



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS TEKNO-EKONOMI IMPLEMENTASI TEKNOLOGI EV-DO
REV.A PADA JARINGAN TELKOM FLEXI**

TESIS

MEIVITA ADRIANI
0906578024

FAKULTAS TEKNIK
MAGISTER MANAJEMEN TELEKOMUNIKASI
JAKARTA
JANUARI 2011



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS TEKNO-EKONOMI IMPLEMENTASI TEKNOLOGI EV-DO
REV.A PADA JARINGAN TELKOM FLEXI**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik

MEIVITA ADRIANI

0906578024

FAKULTAS TEKNIK
MAGISTER MANAJEMEN TELEKOMUNIKASI
JAKARTA
JANUARI 2011

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Meivita Adriani

NPM : 0906578024

Tanda Tangan : 

Tanggal : 4 Januari 2011

LEMBAR PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Meivita Adriani

NPM : 0906578024

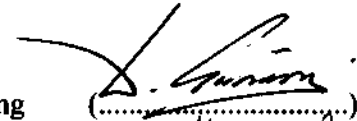
Program Studi : Manajemen Telekomunikasi

Judul : ANALISIS TEKNO-EKONOMI IMPLEMENTASI
TEKNOLOGI EV-DO REV.A PADA JARINGAN TELKOM FLEXI

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Manajemen Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Dadang Gunawan, M.Eng



(.....)

Penguji : Dr. Ir. Muhammad Asvial, M.Eng



(.....)

Penguji : Ir. Djamhari Sirat M.sc, Ph.D



(.....)

Penguji : Ir. Arifin Djauhari, MT



(.....)

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 4 Januari 2011

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Tesis yang berjudul “ANALISIS TEKNO-EKONOMI IMPLEMENTASI TEKNOLOGI EV-DO REV.A PADA JARINGAN TELKOM FLEXI“ ini disusun untuk melengkapi salah satu persyaratan kelulusan program pendidikan Strata 2 (S-2) pada Jurusan Manajemen Telekomunikasi Universitas Indonesia Jakarta.

Pada kesempatan ini pula, penulis tidak lupa mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, masukan, dan pengarahan-pengarahan sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini :

1. Prof. Dr. Ir.Dadang Gunawan, M.Eng selaku Pembimbing Seminar/Tesis yang begitu besar peranannya dalam memberikan bimbingan serta pengarahan dalam penulisan Tesis ini.
2. Dr. Ir. Muhammad Asvial, M.Eng selaku Pembimbing Akademis penulis yang telah banyak membantu proses perkuliahan.
3. Seluruh Sivitas Akademika UI dan semua pihak yang telah membantu penyusunan Tesis.
4. Orang tua penulis yang memberikan dorongan baik moril maupun materil, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini.
5. Seluruh rekan di Manajemen Telekomunikasi Universitas Indonesia dan PT. Telkom Indonesia.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tesis ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis sangat mengharapkan partisipasi dari pembaca untuk dapat memberikan kritik dan saran kepada penulis.

Akhir kata, dengan segala kerendahan hati, penulis berharap semoga Tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Jakarta,4 Januari 2011

Meivita Adriani

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Meivita Adriani
NPM : 0906578024
Program Studi : Manajemen Telekomunikasi
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tesis

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

**ANALISIS TEKNO-EKONOMI IMPLEMENTASI TEKNOLOGI EV-DO
REV.A PADA JARINGAN TELKOM FLEXI**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya dapat dilakukan setelah Januari 2012, serta selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 4 Januari 2011

Yang menyatakan



(Meivita Adriani)

ABSTRAK

Nama : Meivita Adriani

Program Studi : Magister Manajemen Telekomunikasi

Judul :

ANALISIS TEKNO-EKONOMI IMPLEMENTASI TEKNOLOGI EV-DO REV.A PADA JARINGAN TELKOM FLEXI

Industri telekomunikasi di Indonesia berkembang sangat pesat ditandai dengan menjamurnya operator yang bersaing ketat satu sama lain. Selain berlomba menawarkan tarif murah, berbagai inovasi dilakukan demi menarik hati pelanggan. Salah satu layanan yang mulai diminati masyarakat adalah layanan data melalui telepon seluler. Hal ini terjadi pula pada Telkom Flexi, dimana kontribusi pendapatan layanan data terhadap keseluruhan pendapatannya terus meningkat. Namun ketatnya persaingan, memaksa Telkom Flexi harus meningkatkan kualitas layanan data yang ditawarkan kepada pelanggannya. Dengan CDMA20001X yang digunakan saat ini, secara teoritis kecepatan data yang ditawarkan tertinggal dibandingkan pesaing yang sudah menggunakan teknologi HSPA atau EV-DO. Oleh karena itu Telkom Flexi perlu mempertimbangkan implementasi EV-DO Rev.A pada jaringannya.

Pada tesis ini, analisis Tekno-Ekonomi digunakan untuk mengetahui tingkat profitabilitas dan tingkat resiko dari investasi teknologi CDMA EV-DO Rev.A yang akan dilakukan Telkom Flexi di daerah Jawa Timur. Analisis dilakukan berdasarkan metodologi Tekno-Ekonomi yang dikembangkan beberapa proyek Eropa dengan menggunakan *tools* Microsoft Excell dan Crystal Ball.

Hasil yang didapatkan dari analisis menunjukkan bahwa tingkat profitabilitas investasi teknologi EV-DO Rev.A paling tinggi dimiliki oleh Zona 2, disusul oleh Zona 1, dan terakhir Zona 3. Dilihat dari tingkat resiko yang dihadapi, resiko paling tinggi dimiliki oleh Zona 3, diikuti oleh Zona 1, dan Zona 2. Dari beberapa faktor resiko yang dihadapi, Telkom Flexi perlu mewaspadaai resiko peningkatan nilai tukar Dollar karena faktor ini sangat mempengaruhi tingkat profitabilitas investasi di semua zona.

Kata Kunci : layanan data, internet, Tekno-Ekonomi, EV-DO Rev.A

ABSTRACT

Name : Meivita Adriani

Study Program : Magister Manajemen Telekomunikasi

Title :

TECHNO-ECONOMIC ANALYSIS OF EV-DO REV.A TECHNOLOGY IMPLEMENTATION AT TELKOM FLEXI NETWORK

Indonesia telecommunication industry is growing very fast, marked by large numbers of operators that competing each other. Except tariff war, various innovations are made to attract subscribers. A service that begins to be a public's favorite is a mobile data service. This phenomenon also happens in Telkom Flexi, which have increasing in data service revenue contribution towards its total revenues. Still, the tight competition force Telkom Flexi need to improve their data service quality that will be delivered to subscribers. Based on theory, with current CDMA20001X technology, data speed delivered by Flexi is slower than its competitor that using HSPA or EV-DO. For that reason, Telkom Flexi should consider to implement EV-DO Rev.A in their network.

In this thesis, Techno-Economic analysis was carried out to define the profitability and risk level of EV-DO Rev.A investment in East Java by Telkom Flexi. The analysis used based-on Techno-Economic methodology developed by several European Projects.

The results from the analysis showed the highest profitability rate of EV-DO Rev.A investment is owned by Zone 2, followed by Zone 1, and finally Zone 3. From risk level view, Zone 3 has the highest risk rate, followed by Zone 1 and Zone 2. Of several risks that faced, Telkom Flexi need to be aware to the increasing Dollar exchange rate risk, due its great effect to the investment profitability in all zones.

Key words: data service, internet, Techno-Economic, EV-DO Rev.A

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi & Perumusan Masalah.....	9
1.3 Tujuan Penulisan	10
1.4 Batasan Masalah.....	10
1.5 Sistematika Penulisan	11
BAB 2 TELKOM FLEXI.....	12
2.1 Layanan Data Telkom Flexi.....	12
2.1.1 PDN <i>Volume Based</i>	12
2.1.2 PDN <i>Time Based</i>	12
2.1.3 Layanan On-Device Portal	13
2.1.4 VPN	13
2.1.5 FlexiNET <i>Unlimited</i>	13
2.2 Jaringan Telkom Flexi	15
2.2.1 Teknologi Yang Digunakan	15
2.2.2 Arsitektur Jaringan.....	19
2.3 Teknologi CDMA2000 EV-DO	22
2.3.1 EV-DO Rel.0	23
2.3.2 EV-DO Rev.A	25
BAB 3 ANALISIS TEKNO-EKONOMI	30
3.1 Skenario Layanan EV-DO Telkom Flexi.....	32
3.1.1 Target <i>Market Share</i>	32
3.1.2 Paket Layanan yang ditawarkan	33
3.1.3 Tarif	34
3.1.4 MoU	34

