

LAPORAN SKRIPSI

ANALISIS TEKNO-EKONOMI PERENCANAAN TEKNOLOGI *LONG TERM EVOLUTION* (LTE) DI KOTA SURAKARTA

(TECHNO-ECONOMIC'S ANALYSIS PLANNING OF LONG TERM EVOLUTION (LTE) TECHNOLOGY IN SURAKARTA)

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Telekomunikasi



Disusun oleh :

ALVIAN RAMADHANI

15101101

Program Studi Teknik Telekomunikasi
Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom
Purwokerto
2017

LAPORAN SKRIPSI

ANALISIS TEKNO-EKONOMI PERENCANAAN TEKNOLOGI *LONG TERM EVOLUTION* (LTE) DI KOTA SURAKARTA

(TECHNO-ECONOMIC'S ANALYSIS PLANNING OF LONG TERM EVOLUTION (LTE) TECHNOLOGY IN SURAKARTA)

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Telekomunikasi



Disusun oleh :

ALVIAN RAMADHANI

15101101

Program Studi Teknik Telekomunikasi
Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom
Purwokerto
2017

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS TEKNO-EKONOMI PERENCANAAN TEKNOLOGI LONG
TERM EVOLUTION (LTE) DI KOTA SURAKARTA**

**(TECHNO-ECONOMIC'S ANALYSIS PLANNING OF LONG TERM
EVOLUTION (LTE) TECHNOLOGY IN SURAKARTA)**

Disusun oleh:
ALVIAN RAMADHANI
15101101

Telah Disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Teknik (S.T) Program Studi SI Teknik Telekomunikasi
Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom Purwokerto

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I




ADE WAHYUDIN, S.T., M.T
NIDN. 0627128502

Pembimbing II



ACHMAD RIZAL DANISYA, S.T., M.T
NIDN. 0601128301

Penguji I



**ALFIN
HIKMATUROKHMAN,
S.T., M.T.**
NIDN. 0621087801

Penguji II



**HERU PRIYANTO,
S.T., MBA**
NIK. 13740004

Penguji III



**BONGGA
ARIFWIDODO,
S.ST., M.T**
NIK. 17890107

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya, Alviaan Ramadhani, menyatakan bahwa skripsi dengan judul “ANALISIS TEKNO-EKONOMI PERENCANAAN TEKNOLOGI *LONG TERM EVOLUTION (LTE)* DI KOTA SURAKARTA” adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan kecuali melalui pengutipan sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Saya bersedia menanggung risiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam skripsi saya ini.

Purwokerto, 09 Agustus 2017

Yang membuat pernyataan,



Alviaan Ramadhani

NIM : 15101101

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan barokah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**ANALISIS TEKNO-EKONOMI PERENCANAAN TEKNOLOGI LONG TERM EVOLUTION (LTE) DI KOTA SURAKARTA**”. Laporan Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telematika Telkom Purwokerto.

Dalam melakukan penyusunan Laporan Skripsi ini penulis telah mendapatkan banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Tuhan yang Maha Kuasa, ALLAH S.W.T yang telah melimpahkan rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini,
2. Kedua orang tua, dan kedua adik yang tiada henti-hentinya berdo'a dan memberi motivasi untuk menguatkan penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini meskipun tidak tepat waktu.
3. Bapak Ade Wahyudin, S.T., M.T selaku dosen pembimbing 1 atas waktu, arahan, dan ilmunya dalam membimbing penulis untuk menyusun laporan skripsi ini.
4. Bapak Achmad Rizal Danisya, S.T., M.T selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan waktu, arahan serta ilmunya dalam mengarahkan penulis untuk menyusun laporan skripsi ini.
5. Para Dosen Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom Purwokerto yang telah memberikan bekal ilmu serta waktu berdiskusi kepada penulis.
6. Bapak Herman Hermich selaku manager department RANE di Telkomsel Regional 5 yang telah memberikan ijin kepada penulis untuk melakukan magang di department RANE.
7. Bapak Denny F Andika, dan Bapak I Putu E U Rudita selaku staff engineering department RANE di Telkomsel Regional 5 yang telah meluangkan waktu kepada penulis untuk memberikan pembelajaran dan ilmunya selama magang di Telkomsel Regional 5.
8. Teman-teman S1 Alih Jenjang angkatan 2015 terutama kepada Intan Budi yang telah membantu penulis dalam mempelajari tentang software Atoll.
9. Kepada Abny Irawan yang telah memberi motivasi serta diskusi kepada penulis.
10. Kepada Frizka Rizqi A yang tak lelah memberikan semangat, motivasi, dan arahan kepada penulis.

