



**Analisis Tekno Ekonomi Biaya CAPEX dan OPEX
Implementasi Jaringan Berbasis *Long Term Evolution*
(LTE) area Banten**

TESIS

Oleh

**Totok Yuwanto
55414120021**

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2017**



**Analisis Tekno Ekonomi Biaya CAPEX dan OPEX
Implementasi Jaringan Berbasis *Long Term Evolution*
(LTE) area Banten**

TESIS

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan
Program Pascasarjana Program Magister Teknik Elektro**

Oleh

**Totok Yuwanto
55414120021**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA
PROGRAM PASCASARJANA**

PENGESAHAN TESIS

Judul : Analisis Tekno Ekonomi Biaya CAPEX dan OPEX
Implementasi Jaringan Berbasis *Long Term Evolution* (LTE)
area Banten

Nama : Totok Yuwanto

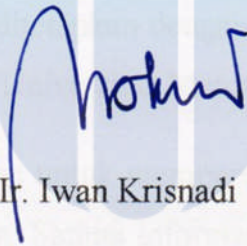
NIM : 55414120021

Program : Pascasarjana Program Magister Teknik Elektro

Konsentrasi : Manajemen Telekomunikasi

Tanggal : 22 Mei 2017

Pembimbing



Dr. Ir. Iwan Krisnadi MBA

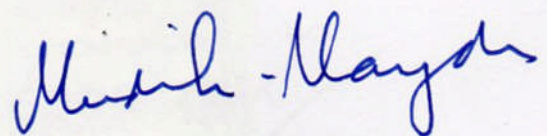
Mengesahkan :

Direktur Pascasarjana



Prof. Dr. Didik J. Rachbini

Ketua Program Studi
Magister Teknik Elektro



Prof. Dr. -Ing. Mudrik Alaydrus

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa seluruh tulisan dan pernyataan dalam Tesis ini:

Judul : Analisis Tekno Ekonomi Biaya CAPEX dan OPEX Implementasi Jaringan Berbasis *Long Term Evolution* (LTE) area Banten
Nama : Totok Yuwanto
NIM : 55414120021
Program : Magister Teknik Elektro
Kosentrasi : Manajemen Telekomunikasi
Tanggal : 22 Mei 2017

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan, dan karya saya sendiri dengan bimbingan Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, dan hasil pengolahannya yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, 22 Mei 2017



Totok Yuwanto

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat, taufik dan hidayah hingga penulis dapat merampungkan penyusunan Usulan Penelitian dengan judul “ **Analisis Tekno Ekonomi Biaya CAPEX dan OPEX Implementasi Jaringan Berbasis *Long Term Evolution* (LTE) area Banten**” ini dapat diselesaikan.

Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Jurusan Manajemen Telekomunikasi di Fakultas Teknik Elektro Universitas Mercu Buana. Penulis menyadari bahwa penyusunan Tesis ini terlaksana dengan adanya bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Iwan Krisnadi, MBA selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan kami dalam penyusunan tesis ini.
2. Bapak Prof. Dr. –Ing. Mudrik Alaydrus, selaku Ketua Program Studi Magister Telekomunikasi yang telah memberikan dukungan moril, dan arahan hingga terselesainya penulisan tesis ini.
3. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Magister Telekomunikasi angkatan 16 yang telah memberikan masukan dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini
4. Seluruh civitas Pascasarjana Magister Telekomunikasi Universitas Mercu Buana atas semua ilmu yang bermanfaat yang telah diberikan kepada penulis.
5. Noviana Kuntari, istri saya tercinta, Haryo Dzaki Sangadji Sabrang Panuluh , putra saya, yang selalu memberikan motivasi, inspirasi dan semangat.

6. Keluarga dan sahabat atas dukungannya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebajikan semua pihak yang telah membantu. Semoga semua ilmu yang penulis dapatkan bisa menjadi berkah bagi semua . Aamiin.