3.1.5	ARPU.....	35
3.1.6	Presentase dan Jumlah Pelanggan Tiap Paket Layanan	35
3.2	Skenario Arsitekur Jaringan EV-DO Telkom Flexi	36
3.2.1	Target Pelanggan EV-DO Telkom Flexi.....	37
3.2.2	Perencanaan Jaringan.....	40
3.2.2.1	Perencanaan Radio Access Network.....	40
3.2.2.2	Perencanaan Packet Core Network	43
3.2.3	CAPEX.....	46
3.2.4	OPEX.....	46
BAB 4	NILAI EKONOMIS INVESTASI EV-DO TELKOM FLEXI	48
4.1	Pendapatan / Revenues	48
4.1.1	Pendapatan Zona 1	49
4.1.2	Pendapatan Zona 2.....	50
4.1.3	Pendapatan Zona 3.....	51
4.2	<i>First Installed Cost</i>	52
4.3	<i>Life Cycle Cost</i>	53
4.4	Net Present Value.....	54
4.5	<i>Internal Rate of Return</i>	55
4.6	<i>Kurva Cash Balance</i>	57
4.7	<i>Discounted Payback Period (DPBP)</i>	58
BAB 5	ANALISIS RESIKO.....	60
5.1	Analisis Sensitifitas	60
5.1.1	Analisis Sensitifitas Zona 1	61
5.1.2	Analisis Sensitifitas Zona 2.....	63
5.1.3	Analisis Sensitifitas Zona 3.....	64
5.2	Analisis Simulasi	66
5.2.1	Model Simulasi.....	66
5.2.1.1	Variabel Asumsi.....	67
5.2.1.2	Variabel Keputusan.....	68
5.2.1.3	Variabel Peramalan.....	68
5.2.2	Output Simulasi	68
5.2.2.1	Analisis Simulasi Zona 1	70
5.2.2.2	Analisis Simulasi Zona 2.....	72
5.2.2.3	Analisis Simulasi Zona 3.....	75

5.2.2.4 Grafik Overlay	77
BAB 6 KESIMPULAN	79
DAFTAR REFERENSI	80



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 <i>Market Share</i> Industri Seluler Indonesia EOY 2009 dan April 2010 “telah diolah kembali” [1]	1
Gambar 1.2 Market Share Operator FWA Indonesia [2]	2
Gambar 1.3 ARPU Telkom Flexi Periode Juni 2009 – Juni 2010 [2]	3
Gambar 1.4 ARPU Seluler Global Periode 1996-2007 [3]	4
Gambar 1.5 Jumlah pelanggan dan pendapatan seluler Indonesia periode 2004-2008 [4] .	4
Gambar 1.6 Data Jumlah Pelanggan Indonesia (<i>existing & forecast</i>) [6]	5
Gambar 1.7 Jumlah pengguna terdaftar dan pendapatan FlexiNET <i>Unlimited</i> Periode Agustus 2009-Juni 2010 [2]	6
Gambar 1.8 Revenue Internet Telkom Flexi Periode Januari 2009-Juni 2010 [7]	7
Gambar 1.9 Komposisi Revenue Telkom Flexi Januari 2010 & Juni 2010 [7][8]	7
Gambar 1.10 Perbandingan Kecepatan Akses Data Teknologi Nirkabel [9]	8
Gambar 2.1 Arsitektur Jaringan CDMA20001X [13].....	19
Gambar 2.2 Peningkatan Kapasitas RL pada suatu sektor [12].....	27
Gambar 2.3 Peningkatan Kapasitas FL pada suatu sektor [12]	27
Gambar 3.1 Metodologi Tekno-Ekonomi <i>EU Project</i> [14][15]	30
Gambar 3.2 Model Tekno-Ekonomi Investasi EV-DO Telkom Flexi	31
Gambar 3.3 Tahap Perencanaan BTS Ideal [18]	40
Gambar 4.1 Kontribusi Pendapatan Tiap Paket Layanan Terhadap Total Pendapatan Zona 1	49
Gambar 4.2 Kontribusi Pendapatan Tiap Paket Layanan terhadap Total Pendapatan Zona 2	50
Gambar 4.3 Kontribusi Pendapatan Tiap Paket Layanan terhadap Total Pendapatan Zona 3	51
Gambar 4.4 Perbandingan <i>Net Present Value</i> Tiap Zona.....	55
Gambar 4.5 IRR Pada NPV [10]	56
Gambar 4.6 Internal Rate of Return Tiap Zona Jawa Timur	56
Gambar 4.7 Kurva <i>Cash Balance</i> Tiap Zona	57
Gambar 5.1 Grafik Sensitifitas Zona 1.....	62
Gambar 5.2 Grafik Sensitifitas Zona 2.....	64
Gambar 5.3 Grafik Sensitifitas Zona 3.....	65
Gambar 5.4 Grafik NPV Zona 1	70
Gambar 5.5 Grafik NPV Zona 1 Untuk Nilai NPV>0.....	71
Gambar 5.6 Grafik Sensitifitas Zona 1 – Rank Correlation View	71
Gambar 5.7 Grafik Sensitifitas Zona 1 – <i>Contribution to Variance View</i>	72
Gambar 5.8 Grafik NPV Zona 2.....	73
Gambar 5.9 Grafik NPV Zona 2 Untuk Nilai NPV>0.....	73
Gambar 5.10 Grafik Sensitifitas Zona 2 – Rank Correlation View	74
Gambar 5.11 Grafik Sensitifitas Zona 2 – <i>Contribution to Variance View</i>	74
Gambar 5.12 Grafik NPV Zona 3	75
Gambar 5.13 Grafik NPV Zona 2 Untuk Nilai NPV>0	75

Gambar 5.14 Grafik Sensitifitas Zona 3 – <i>Rank Correlation View</i>	76
Gambar 5.15 Grafik Sensitifitas Zona 3 – <i>Contribution to Variance View</i>	76
Gambar 5.16 Grafik Overlay NPV Zona 1, Zona 2, dan Zona 3.....	77
Gambar 5.17 Distribusi Grafik NPV Zona 1, Zona 2, dan Zona 3	78