11. Serta semua pihak yang sudah membantu dalam pembuatan tugas akhir sampai selesai.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Laporan Skripsi ini masih jauh dari sempurna, untuk itu semua jenis saran, kritik dan masukan yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata, semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat dan memberikan wawasan tambahan bagi para pembaca dan khususnya bagi penulis sendiri. Jika ada pertanyaan dan kritik saran dalam tugas akhir ini dapat mengirimkan *email* ke ramadhani.182@gmail.com atau ke nomor telepon 085293342471.

Purwokerto, 09 Agustus 2017

Alvian Ramadhani
NIM : 15101101

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik ST3 Telkom, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alvian Ramadhani
NIM : 15101101
Program Studi : S1 Teknik Telekomunikasi
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada ST3 Telkom Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“ANALISIS TEKNO-EKONOMI PERENCANAAN TEKNOLOGI *LONG TERM EVOLUTION* (LTE) DI KOTA SURAKARTA”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti non-eksklusif ini ST3 Telkom berhak menyimpan, mengalihmedia/ format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis pertama dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Purwokerto, 09 Agustus 2017



Alvian Ramadhani
15101101

ABSTRAKSI

Sejak diluncurkannya teknologi 3G, jumlah pengguna layanan *mobile data* semakin meningkat. Salah satu solusi atas masalah tersebut adalah melakukan perencanaan migrasi dari teknologi 3G menuju teknologi 4G (LTE) dengan spesifikasi LTE yang diharapkan mampu mendukung kecepatan *downlink* hingga 100 Mbps dan *uplink* hingga 50 Mbps, dapat melayani pelanggan. Selain itu LTE mampu diimplementasikan pada jaringan 2G/3G eksisting, karena keunggulan dari teknologi LTE itu sendiri adalah dapat diimplementasikan secara bersama-sama pada jaringan 2G maupun 3G eksisting sehingga implementasi teknologi LTE bersifat *low cost*.

Kota Surakarta mengalami perkembangan yang begitu pesat terlebih dengan adanya beberapa perguruan tinggi yang membuat banyak orang untuk menuntut ilmu di Kota Surakarta. Perencanaan teknologi LTE ini selain memperhitungkan secara teknis baik secara *coverage* maupun *capacity*, juga menyajikan analisa secara ekonomi untuk mengkaji kelayakan pengeluaran teknologi LTE. Penelitian ini akan membahas mulai dari perancangan eNodeB secara *coverage* maupun *capacity* yang disimulasikan dengan *software* atoll, probabilitas *blocking network element core* dan analisis ekonomi dengan menggunakan metode *cashflow*.

Berdasarkan perhitungan dan simulasi menggunakan *software* Atoll didapatkan rata-rata *coverage* RSRP sebesar -86,93 dBm yang masuk kedalam kategori normal, rata-rata SINR menghasilkan -2,18 dB yang masuk dalam kategori *bad*, dan rata-rata *throughput* yang diakses adalah sebesar 3,85 Mbps. Kemudian layanan yang berhasil disimulasikan adalah layanan Video Phone dan VoIP dengan masing-masing total Max *throughput demand* Video Phone adalah 126,96 Mbps dan VoIP adalah 297,23 Mbps. Untuk hasil proyeksi *Network Element Core*, probabilitas *blocking* di tahun perencanaan adalah 0 dengan prosentase *rate success* mencapai 100% maka dari hasil tersebut tidak terjadi probabilitas *blocking*. Sedangkan dari aspek ekonomi, pengeluaran teknologi LTE di Kota Surakarta adalah tidak layak digelar dengan IRR sebesar -15,4% yang lebih kecil dari nilai suku bunganya yaitu 21,26% dan nilai NPV yang diperoleh sebesar -Rp 21.743.142.946 yang berarti nilai NPV < 0 serta *payback periode* tak terdefinisikan karena pengeluaran tidak layak.