Jakarta, Mei 2017

Penulis



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PENGESAHAN TESIS	iii
PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Metodologi Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
1.7 Hipotesis	6
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Kajian Literatur	7

2.2 Long Term Evolution (LTE)	8
2.2.1 Pendahuluan	8
2.2.2 Arsitektur Jaringan LTE	9
2.2.2.1 User Equipment (UE)	10
2.2.2.2 E-UTRAN Node B (eNodeB)	10
2.2.2.3 Mobility Management Entity (MME)	11
2.2.2.4 Serving Gateway (S-GW)	11
2.2.2.5 Packet Data Network Gateway (P-GW)	11
2.2.2.6 Policy and Charging Resource Function (PCRF)	12
2.2.2.7 Home Subscription Server (HSS)	12
2.2.3 Interface dan Protokol pada konfigurasi arsitektur jaringan	12
2.2.4 Teknik Multiple Akses	13
2.2.4.1 Downlink	13
2.2.4.2 Uplink	14
2.2.5 Struktur Radio Frame	14
2.2.5.1 Parameter Modulasi	15
2.2.6 Konsep MIMO	16
2.3 Perencanaan Jaringan	16
2.3.1 LTE Capacity Planning	17
2.3.2 Perencanaan Cakupan Jaringan LTE.....	19
2.3.2.1 LTE Link Budget	20

2.3.2.2 <i>Path Loss Model</i>	22
2.4 Teori Ekonomi	23
2.4.1 <i>Net Present Value</i> (NPV)	24
2.4.2 <i>Internal Rate of Return</i> (IRR)	24
2.4.3 <i>Pay Back Period</i> (PBP)	25
2.5 Regresi Linier Sederhana.....	25

BAB 3 PEMODELAN DAN PERENCANAAN IMPLEMENTASI

JARINGAN LTE	26
3.1 Tahap Penelitian	26
3.2 Model Tekno-ekonomi	27
3.3 Perencanaan Jaringan LTE.....	30
3.3.1 Perencanaan Berdasarkan Kapasitas	30
3.3.1.1 Parameter Perencanaan Kapasitas	32
3.3.2 Perencanaan Berdasarkan Coverage	35
3.3.2.1 Perhitungan <i>Link Budget</i>	35
3.3.2.2 <i>Coverage Area</i> eNode B	36
3.3.3 Jumlah eNode B	37
3.3.4 Frekuensi	37
3.4 Luas Geografis	37
3.5 Data Populasi potensial penduduk	39
3.6 Jumlah Pelanggan	39

3.6.1 Prediksi Jumlah Pelanggan LTE	39
3.7 Analisis ekonomi.....	40
3.7.1 CAPEX.....	40
3.7.2 OPEX	41
3.8 Prediksi <i>Revenue</i> Implementasi 4G LTE	41
3.8.1 Prediksi <i>Revenue implementasi</i> LTE.....	41
3.8.2 Perhitungan ARPU	41
3.9 Umur Teknis dan Suku Bunga	43
BAB 4 ANALISIS DATA DAN SIMULASI	44
4.1 LTE <i>Capacity Planning</i>	44
4.2 LTE <i>Coverage Planning</i>	47
4.2.1 Perhitungan <i>Link Budget</i>	48
4.2.1.1 Perhitungan <i>Link Budget</i> Uplink	48
4.2.1.2 Perhitungan <i>Link Budget</i> Downlink	49
4.2.2 Perhitungan Area/Radius Sel	49
4.2.3 Jumlah eNode B Final	51
4.3 Analisa Ekonomi	51
4.3.1 Komponen Biaya.....	52
4.3.1.1 <i>Capital Expenditure (CAPEX)</i>	52
4.3.1.2 <i>Operational expenditure (OPEX)</i>	53
4.3.1.3 <i>Revenue</i>	54

4.3.2 Biaya Penyusutan	54
4.3.3 Perhitungan Ekonomi.....	55
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA	58



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Trend Negatif Pertumbuhan Pendapatan/ <i>revenue</i>	1
Gambar 1.2 Pertumbuhan <i>Revenue</i> tidak mengimbangi pertumbuhan <i>Traffic & Cost</i>	2
Gambar 2.1 Diagram Venn Pada Penelitian LTE.....	7
Gambar 2.2 Arsitektur dasar jaringan LTE.....	9
Gambar 2.3 <i>Control plane Interface and Protocol</i>	12
Gambar 2.4 <i>User plane Interface and Protocol</i>	13
Gambar 2.5 <i>Resource block</i> fisik <i>downlink</i> LTE.....	13
Gambar 2.6 Alokasi <i>subcarrier</i> OFDM dan OFDMA.....	14
Gambar 2.7 Struktur <i>radio frame</i> FDD.....	15
Gambar 2.8 Prameter Modulasi OFDM.....	15
Gambar 2.9 Durasi <i>cyclic prefix</i>	16
Gambar 2.10 Mode akses kanal radio.....	16
Gambar 2.11 Proses Link Budget arah Downlink.....	21
Gambar 2.12 Proses Link Budget arah Uplink.....	21
Gambar 2.13 Konfigurasi sel hexagonal dengan 3 sektor.....	23
Gambar 3.1 Diagram Alur proses Penelitian.....	26
Gambar 3.2 Model Frame Work Perencanaan Tekno Ekonomi berdasarkan ECOSYS Project.....	28