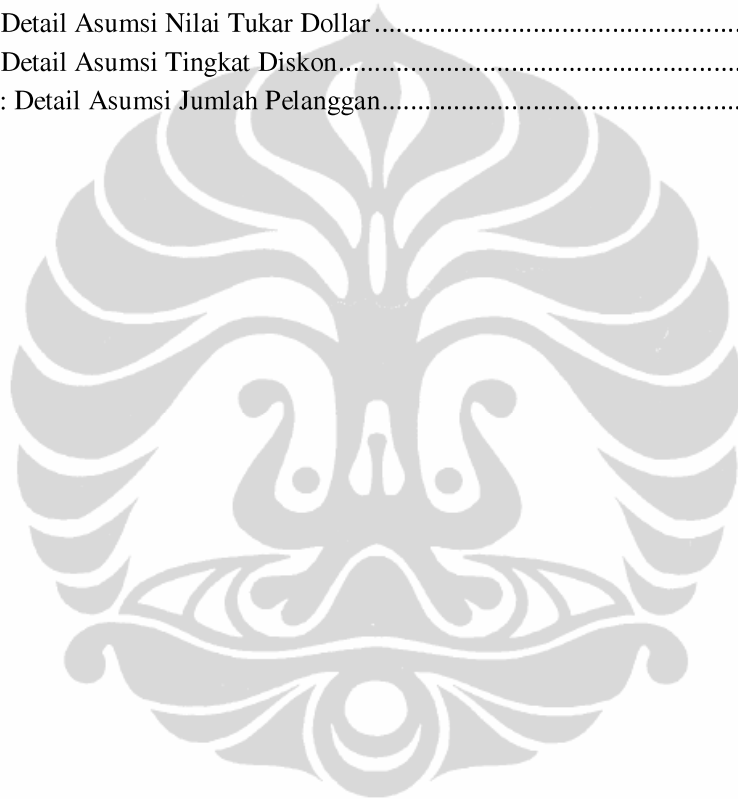


DAFTAR TABEL

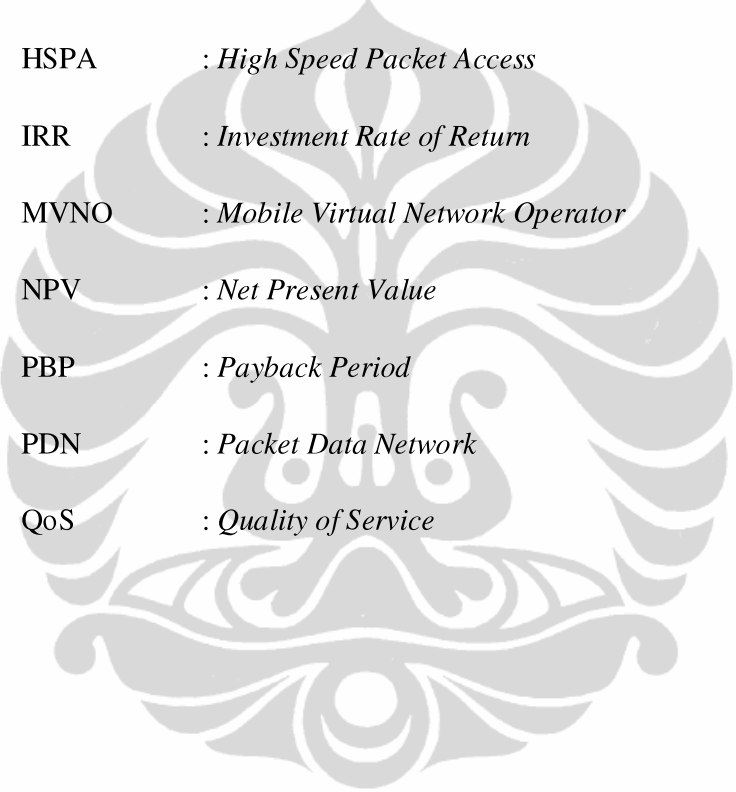
Tabel 2.1 Rasio Rata-rata Pemakaian Layanan Data Telkom Flexi Desember 2009 [10]	14
Tabel 2.2 Paket dan Tarif FlexiNet <i>Unlimited</i> [10]	14
Tabel 2.3 Perkembangan CDMA2000 [11]	17
Tabel 3.1 Market Share Tiap Zona untuk 2011-2015	32
Tabel 3.2 Rencana Paket Layanan EV-DO	33
Tabel 3.3 Perhitungan Jumlah Pelanggan Tiap Zona	39
Tabel 3.4 Perencanaan BTS Berdasarkan Kapasitas	41
Tabel 3.5 Jumlah BTS yang Dibutuhkan	42
Tabel 3.6 Kebutuhan Modul/Card Pada BTS	42
Tabel 3.7 Kebutuhan Jumlah BSC	43
Tabel 3.8 Kebutuhan Modul/Card BSC	43
Tabel 3.9 model trafik EV-DO Telkom Flexi	44
Tabel 3.10 PPP per Tahun Tiap Zona	45
Tabel 3.11 Jumlah Perangkat Packet Core Network yang Dibutuhkan	45
Tabel 3.12 CAPEX Tiap Zona Tahun 2011-2015	46
Tabel 3.13 OPEX Tiap Zona Tahun 2011-2015	47
Tabel 4.1 Total Pendapatan Zona 1 Tahun 2011-2015	49
Tabel 4.2 Total Pendapatan Zona 2 Tahun 2011-2015	50
Tabel 4.3 Total Pendapatan Zona 2 Tahun 2011-2015	51
Tabel 4.4 <i>First Installed Cost</i> Tiap Zona Jawa Timur	52
Tabel 4.5 Life Cycle Cost Setiap Zona Jawa Timur	53
Tabel 4.6 Perhitungan DPBP Zona 1	58
Tabel 4.7 Discounted Payback Periode untuk Zona 1, Zona 2, Zona 3	59
Tabel 5.1 Perubahan Nilai NPV Zona 1 Akibat Berubahnya Beberapa Faktor	61
Tabel 5.2 Perubahan Nilai NPV Zona 2 Akibat Berubahnya Beberapa Faktor	63
Tabel 5.3 Perubahan Nilai NPV Zona 3 Akibat Berubahnya Beberapa Faktor	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Tarif Tiap Layanan Paket EV-DO	83
Lampiran 2 : <i>Minutes of Usage</i>	84
Lampiran 3 : ARPU Layanan EV-DO	85
Lampiran 4 : Presentase Pelanggan Terhadap Layanan.....	86
Lampiran 5 : Jumlah Pelanggan Tiap Layanan	87
Lampiran 6 : Pembagian Zona.....	90
Lampiran 7 : Detail Asumsi OPEX	91
Lampiran 8 : Detail Asumsi Nilai Tukar Dollar	92
Lampiran 9 : Detail Asumsi Tingkat Diskon.....	93
Lampiran 10 : Detail Asumsi Jumlah Pelanggan.....	93



DAFTAR SINGKATAN



ARPU	: <i>ARPU Average Revenue Per User</i>
CDMA	: <i>Code Division Multiple Access</i>
EV-DO	: <i>Evolution-Data Optimized</i>
GSM	: <i>Global System for Mobile Communications</i>
HSPA	: <i>High Speed Packet Access</i>
IRR	: <i>Investment Rate of Return</i>
MVNO	: <i>Mobile Virtual Network Operator</i>
NPV	: <i>Net Present Value</i>
PBP	: <i>Payback Period</i>
PDN	: <i>Packet Data Network</i>
QoS	: <i>Quality of Service</i>

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

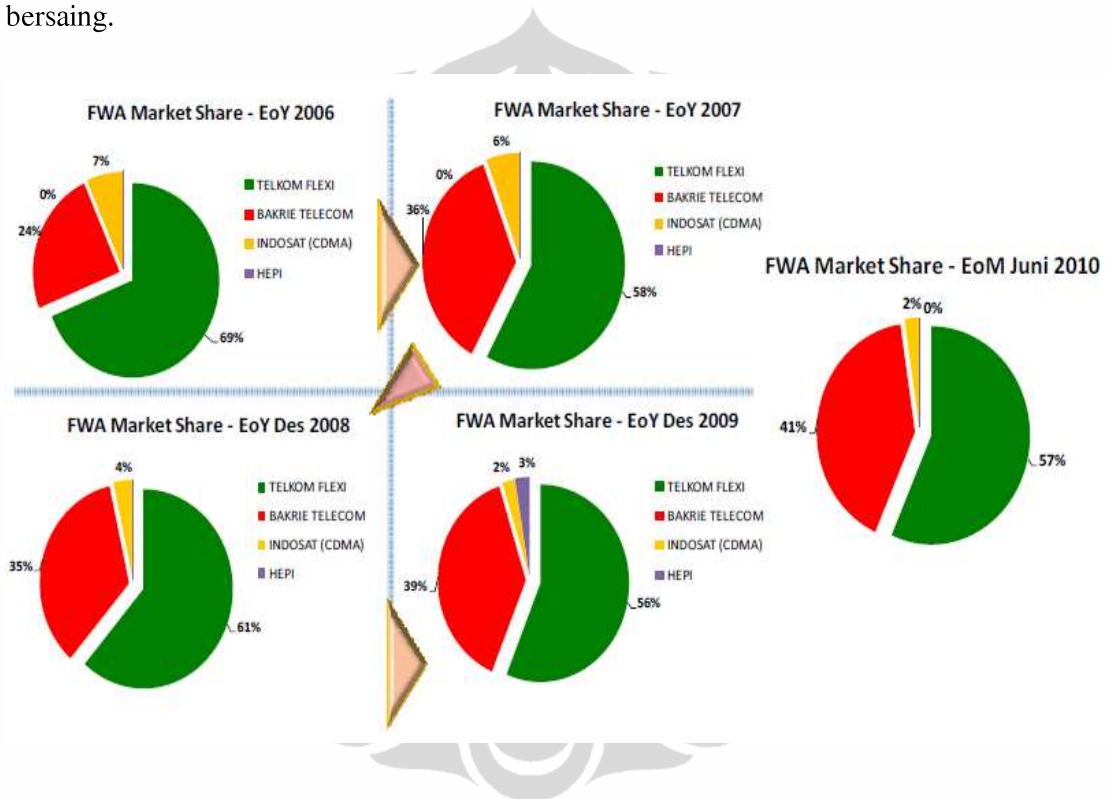
Jumlah operator telekomunikasi di Indonesia baik nirkabel (*wireless*) maupun tetap nirkabel (*fixed wireless*) saat ini merupakan jumlah terbanyak di dunia. Dengan 6 operator menawarkan layanan nirkabel yaitu Telkomsel, Indosat, XL, Axis, Three, Smart Telecom dan 5 operator menawarkan layanan tetap nirkabel yaitu Telkom (Flexi), Indosat (Star-one), Bakrie Telecom (Esia), Smart/Mobile-8 (happy), Sampoerna Telecom Indonesia (ceria), kompetisi di industri telekomunikasi Indonesia semakin ketat. Hal ini dapat dilihat dari perang tarif antar operator tersebut. Proses merger yang terjadi antar Smart Telecom dengan Mobile-8 pun menjadi bukti bahwa kompetisi industri ini sudah semakin keras.