Kata kunci : LTE, RSRP, SINR, Throughput, Atoll, Tekno-Ekonomi

ABSTRACT

Since the launch of 3G technology, the number of mobile data service users has increased. One solution of the problem is to migrate from 3G technology to 4G (LTE) technology with LTE specification that is support downlink speed up to 100 Mbps and uplink up to 50 Mbps, can serve customers. In addition LTE can be implemented on the existing 2G / 3G network, because the advantages of LTE technology is able to be implemented simultaneously on the existing 2G and 3G networks so that the implementation of LTE technology is low cost.

Surakarta City has developed so rapidly, especially with the existence of several universities that make a lot of people to study in Surakarta. LTE technology planning is in each other to taking into account technically both in coverage and capacity, also presents an economic analysis to explain the feasibility of deploying LTE technology. This research will discuss starting from eNodeB planning in coverage and capacity, blocking network element core probability and economic analysis using cashflow method.

Based on the calculation and simulation using Atoll software got average coverage of RSRP is -86,93 dBm include into normal category, average of SINR is -2,18 dB include into bad category, and the average accessed throughput is 3.85 Mbps. Then the services successfully simulated are Video Phone and VoIP services with each total Max throughput Video Phone is 126.96 Mbps and VoIP is 297.23 Mbps. For Network Element Core projection results, the blocking probability in the planning is 0 with the percentage rate success is 100% then from the result there is no blocking probability. While from the economic aspect, the deployment of LTE technology in Surakarta City is not feasible to be held with IRR is -15,4% which is smaller than its interest rate that is 21,26%. And the value of NPV obtained is -Rp 21.743.142.946 which means the value of NPV <0 and payback period is undefined because the deployment is not feasible..

Key Words : LTE, RSRP, SINR, Throughput, Atoll, Techno-Economic's

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	vii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN AKADEMIS	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAKSI	xi
ABSTRACT	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR PERSAMAAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN & MANFAAT	2
1.4 BATASAN MASALAH	3
1.5 KAITAN JUDUL DENGAN TELEKOMUNIKASI	3
1.6 METODE PENELITIAN	4
1.7 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 Teknologi Jaringan Seluler 3G (UMTS/WCDMA)	5
2.1.1 UTRAN	5
2.1.2 RNC	6
2.1.3 NodeB	7
2.2 Long Term Evolution (LTE)	7
2.3 User Equipment (UE)	9
2.4 Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN)	9
2.5 Evolved Packet Core (EPC)	10
2.5.1 MME (Mobility Management Entity)	11
2.5.2 SGW (Serving Gateway)	14
2.5.3 PDN-GW (Packet Data Network Gateway)	15
2.5.4 PCRF (Policy and Charging Rules Function)	16
2.5.5 HSS (Home Subscription Service)	17
2.6 Interface dan Protokol pada LTE	18
2.6.1 Interface Control Plane	19
2.6.2 Interface User Plane	20