Gambar 3.3 Model Cost Bottom up	28
Gambar 3.4 Skema perencanaan implementasi jaringan LTE dengan Tekno Ekonomi	29
Gambar 3.5 Prosedur Dimensioning kapasitas	31
Gambar 3.6 Alur <i>Coverage Planning</i>	35
Gambar 3.7 Persamaan untuk menghitung Luas Cell (Floatway Learning Center, 2014	36
Gambar 3.8 Alokasi Spektrum yang digunakan untuk Radio Seluler	37
Gambar 3.9 Peta Propinsi Banten	38
Gambar 3.10 Trend ARPU.....	42



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan dan persamaan bidang penelitian dengan ke 3 Jurnal	8
Tabel 3.1 Parameter untuk estimasi jumlah pelanggan.....	32
Tabel 3.2 <i>Peak to Average Ratio (PAR)</i>	33
Tabel 3.3 Trafik Model Uplink dan Downlink	33
Tabel 3.4 Trafik Model Ratio Penetrasi beberapa type Area.....	33
Tabel 3.5 Jumlah <i>Resource Block</i>	34
Tabel 3.6 Parameter untuk perhitungan <i>Network Throughput</i>	34
Tabel 3.7 Klasifikasi type Area.....	38
Tabel 3.8 Luas, populasi, kepadatan penduduk dan tipe area Propinsi Banten	38
Tabel 3.9 Hasil Sensus Penduduk Tahun 2015 Propinsi Banten	39
Tabel 3.10 Prediksi Jumlah Pelanggan LTE.....	39
Tabel 3.11 Harga Perangkat (CAPEX)	40
Tabel 3.12 Asumsi <i>Operational Expenditure (OPEX)</i>	41
Tabel 3.13 ARPU PT Indosat Periode 2011-2016.....	41
Tabel 3.14 Prediksi ARPU tahun 2017 -2020.....	42
Tabel 4.1 Parameter <i>Traffic Service Model</i>	45
Tabel 4.2 Trafik Model	45
Tabel 4.3 <i>Single User Throughput</i>	46
Tabel 4.4 <i>Total Network Throughput</i>	46
Tabel 4.5 Downlink/Uplink Cell Capacity.....	46
Tabel 4.6 Jumlah Cell Downlink dan Uplink.....	47

Tabel 4.7 Jumlah eNode B	47
Tabel 4.8 Skenerio Perencanaan Jaringan LTE	48
Tabel 4.9 Parameter Uplink	48
Tabel 4.10 Parameter Downlink	49
Tabel 4.11 Besar MAPL Uplink dan Downlink.....	49
Tabel 4.12 Jarak MS dengan eNode B.....	50
Tabel 4.13 Luas Cell LTE.....	50
Tabel 4.14 Jumlah eNode B seluruh wilayah Banten	51
Tabel 4.15 Jumlah eNode B Final.....	51
Tabel 4.16 Asumsi <i>Capital Expenditure (CAPEX)</i>	52
Tabel 4.17 Asumsi OPEX SDM	53
Tabel 4.18 Estimasi Biaya OPEX penyelenggaraan LTE.....	54
Tabel 4.19 Estimasi <i>Revenue</i> LTE.....	54
Tabel 4.20 Biaya Penyusutan Periode 2016 – 2020.....	55
Tabel 4.21 Parameter Ekonomi.....	56
Tabel 4.22 Hasil Analisis Kelayakan Ekonomi	56

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR SINGKATAN

ARPU	<i>Average Revenue Per unit</i>
CAPEX	<i>Capital Expenditure</i>
DCF	<i>Discounted Cash Flow</i>
EPC	<i>Evolved Packet Core</i>
EPS	<i>Evolved Packet System</i>
IRR	<i>Internal Rate of Return</i>
LTE	<i>Long Term Evolution</i>
MAPL	<i>Maximum Allowable Power Loss</i>
MME	<i>Mobility Management Entity</i>
NPV	<i>Net Present Value</i>
OPEX	<i>Operational Expenditure</i>
OFDMA	<i>Orthogonal Frequency Division Multiple Access</i>
PBP	<i>Pay Back Period</i>
SAE	<i>System Architecture Evolution</i>
SC-FDMA	<i>Single Carrier Frequency Division Multiple Access</i>
MARR	<i>Minimum Acceptable Rate Return</i>
BHSA	<i>Busy Hour Service Attempt</i>