Gambar 1.1 Market Share Industri Seluler Indonesia EOY 2009 dan April 2010 “telah diolah kembali” [1]

Sampai saat ini, jika dilihat secara keseluruhan (baik nirkabel maupun tetap nirkabel), Telkomsel berada di urutan pertama dalam peringkat *market share* dengan presentase sebesar 40% seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.1. Yang selanjutnya disusul oleh Indosat (18,62%), XL (16,02%), Telkom Flexi (7,91%), Bakrie Telecom (5,66%), Hutchison (4,73%), NTS (2,65%), Smart Telecom (2,16%), Mobile-8 (1,37%), Sampoerna Telecom (0,53%), dan Indosat (0,32%). Dapat dilihat disini bahwa peringkat 3 terbesar masih dikuasai oleh

operator seluler menggunakan teknologi GSM. Dari gambaran di atas juga dapat dilihat selain Indosat, NTS, dan Hutchison, terjadi penurunan *market share* yang dimiliki para operator lainnya dari akhir tahun 2009 ke April 2010. Kenaikan *market share* yang diraih oleh Indosat (dari 17,78% menjadi 18,62%), NTS (dari 2,21% menjadi 2,65%) dan Hutchison (dari 2,22% menjadi 4,73%), kemungkinan didapatkan dari layanan data yang ditawarkan, karena ke-3 operator ini semakin gencar mempromosikan layanan BIS (*Blackberry Internet Service*) dengan harga bersaing.

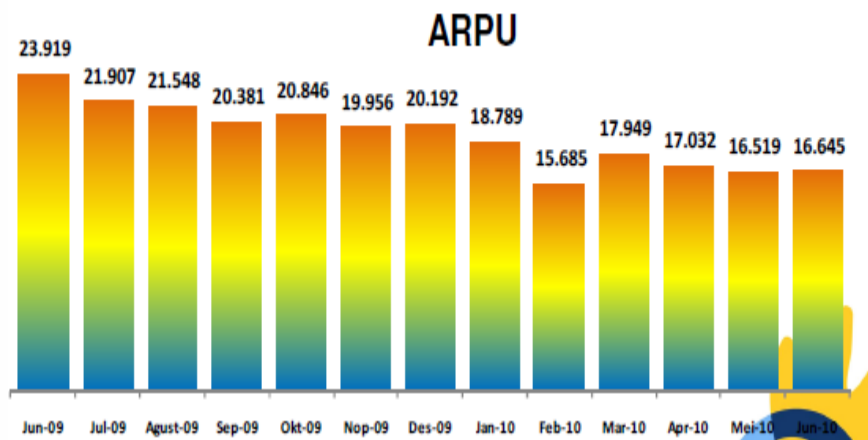


Gambar 1.2 Market Share Operator FWA Indonesia [2]

Hal inilah yang perlu disikapi PT. Telkom, Tbk, dalam menggelar layanan Telkom Flexi. Memang jika dilihat secara terpisah, untuk pasar telepon tetap nirkabel, Telkom Flexi masih memimpin *market share* sebesar 57% di akhir Juni 2010 (Gambar 1.2). Namun jika dilihat dengan seksama, pergerakan presentase market share Flexi dari tahun 2006 mengalami turun-naik, yang menandakan persaingan oleh kompetitor cukup berat. Berbeda dengan Bakrie Telecom yang pergerakannya cenderung terus naik semenjak 2006 sampai Juni 2010. Bahkan untuk area Jabodetabek dan Bandung, posisi Flexi kalah dibanding pesaing

utamanya tersebut. Padahal dua kota tersebut merupakan kota besar yang berkontribusi cukup besar bagi pendapatan operator telekomunikasi.

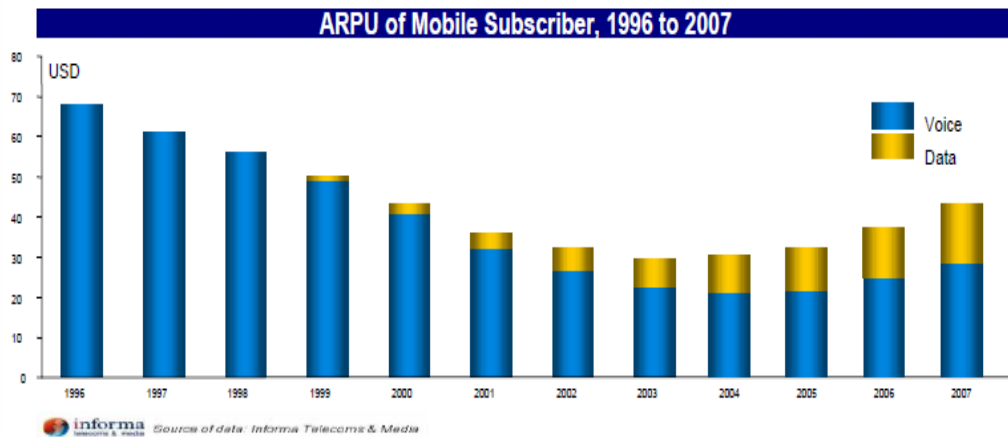
Tidak hanya posisi *market share*, pergerakan ARPU (*Average Revenue Per User*) yang didapatkan Flexi pun harus diwaspadai. Pada Gambar 1.3 dibawah, dapat dilihat bahwa pendapatan dari masing-masing pengguna cenderung mengalami penurunan. Hal ini diakibatkan oleh kebijakan tarif yang semakin rendah sedangkan biaya operasional tidak ikut turun. Berbagai program *marketing* yang ditawarkan kepada pelanggan menggerus pendapatan Flexi. Oleh karena itu, perlu dilakukan langkah kreatif dalam penawaran layanan kepada pelanggan. Kondisi pasar dan tren gaya hidup juga harus menjadi pertimbangan dalam menawarkan suatu layanan yang menarik bagi masyarakat Indonesia yang cenderung konsumtif. Salah satunya adalah dengan cara menawarkan layanan *mobile data* yang akhir-akhir ini cukup berkembang pesat di negeri ini, dengan kualitas dan harga yang bersaing.



Gambar 1.3 ARPU Telkom Flexi Periode Juni 2009 – Juni 2010 [2]

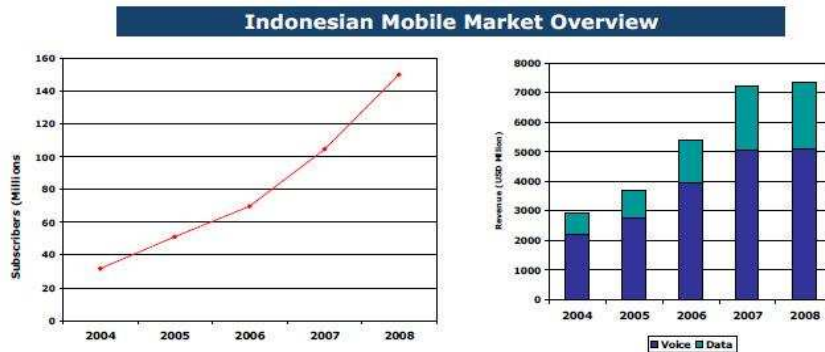
Beberapa hasil penelitian yang dilakukan oleh konsultan yang bergerak di bidang telekomunikasi menunjukkan bahwa layanan data bisa menjadi *revenue generator* baru bagi operator. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Informa yang menunjukkan kontribusi yang diberikan layanan *mobile data* bagi ARPU (*Average revenue Per User*) operator seluler secara global semakin meningkat sejak 1999. Seperti ditunjukkan grafik pergerakan ARPU periode

1996-2007 pada Gambar 1.4, terlihat jelas ARPU layanan suara (*voice*) mengalami penurunan dari tahun 1996 ke tahun 2004. Kemudian tahun selanjutnya mengalami sedikit peningkatan sampai tahun 2007. Sedangkan ARPU yang disumbangkan layanan data terus mengalami peningkatan dari 1999 sampai dengan 2007.



Gambar 1.4 ARPU Seluler Global Periode 1996-2007 [3]

Hal yang sama juga terjadi di Indonesia, dimana layanan *mobile data* menyumbangkan kontribusi semakin besar bagi pendapatan operator di negara ini (Gambar 1.5).



Gambar 1.5 Jumlah pelanggan dan pendapatan seluler Indonesia periode 2004-2008 [4]

Peningkatan paling tajam terjadi pada tahun 2006-2007, dimana pendapatan dari layanan data yang diterima operator melonjak dua kali lipat dari tahun sebelumnya. Peningkatan jumlah pelanggan (*subscriber*) yang cukup tajam

terjadi pada tahun 2006-2008, dimana terjadi peningkatan dari sekitar 60 juta-an pelanggan menjadi lebih dari 140 juta pelanggan. Peningkatan jumlah pelanggan yang cukup besar di tahun 2007-2008 tidak diikuti oleh pendapatan yang justru hampir jalan di tempat. Hal ini menunjukkan, meski jumlah pelanggan naik cukup pesat, namun tidak berbanding lurus dengan pendapatan yang diperoleh operator. Kondisi ini disebabkan oleh penetapan tarif yang semakin rendah dan bersaing, namun tidak diikuti dengan penurunan biaya operasional yang dikeluarkan.