2.7	Teknologi Pendukung LTE.....	21
2.7.1	Adaptive Modulation and Coding (AMC)	21
2.7.2	Code Rate.....	23
2.7.3	OFDMA & SC-FDMA	25
2.7.4	MIMO	26
2.7.5	Arsitektur All-IP	27
2.8	Parameter Pada Jaringan LTE.....	28
2.8.1	RSRP (Reference Signal Received Power)	28
2.8.2	SINR (Signal to Interference Noise Ratio)	28
2.8.3	Throughput.....	29
2.9	Perencanaan Jaringan LTE	29
2.9.1	Planning By Coverage	29
2.9.1.1	Radio Link Budget.....	29
2.9.1.2	Propagasi	32
2.9.1.3	Perhitungan Jari-Jari Sel	33
2.9.2	Planning By Capacity	34
2.9.2.1	Estimasi Jumlah Pelanggan	34
2.9.2.2	Kepadatan Trafik	34
2.9.2.3	Kapasitas Sel.....	35
2.10	Perencanaan Tekno Ekonomi	36
2.10.1	CAPEX (Capital Expenditure) dan OPEX (Operational Expenditure).....	36
2.10.2	Cash Flow	36
2.10.2.1	Net Present Value (NPV).....	37
2.10.2.2	Incremental Rate of Return (IRR)	38
2.10.2.3	Payback Periode (PBP).....	38
2.10.3	Depresiasi	39
BAB III PERANCANGAN JARINGAN & TEKNO EKONOMI LTE		43
3.1	Pemodelan Rancangan	43
3.2	Wilayah Perencanaan	44
3.3	Perancangan Long Term Evolution (LTE).....	49
3.3.1	Planning by Capacity	50
3.3.1.1	Estimasi Jumlah Pelanggan	50
3.3.1.2	Klasifikasi Layanan	51
3.3.1.3	Perhitungan Single User Throughput	51
3.3.1.4	Perhitungan Network Throughput	52
3.3.1.5	Perhitungan Kapasitas Sel	52
3.3.2	Planning By Coverage	52
3.3.2.1	Link Budget Calculation.....	53
3.3.2.2	Propagasi	53
3.3.2.3	Jari-jari Sel.....	54
3.3.2.4	Coverage Area	54
3.3.2.5	Jumlah eNodeB.....	54

3.4	Perancangan Network Element Core	54
3.4.1	Prediksi Jumlah Pelanggan	55
3.4.2	Perbandingan Proyeksi Jumlah Pelanggan	56
3.4.3	Perbandingan Spesifikasi Perangkat	56
3.4.4	Jumlah NE Core	56
3.5	Perancangan Tekno-Ekonomi	56
3.6	Perancangan Simulasi dengan Atoll	60
3.6.1	Pengaturan Map	60
3.6.2	Pengaturan Station Template	61
3.6.3	Peletakan eNodeB	62
3.6.4	Pengaturan Transmitter	63
3.6.5	Pengaturan Traffic Parameter	63
3.6.6	Neighbour Allocation	64
3.6.7	Pengaturan Physical Resource ID Allocation	64
BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISIS HASIL DATA		65
4.1	Tinjauan Umum	65
4.2	Analisis Capacity	65
4.2.1	Estimasi Jumlah Pelanggan	65
4.2.2	Klasifikasi Layanan	68
4.2.3	Perhitungan Single User Throughput	70
4.2.4	Perhitungan Network Throughput	71
4.2.5	Perhitungan Kapasitas Sel	72
4.3	Analisis Coverage	75
4.3.1	Link Budget Calculation	75
4.3.2	Propagasi	80
4.3.3	Jumlah eNodeB	81
4.4	Analisis Network Element Core	83
4.5	Simulasi Atoll	90
4.5.1	Analisis Prediksi (Simulasi Path Loss)	91
4.5.2	Simulasi Trafik Pelanggan	96
4.6	Cost Analisis	98
4.6.1	Revenue	99
4.6.2	CAPEX	101
4.6.3	OPEX	103
4.6.4	Depresiasi	107
4.6.5	Net Present Value (NPV) dan Internal Rate Return (IRR) ...	107
BAB V PENUTUP		109
5.1	Kesimpulan	109
5.2	Saran	110
DAFTAR PUSTAKA		111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Arsitektur 3G[3]	5
Gambar 2.2	Evolusi 3GPP [4]	8
Gambar 2.3	Arsitektur LTE[5]	8
Gambar 2.4	Evolved Packet Core pada arsitektur LTE[5]	10
Gambar 2.5	Fungsi-fungsi pada MME[6]	13
Gambar 2.6	Fungsi-fungsi pada SGW[6]	14
Gambar 2.7	Koneksi virtual dengan SDF[6]	15
Gambar 2.8	Fungsi-fungsi pada PGW[6]	16
Gambar 2.9	Hubungan antara PCRF dengan element lain[6]	17
Gambar 2.10	Koneksi HSS dalam EPC[6]	18
Gambar 2.11	Interface dan protocol EPC	18
Gambar 2.12	Interface dan Protocol pada User Plane[6]	20
Gambar 2.13	Modulasi Adaptif[7]	22
Gambar 2.14	Diagram Konstelasi Modulasi QPSK[9]	22
Gambar 2.15	Diagram Konstelasi Modulasi 16QAM[9]	23
Gambar 2.16	Diagram Konstelasi Modulasi 64QAM[9]	23
Gambar 2.17	Perbedaan OFDM dan OFDMA	25
Gambar 2.18	Perbedaan OFDMA dengan SC-FDMA	26
Gambar 2.19	MIMO pada LTE	27
Gambar 2.20	Diagram Alir Perhitungan Cash Flow[12]	37
Gambar 3.1	Diagram <i>Alir Penelitian</i>	43
Gambar 3.2	Peta Kota Surakarta	45
Gambar 3.3	Blok Diagram Perencanaan Kapasitas	50
Gambar 3.4	Block Diagram Perencanaan Coverage	53
Gambar 3.5	Blok Diagram perancangan Jumlah NE Core	54
Gambar 3.5	Peta Clutter	60
Gambar 3.6	Map Digital Kota Surakarta	61
Gambar 3.7	Station Template	62
Gambar 3.8	Input Database Site	62
Gambar 3.9	Input Database Transmitter	63
Gambar 3.10	Pengaturan Parameter Traffic	63
Gambar 3.11	Pengaturan Neighbour Allocation	64
Gambar 3.12	Pengaturan Resource ID Allocation	64
Gambar 4.1	Market Share Operator Seluler	66
Gambar 4.2	Jumlah Pelanggan LTE	68
Gambar 4.3	Proyeksi QOS	90

