik, Gg. Indraloka, Mataram.
8	Jalan Ngurah Rai, Kp. Sindu, Cakeranegara.
9	Arya Banjar Getas, Gg. Lumba-Lumba, Tamansari, Ampenan.
10	Jalan Majapahit, Gg. Metro, Kp. Seruni, Ampenan.
11	Jalan Singosari, Kp. Gomong, Mataram.
12	Jalan Purbalingga, Kp. Punia, Mataram.
13	Jalan Indraloka, Kp. Seganteng, Cakranegara.
14	Gg. Ustadz Abdul Wahab, Kp. Pagesangan Baru, Mataram.
15	Gg. Tirta Gangga, Kp. Pagesangan Timur, Mataram.
16	Gg. Pesongoran, Pagutan Barat, Mataram.
17	Jalan H. Naim, Kp. Geguntur, Jempong Baru, Sekarbela.
18	Jalan Gili Layar, Griya Pagutan Indah, Mataram.
19	Jalan Al-Bayan, Kp. Karang Genteng, Mataram.
20	Jalan Tamansari, Kp. Pagutan Timur, Mataram.

LAMPIRAN 2

Tabel lokasi peletakan e-Node B pada daerah sub-urban.

Nomor E Node-B	Lokasi Penempatan
1	Jalan Kalibaru, Ampenan Utara, Ampenan.
2	Jalan Dakota, Kp. Rembiga, Selaparang.
3	Jalan Halmahera, Kp. Gegutu, Selaparang.
4	Jalan Nangka, Kp. Selagalas, Sandubaya.
5	Jalan TGH Faisal, Kp. Sayang-Sayang, Sandubaya.
6	Jalan Mataram-Sikur, Kp. Bertais, Sandubaya.
7	Jalan Neuningan, Kp. Mandalika, Sandubaya.
8	Jalan Sandubaya-Mandalika, Gg. Krisna, Kp. Mandalika Timur, Sandubaya
9	Jalan Lalu Mesir, Kp. Turida, Sandubaya.
10	Jalan TGH Izzuddin Bokhari, Kp. Montong Are, Sandubaya.
11	Jalan Lingkar Selatan, Desa Jempong Baru, Sekarbela.
12	Jalan Lingkar Selatan, Kp. Mapak, Sekarbela.
13	Jalan Lingkar Selatan, Perum Mapak Indah, Sekarbela.
14	Jalan Lingkar Selatan, Kp. Tanjung Karang, Sekarbela.
15	Jalan Lingkar Selatan, Kp. Bagek Kembar, Sekarbela.
16	Jalan Arya Bantar Getas, Kp. Tanjung Karang Permai, Sekarbela.
17	Jalan Pabean, Kp. Arab, Bintaro, Ampenan.
18	Jalan Saleh Sungkar, Gg. Pantai Selayar, Ampenan.