Dengan jumlah penduduk yang menduduki peringkat ke-4 populasi penduduk terpadat di dunia yang jumlahnya mencapai 238 juta penduduk, Indonesia merupakan pasar yang menjanjikan bagi layanan *mobile data*. Apalagi hal ini didukung oleh gaya hidup masyarakat yang semakin ketergantungan terhadap internet, baik untuk mendukung pekerjaan, mengakses jejaring sosial, ataupun hanya untuk sekedar ber-*chatting* ria. Berdasarkan data dari *Wireless Intelligence*, pada akhir 2008 terdapat sebanyak 315.000 pelanggan di Indonesia mengakses internet melalui teknologi *wireless broadband*, menyalip jumlah pelanggan internet dengan koneksi *fixed-line* [5].

	2007	2008	2009f	2010f	2011f	2012f	2013f	2014f
No. of Mobile Phone Subscribers ('000)	97,319	146,332	189,074	227,438	274,394	321,352	357,718	393,802
No. of Mobile Phone Subscribers/100 Inhabitants	42.0	62.4	79.7	94.8	113.0	130.9	144.2	157.1
No. of Mobile Phone Subscribers/100 Fixed Line Subscribers	545.9	481.7	557.8	604.8	657.7	699.4	714.8	730.3
No. of 3G Phone Subscribers ('000)	3,700.0	6,734	9,386	12,055	13,451	14,825	16,105	17,372
3G Market As % Of Entire Mobile Market	3.8	4.6	5.0	5.3	4.9	4.6	4.5	4.4

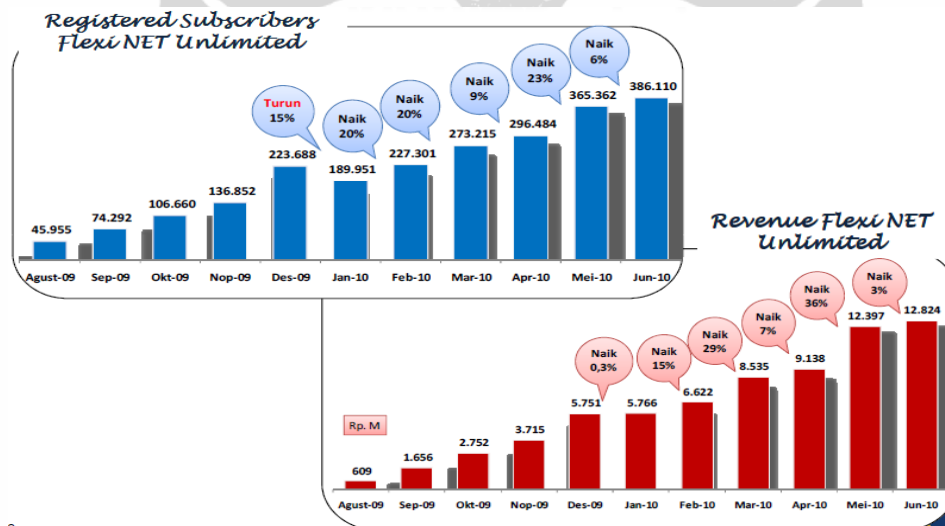
f = forecast. Source: BMI, operator results

Gambar 1.6 Data Jumlah Pelanggan Indonesia (*existing & forecast*) [6]

Bila dilihat dari segi infrastruktur yang digelar, saat ini terdapat 4 operator GSM yang menyediakan jaringan HSPA, yaitu : Indosat, Telkomsel, XL, dan Hutchison. Serta 2 operator CDMA yang menggelar CDMA20001X EV-DO yaitu Smart Telecom/Mobile-8 dan Bakrie Telecom. Dengan jaringan yang terus dibangun, *Business Monitor International* memprediksikan pada akhir 2014 sebanyak 17,3 juta pelanggan (4,4% dari total prediksi jumlah pelanggan yang mencapai 393,8 juta) akan mengakses 3G seperti terlihat pada Gambar 1.6.

Hal ini menunjukkan bahwa pasar layanan data masih akan terus berkembang di Indonesia. Apalagi fenomena layanan Blackberry yang terbilang cukup sukses di negara ini. Berdasarkan data Asosiasi Telepon Seluler Indonesia (ATSI), sampai Maret 2010 tercatat jumlah pelanggan BIS mencapai 1 juta pelanggan dan terus bertambah sampai saat ini.

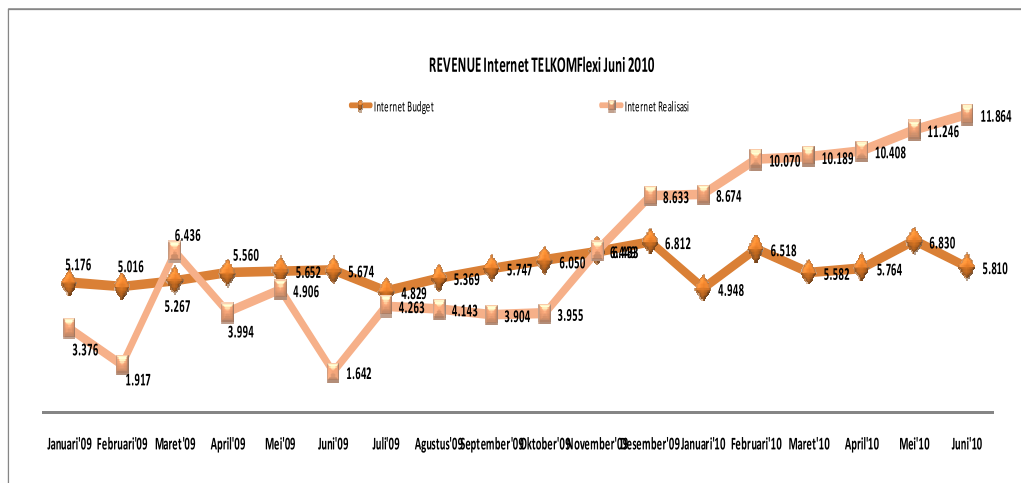
Bagi Telkom Flexi sendiri, layanan data sudah mulai ditawarkan kepada pelanggannya sejak awal Flexi berdiri. Layanan tersebut dinamakan sebagai layanan PDN (*Packet Data Network*) yang awalnya hanya menawarkan paket *volume based*. Kemudian sejalan dengan perkembangannya, paket layanan berbasis waktu penggunaan atau *time based* juga ditawarkan. Namun karena promosi yang ditawarkan kurang gencar, maka produk ini kurang dikenal dan laku di pasaran. Perkembangan pesat layanan data terjadi saat ditawarkan nya layanan PDN *unlimited* yang lebih dikenal dengan sebutan *FlexiNET Unlimited*.



Gambar 1.7 Jumlah pengguna terdaftar dan pendapatan FlexiNET Unlimited Periode Agustus 2009-Juni 2010 [2]

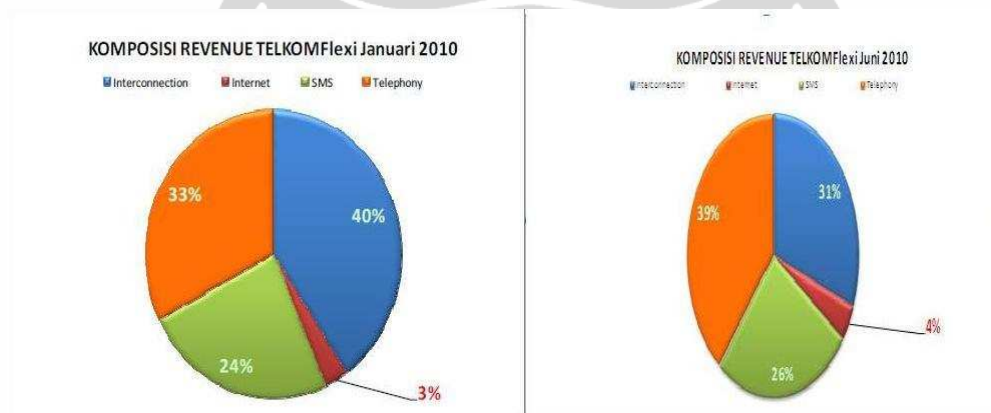
Dengan layanan ini, pengguna dapat mengakses internet dengan tarif sebesar Rp.2.500/hari, atau Rp.15.000/minggu, atau Rp.50.000/bulan baik melalui ponsel maupun modem dengan akses kecepatan mencapai 153Kbps. Sampai Juni 2010, pelanggan yang terdaftar menggunakan layanan ini mencapai 386.110 *subscriber* atau meningkat delapan kali semenjak diluncurkannya program ini. *Revenue* yang dihasilkan pun bergerak terus meningkat tiap bulannya (Gambar 1.7), yang secara otomatis berpengaruh kepada peningkatan *revenue* layanan data

Flexi secara keseluruhan (Gambar 1.8) dan kontribusinya terhadap total *revenue* yang dihasilkan (Gambar 1.9)



Gambar 1.8 Revenue Internet Telkom Flexi Periode Januari 2009-Juni 2010 [7]

Pada Gambar 1.9 dibawah, dapat dilihat terjadi peningkatan kontribusi *revenue* layanan data terhadap total *revenue* Flexi sebesar 1% pada Juni 2010 dibandingkan Januari 2010. Meski kontribusi layanan data ini masih terbilang kecil dibandingkan dengan kontribusi layanan lainnya, pergerakan pertumbuhan yang positif menandakan bahwa bisnis layanan data ini cukup menjanjikan bagi Flexi untuk terus dikembangkan.