Gambar 4.4 Peta Digital Kota Surakarta.....	90
Gambar 4.5 Letak eNodeB	91
Gambar 4.6 Sebaran RSRP dengan Frekuensi 1800 MHz.....	92
Gambar 4.7 Legend RSRP	92
Gambar 4.8 Prosentase RSRP.....	92
Gambar 4.9 Sebaran CINR	93
Gambar 4.10 Histogram CINR	94
Gambar 4.11 Sebaran Throughput.....	95
Gambar 4.12 Histogram Throughput.....	95
Gambar 4.13 Prediksi Trafik Pelanggan Kota Surakarta	96
Gambar 4.14 Total Number Of Users.....	97
Gambar 4.15 Total Pelanggan Connected & Not Connected	97
Gambar 4.16 Layanan yang digunakan pelanggan	98
Gambar 4.17 Proyeksi Revenue Kota Surakarta.....	100
Gambar 4.18 Revenue Indonesia	101
Gambar 4.19 Jumlah eNodeB.....	102
Gambar 4.20 Jumlah Network Element Core	102
Gambar 4.21 Proyeksi CAPEX	103
Gambar 4.22 Komponen Proyeksi OPEX (1).....	104
Gambar 4.23 Komponen Proyeksi OPEX (2).....	105
Gambar 4.24 Komponen Proyeksi OPEX (3).....	105
Gambar 4.25 Komponen Proyeksi OPEX (4).....	106
Gambar 4.26 Biaya Depresiasi	107