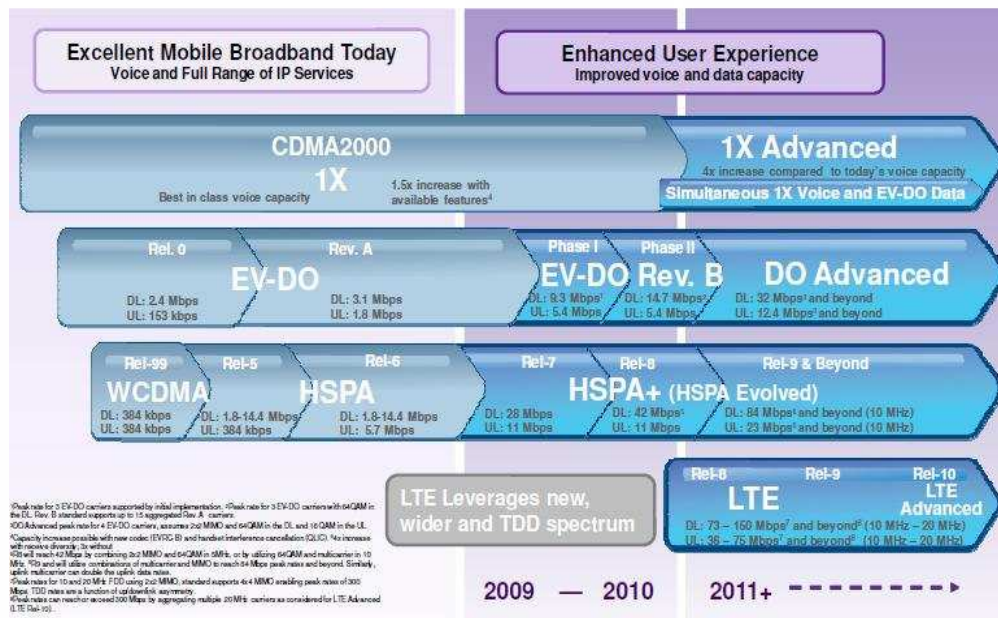


Gambar 1.9 Komposisi Revenue Telkom Flexi Januari 2010 & Juni 2010 [7][8]

Namun kualitas dan kecepatan layanan data yang ditawarkan Telkom Flexi masih kalah jauh dengan layanan sejenis yang ditawarkan oleh para pesaing. Teknologi CDMA20001X yang diusung Telkom Flexi menawarkan kecepatan

153kbps, jauh tertinggal dari teknologi EV-DO Rev.A yang menawarkan kecepatan sampai dengan 3.1Mbps serta HSPA Rel-5 yang dapat mencapai 14.4 Mbps dalam keadaan optimum. Perbandingan kecepatan beberapa teknologi dapat dilihat pada gambar 1.10.

C2K Treads Right Along 3G Evolution



Gambar 1.10 Perbandingan Kecepatan Akses Data Teknologi Nirkabel [9]

Dengan harga yang cukup bersaing, namun kualitas jauh lebih baik, layanan mobile data yang ditawarkan pesaing dapat dengan mudah menyebabkan pelanggan FlexiNET melakukan *churn*. Oleh karena itu, Telkom Flexi mulai mempertimbangkan untuk mengimplementasikan teknologi EV-DO yang rencananya akan diimplementasikan awal tahun 2011. Pengembangan teknologi ini sejalan dengan peta bisnis PT. Telkom yang berubah dari perusahaan yang berfokus hanya pada layanan telekomunikasi menjadi perusahaan yang menawarkan bisnis TIME (*Telecommunication, Information, Media, Edutainment*).

Dengan implementasi teknologi EV-DO Rev.A ini diharapkan dapat meningkatkan pendapatan yang diterima dari layanan data internet Telkom Flexi. Sebagai perbandingan Smart Telecom yang sudah menerapkan teknologi ini memperoleh peningkatan jumlah pelanggan yang signifikan sejak diluncurkan tiga

tahun lalu. Berdasarkan sumber internal Smart *Telecom*, diketahui bahwa terjadi peningkatan jumlah pelanggan layanan data internet sekitar 60% per tahunnya. Sedangkan pendapatan yang diterima pertengahan tahun ini juga meningkat sekitar 30% dari pendapatan yang diterima pada pertengahan tahun lalu.

Namun tentu saja, analisis dan perhitungan yang matang perlu dilakukan agar investasi yang dikeluarkan Telkom Flexi dapat kembali dengan optimal sehingga tidak merugi. Pada penelitian ini digunakan analisis tekno-ekonomi karena mempunyai kelebihan memperhitungkan beberapa faktor berikut : karakteristik area, kondisi pasar, dan kondisi pesaing.

1.2 Identifikasi & Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dapat diidentifikasi permasalahan yang mendasari untuk dibahas dalam kajian ini, yaitu sebagai berikut :

1. Pendapatan Telkom Flexi terus menurun, sedangkan persaingan antar operator semakin memanas.
2. Peta Bisnis Telkom berubah dari perusahaan yang berfokus ke layanan telekomunikasi menjadi perusahaan yang bermain di bisnis TIME (*Telecommunication, Information, Media, Edutainment*), sehingga Telkom harus mulai memperhatikan pengembangan bisnis lainnya disamping telekomunikasi.
3. Sebagai sumber alternatif pendapatan, layanan *mobile data* dapat menjadi salah satu pilihan yang cukup menjanjikan. Namun dari segi kualitas, layanan data teknologi CDMA 20001X masih kalah dibandingkan dengan layanan yang ditawarkan para pesaingnya, baik dari sesama operator CDMA yang sudah menggelar EV-DO maupun operator GSM yang sudah menyediakan HSPA.
4. Pada tahun 2011, Telkom Flexi berencana untuk mengimplementasikan teknologi EV-DO Rev.A pada jaringannya, namun besarnya biaya investasi dan tarif bersaing yang harus diterapkan memaksa perusahaan untuk benar-benar memperhitungkan apakah biaya investasi yang dikeluarkan sebanding dengan hasil yang akan didapatkan serta resiko-resiko seperti apa yang kemungkinan dihadapi.

Dari identifikasi masalah yang telah diuraikan di atas, maka perumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana tingkat profitabilitas implementasi teknologi EV-DO Rev.A pada jaringan Telkom Flexi di tiap zona Jawa Timur.
2. Bagaimana tingkat resiko investasi implementasi teknologi EV-DO Rev.A pada jaringan Telkom Flexi di tiap zona Jawa Timur.

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah menganalisis investasi teknologi EV-DO Rev.A di tiap zona Jawa Timur dengan metode Tekno-Ekonomi, sehingga dapat diketahui tingkat profitabilitas dan tingkat resiko yang dihadapi Telkom Flexi.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah untuk penelitian ini adalah :

- a. Teknologi EV-DO yang dibahas di penelitian ini adalah EV-DO Rev.A
- b. Sumber penelitian ini adalah data primer seperti: hasil wawancara, serta data sekunder seperti: laporan keuangan, laporan performansi jaringan, dan laporan internal Telkom Flexi yang terkait lainnya.
- c. Metode tekno ekonomi yang digunakan berdasarkan metodologi yang dikembangkan beberapa Proyek Uni Eropa.
- d. Periode penelitian adalah tahun 2011-2015.
- e. Penelitian dilakukan di Jawa Timur dengan membagi daerah menjadi 3 zona. Pembagian zona ini ditentukan oleh Telkom Flexi.
- f. Layanan data yang dimaksudkan dalam penelitian ini adalah layanan data internet yang menggunakan teknologi EV-DO Rev.A.
- g. Semua asumsi parameter jaringan dan layanan yang digunakan di penelitian ini merupakan hasil wawancara dengan Telkom Flexi.

1.5 Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini terdiri dari 6 bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

Pada Bab 1 Pendahuluan, akan dibahas mengenai latar belakang disusunnya tulisan ini, perumusan masalah, tujuan penulisan tugas ini, batasan masalah serta sistematika penulisan yang dilakukan.

Pada Bab 2 Telkom Flexi, akan dijelaskan secara singkat mengenai Telkom Flexi secara singkat, baik dari segi layanan yang ditawarkan, maupun dari teknologi yang digunakan. Selain itu juga akan dibahas mengenai teknologi EV-DO yang rencananya akan diimplementasikan di jaringan Telkom Flexi dalam waktu dekat.

Pada Bab 3 Analisis Tekno-Ekonomi, akan dijelaskan mengenai tahap input yang diperlukan dalam Analisis Tekno Ekonomi.

Pada Bab 4 Nilai Ekonomis Investasi, berisi perhitungan dan analisis nilai ekonomis investstasi EV-DO Telkom Flexi.

Pada Bab 5 Analisis Resiko, akan dijelaskan mengenai analisis sensitifitas dan analisis simulasi menggunakan Crystal Ball untuk mengetahui resiko yang dihadapi

Pada Bab 6 Kesimpulan, berisi kesimpulan dari Tesis ini

BAB 2 TELKOM FLEXI

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, saat ini akses internet merupakan layanan yang semakin menjamur di berbagai belahan dunia. Tidak terkecuali di Indonesia, jumlah pengguna layanan ini mengalami peningkatan tiap tahunnya. Bagi operator nirkabel, tren ini memberi peluang untuk mengembangkan layanan akses data nirkabel. Dengan menggunakan ponsel atau modem, pelanggan dapat mengakses layanan data secara *mobile* pada area yang dilayani operator.

2.1 Layanan Data Telkom Flexi

Sejak awal berdirinya, Telkom Flexi sudah menawarkan layanan data kepada pelanggannya dengan layanan PDN (*Packet Data Network*) *Volume Based*. Seiring dengan perkembangannya, maka layanan data yang disediakan Flexi bagi pelanggannya meliputi PDN *Volume Based*, PDN *Time Based*, WAP, VPN, Flexi *Browser*, Flexi Kompas, dan FlexiNET *Unlimited*.

2.1.1 PDN *Volume Based*

Layanan ini menawarkan media komunikasi ke internet gateway dengan menggunakan metoda Akses PDN melalui jaringan TelkomFlexi. Akses *dial up* menggunakan nomor dial #777 ini didukung oleh teknologi CDMA 2000-1x, dimana secara teknis mampu mencapai kecepatan 153,6 Kbps, layanan ini memungkinkan anda sebagai pelanggan Flexi Pascabayar (*Classy*) ataupun Prabayar (*Trendy*) untuk melakukan aktifitas internet di seluruh cakupan layanan jaringan Telkom Flexi. Metode volume based berarti bahwa tariff layanan ini dihitung berdasarkan *volume data/usage* internet (*upload+download*) yang digunakan oleh pelanggan.

2.1.2 PDN *Time Based*

Setelah beberapa tahun layanan PDN yang ditawarkan berdasarkan volume yang ditawarkan, maka pada 11 Juni 2008 Telkom Flexi meluncurkan layanan PDN Time-Based. Dengan metode ini, maka tariff dihitung berdasarkan lama waktu akses yang digunakan oleh pelanggan.

2.1.3 Layanan On-Device Portal

Layanan *On-Device Portal* adalah istilah untuk produk yang memberikan konten portal di ponsel melalui aplikasi *client*. Sebuah portal pribadi menggunakan teknologi ODP menawarkan sebuah portal *download* yang berada pada perangkat MS. Platform aplikasi *on-device* adalah sebuah *browser* dengan teknologi yang tidak terlalu tinggi. Sebuah platform yang menyediakan navigasi yang sederhana dan intuitif untuk konten dan fungsi dasar terkait pada ponsel. Platform ini memastikan konten segera tersedia pada layanan seluler, meningkatkan penelusuran konten dan mendorong pengguna untuk lebih banyak menggunakan portal.

Pada Flexi, ada 5 layanan yang ditawarkan menggunakan platform ini, yaitu : WAP, Flexi Browser, Flexi Kompas, Flexi Muslim, dan Flexi Balipos. Dari kelima layanan tersebut, hanya WAP yang mempunyai target pasar dari kalangan menengah ke atas, hal ini dikarenakan aplikasi WAP biasanya terpasang pada ponsel CDMA yang *high-end*. Oleh karena itu, agar kalangan menengah kebawah tetap dapat menikmati layanan *on-device portal* ini, diluncurkanlah ke-4 layanan lainnya dengan menjalin kerja sama dengan *supplier* ponsel CDMA *low-end*.

2.1.4 VPN

VPN adalah singkatan dari *virtual private network*, yaitu jaringan pribadi (bukan untuk akses umum) yang menggunakan medium nonpribadi untuk menghubungkan antar *remote-site* secara aman. Dengan menerapkan teknologi tertentu, jaminan keamanan untuk layanan ini tetap terjaga meski melewati medium umum. Dengan VPN, *Traffic* antar *remote-site* tidak dapat disadap dengan mudah, juga tidak memungkinkan pihak lain untuk menyusupkan *traffic* yang tidak semestinya ke dalam *remote-site*. Target pasar layanan VPN Flexi adalah pelanggan bisnis atau *corporate*.

2.1.5 FlexiNET Unlimited

Dibandingkan dengan 4 layanan lainnya, program FlexiNET *Unlimited* ini merupakan primadona baru bagi Telkom Flexi. Hal ini dikarenakan layanan ini

sangat diminati oleh pelanggan dibandingkan dengan layanan data Flexi lainnya seperti yang terlihat pada Tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Rasio Rata-rata Pemakaian Layanan Data Telkom Flexi Desember 2009 [10]

Layanan	Average Usage Ratio December 2009
PDN Time Based	0.277%
PDN Volume Based	2.393%
VPN	0.000%
Unlimited	97.330%

Paket layanan ini menawarkan akses data bagi pelanggan Flexi pra bayar (*Trendy*) dan pelanggan Flexi *pasca* bayar (*Classy*) melalui jaringan Telkom Flexi dengan penawaran tarif khusus berlangganan PDN secara harian, mingguan, bulanan dengan cara melakukan registrasi terlebih dahulu.

Program *Unlimited* merupakan program promo yang rencananya diluncurkan hanya untuk periode 1 Agustus 2009 - 31 Oktober 2009, namun diperpanjang sampai saat ini dikarenakan kontribusinya terhadap *revenue* Flexi. Tabel 2.2 berikut menunjukkan tarif dan paket yang ditawarkan.

Tabel 2.2 Paket dan Tarif FlexiNet *Unlimited* [10]

No	Paket	Tarif	Masa berlaku
1	Harian		
	- Trendy	Rp. 2.500 / hari (incl. PPN)	24 jam
	- Classy	Rp. 2.250 / hari (excl. PPN)	24 jam
2	Mingguan		
	- Trendy	Rp. 15.000 / minggu (incl. PPN)	7 x 24 jam
	- Classy	Rp. 13.500 / minggu (excl. PPN)	7 x 24 jam
3	Bulanan		
	- Trendy	Rp. 50.000 / bulan (incl. PPN)	30 x 24 jam
	- Classy	Rp. 45.000 / bulan (excl. PPN)	30 x 24 jam

Dari FAQ mengenai layanan ini [9], dijelaskan bahwa FlexiNET *Unlimited* mempunyai beberapa keuntungan yang dapat dinikmati oleh pelanggan, yaitu :

- Pelanggan dapat memperoleh layanan akses data *unlimited* dengan harga terjangkau.

- Memberikan kemudahan bagi pelanggan untuk memilih layanan akses data sesuai dengan kebutuhan baik harian, mingguan dan bulanan.
- Kecepatan akses up to 153 Kbps (single Speed)

2.2 Jaringan Telkom Flexi

2.2.1 Teknologi Yang Digunakan

Pada tahun 2002, Telkom Flexi hadir di Indonesia dengan layanan *fixed wireless access* menggunakan teknologi CDMA20001X. Dengan teknologi ini, pelanggan dimungkinkan menggunakan layanan telpon, sms, serta data. Pada bagian ini akan dibahas secara singkat mengenai dasar CDMA dan teknologi CDMA 20001X yang dipakai oleh Telkom Flexi.