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Minimum AWGN (Additive White Gaussian Noise) SNR[8]	24
Tabel 2.2 Rentang Nilai RSRP	28
Tabel 2.3 Rentang Nilai SINR	28
Tabel 2.4 Rentang Nilai Throughput	29
Tabel 2.5 Subcarrier Bandwidth[8]	30
Tabel 2.6 Tingkat depresiasi dengan SOYD pada asset yang umurnya 6 tahun	41
Tabel 3.1 Data Penduduk Kota Surakarta 2015[14]	45
Tabel 3.2 Klasifikasi Wilayah Berdasarkan Kepadatan Penduduk	46
Tabel 3.3 Daftar Site Existing	46
Tabel 3.4 Parameter Perencanaan	49
Tabel 3.5 Jumlah Penduduk Kota Surakarta Berdasarkan Kelompok Umur Tahun 2015[14]	50
Tabel 3.6 Model Trafik[11]	51
Tabel 3.7 Penduduk Jawa Tengah Berdasarkan kelompok umur tahun 2011-2015[16]	55
Tabel 3.8 Spesifikasi Perangkat Core[17]	56
Tabel 3.9 Komponen CAPEX	57
Tabel 3.10 Komponen OPEX	57
Tabel 3.11 ARPU 2011-2015	58
Tabel 3.12 Interkoneksi	58
Tabel 3.13 Marketing	59
Tabel 3.14 General & Administrative	59
Tabel 3.15 Revenue Nasional	59
Tabel 4.1 Jumlah Pelanggan LTE Tahun 2015	67
Tabel 4.2 Rincian Pertumbuhan Pengguna LTE Kota Surakarta dari Tahun 2016-2030	67
Tabel 4.3 Model Trafik Service[11]	69
Tabel 4.4 Throughput Per Layanan	70
Tabel 4.5 Single User Throughput	71
Tabel 4.6 Network Throughput	72
Tabel 4.7 MCS Index	72
Tabel 4.8 Cell Throughput	73
Tabel 4.9 Jumlah eNodeB berdasarkan kapasitas disisi Downlink	74
Tabel 4.10 Jumlah eNodeB berdasarkan kapasitas disisi Uplink	74
Tabel 4.11 Uplink Link Budget	79
Tabel 4.12 Downlink Link Budget	80
Tabel 4.13 Perhitungan Jumlah eNodeB sisi Uplink	82
Tabel 4.14 Perhitungan Jumlah eNodeB sisi Downlink	83
Tabel 4.15 Jumlah Pelanggan LTE Jawa Tengah Tahun 2015	84
Tabel 4.16 Jumlah prediksi pelanggan LTE Jawa Tengah 2016-2030	84

Tabel 4.17 Perbandingan Prediksi Pelanggan LTE Surakarta dengan Prediksi Pelanggan LTE Jawa Tengah 2016-2030.....	85
Tabel 4.18 Spesifikasi Perangkat Core Untuk Kota Surakarta.....	86
Tabel 4.19 Proyeksi Jumlah NE Core tahun 2016-2030.....	86
Tabel 4.20 Delay Budget Measured in Production Environment.....	88
Tabel 4.21 Dimensioning Interface Core[16]	88
Tabel 4.22 Probabilitas Blocking Network Element Core	89
Tabel 4.23 Estimasi ARPU 2015	99
Tabel 4.24 Proyeksi ARPU	99
Tabel 4.25 Hasil Kelayakan Ekonomi	108

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan (2.1)	30
Persamaan (2.2)	30
Persamaan (2.3)	30
Persamaan (2.4)	31
Persamaan (2.5)	31
Persamaan (2.6)	32
Persamaan (2.7)	32
Persamaan (2.8)	32
Persamaan (2.9)	32
Persamaan (2.10)	32
Persamaan (2.11)	33
Persamaan (2.12)	33
Persamaan (2.13)	33
Persamaan (2.14)	33
Persamaan (2.15)	34
Persamaan (2.16)	34
Persamaan (2.17)	34
Persamaan (2.18)	34
Persamaan (2.19)	35
Persamaan (2.20)	35
Persamaan (2.21)	35
Persamaan (2.22)	35
Persamaan (2.23)	35
Persamaan (2.24)	37
Persamaan (2.25)	38
Persamaan (2.26)	38
Persamaan (2.27)	39
Persamaan (2.28)	40
Persamaan (2.29)	40
Persamaan (2.30)	40
Persamaan (2.31)	40
Persamaan (2.32)	40
Persamaan (2.33)	41
Persamaan (2.34)	41
Persamaan (3.1)	58
Persamaan (4.1)	87