CDMA merupakan singkatan dari *Code Division Multiple Access* yang merupakan suatu teknik akses jamak yang memungkinkan banyak pengguna seluler membagi spektrum radio yang terbatas secara bersamaan. Pembagian spektrum ini diperlukan untuk mencapai kapasitas yang tinggi dengan mengalokasikan *bandwidth* yang tersedia (atau kanal yang tersedia) ke beberapa pengguna. Jika sistem komunikasi konvensional menggunakan frekuensi yang konstan, maka CDMA menggunakan akses jamak melalui *spread spectrum* menggunakan frekuensi yang bervariasi dalam mengantarkan sinyal audio. Pada teknik ini juga dilakukan pembagian kode karena kode tertentu dibutuhkan untuk mengirimkan dan menerima frekuensi, dan untuk menjaga komunikasi dari interferensi. Teknik ini memungkinkan penggunaan spektrum frekuensi yang sama tanpa ada pembicaraan ganda. Berbeda dengan FDMA (*Frequency Division Multiple Access*) dan TDMA (*Time Division Multiple Access*), maka CDMA menggunakan waktu dan frekuensi yang sama dalam mengakses masing-masing *user*.

Konsep CDMA menyerupai situasi yang terjadi pada suatu pesta. Pada “Pesta *Cocktail* CDMA”, semua orang berbicara dalam ruangan yang sama secara bersamaan. Situasi ini analogis dengan teknik yang digunakan dalam CDMA. Bayangkan bahwa setiap percakapan di dalam ruangan itu dilakukan dalam bahasa yang berbeda-beda yang anda tidak mengerti. Bahasa yang berbeda-

beda itu akan terdengar seperti *noise* dari perspektif anda. Jika anda “mengenali kode”, yaitu bahasa yang sesuai, anda dapat memfilter percakapan-percakapan yang tidak diinginkan, dan hanya mendengarkan percakapan yang sesuai dengan bahasa anda. Sistem CDMA juga harus memfilter trafik dengan cara yang sama. Sekalipun dengan mengenali bahasa yang sesuai, percakapan yang dilakukan mungkin saja tidak sepenuhnya terdengar dengan baik. Pendengar dapat memberi isyarat kepada pembicara untuk berbicara lebih keras, dan dapat juga memberi isyarat kepada orang lain supaya berbicara lebih pelan. Sistem CDMA menggunakan cara yang sama dalam melakukan proses *power control*.

Standar pertama menggunakan teknik ini yang diprakarsai oleh Qualcomm dalam dunia seluler dikenal sebagai IS-95. IS merupakan Standar Interim dari Asosiasi Industri Telekomunikasi (*Telecommunications Industry Association*, TIA) yang terakreditasi oleh *American National Standards Institute* (ANSI). IS-95 atau dikenal juga dengan CDMAone sering disebut sebagai standar 2G atau seluler generasi kedua CDMA. Dalam perkembangannya, CDMAone mengalami beberapa kali revisi dan penyempurnaan. Standar ini kemudian digantikan oleh IS-2000 atau dikenal juga sebagai CDMA20001X. Yang terbaru, QUALCOMM telah memimpin penciptaan teknologi baru berbasis CDMA yang dinamakan 1xEV-DO, atau IS-856, yang mampu menyediakan laju transmisi paket data yang lebih tinggi seperti yang dipersyaratkan oleh IMT-2000 dan diinginkan oleh para operator jaringan nirkabel. Saat ini Qualcomm masih mengembangkan revisi dari 1X yaitu *1X Advanced* yang rencananya akan diluncurkan pada tahun 2011 mendatang. [5]

CDMA2000 merupakan suatu standar yang termasuk dalam kelompok IMT-2000 (3G). Teknologi ini menawarkan layanan suara (*voice*) berkualitas tinggi dan layanan *broadband data* melalui jaringan nirkabel. CDMA2000 terdiri dari CDMA2000 1xRTT atau biasa dikenal dengan sebutan 1x dan CDMA2000 EV-DO atau biasa dikenal dengan sebutan EV-DO. Sistem CDMA2000 dapat dioperasikan secara ekonomis dalam berbagai macam lingkungan, termasuk : *outdoor megacells* (*cell* > 35 km radius), *outdoor macrocells* (*cell* 1-35 km radius), *indoor/outdoor microcells* (sampai dengan 1 km radius), serta *indoor/outdoor picocells* (< 50 m radius). Sampai dengan 26 Juli 2010, CDG

mencatat terdapat sebanyak 313 operator di 120 negara yang menggunakan layanan CDMA2000, baik 1X maupun EV-DO. Tabel 2.3 menunjukkan jumlah operator yang menggunakan CDMA2000 di tiap benua.[11]

Tabel 2.3 Perkembangan CDMA2000 [11]

As of July 26, 2010

CDMA2000 Deployments (includes CDMA2000 1X & 1xEV-DO)						
	Asia - Pacific	North America	Caribbean - Latin America	Europe - Russia	Africa - Middle East	Worldwide
Operators	84	52	54	59	64	313
Countries/Territories	34	2	26	16	42	120
1X Commercial Networks	84	51	54	49	63	301
1xEV-DO Rel. 0 Commercial Networks	23	9	26	39	18	115
1xEV-DO Rev. A Commercial Networks	24	25	8	25	16	98
EV-DO Rev. B Commercial Networks	1	0	0	0	0	1
1X Deployments (in progress)	3	2	10	6	5	26
1xEV-DO Rel. 0 Deployments (in progress)	10	1	5	3	12	31
1xEV-DO Rev. A Deployments (in progress)	4	7	10	5	11	37
EV-DO Rev. B Deployments (in progress)	4	0	0	4	1	9
1X Trials	0	0	0	1	2	3
1xEV-DO Rel. 0 Trials	0	0	1	0	1	2
1xEV-DO Rev. A Trials	0	0	0	1	0	1
EV-DO Rev. B Trials	0	0	0	0	0	0

CDMA2000 1x merupakan generasi pertama dari teknologi CDMA2000. 1x pada CDMA 2000 1xRTT berarti satu kali kanal 1,25 MHz, sedangkan RTT merupakan singkatan dari *Radio Transmission Technology*. Teknologi ini diperkenalkan sebagai standar IMT-2000 oleh ITU pada November 1999 dan dikembangkan secara komersial sejak Oktober 2000. Dibandingkan dengan IS-95, jaringan CDMA2000 1x mengalami beberapa pengembangan seperti kontrol daya yang lebih baik, *uplink pilot channel*, teknik *vocoder* baru, pengembangan *Walsh Code* serta perubahan skema modulasi. Sedangkan pada sisi arsitektur jaringan terdapat *Base Station Controller (BSC)* dengan kemampuan *IP Routing*, *BTS multimode* serta *PDSN (Packet Data Serving Network)*. Berikut ini adalah fitur utama yang dimiliki oleh CDMA2000 1X : [12]

- Kapasitas *voice*: saat ini, CDMA2000 1X dapat *men-support* 33-40 kanal suara secara serempak per sektor pada sebuah kanal FDD 1.25 MHz.

Menggunakan sebuah *codec* baru (EVRC-B), Walsh *codes* tambahan dan *handset interference cancellation*, sistem ini dapat meng-*handle* sampai dengan 55 panggilan suara secara serempak.

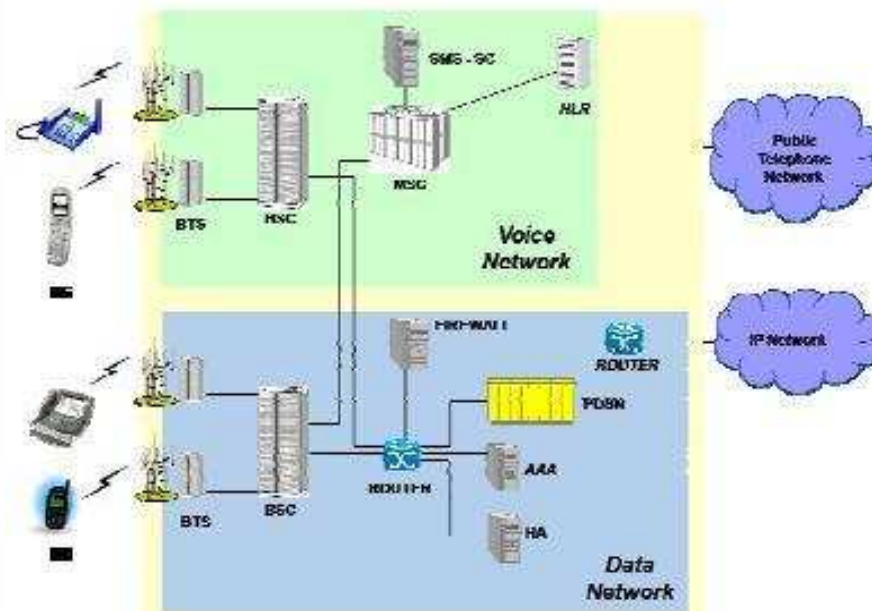
- *High-Speed Data*: Mendukung *bi-directional* (*up* dan *downlink*) *peak data rates* sampai dengan 153.6 kbps, mengirimkan data *throughput* dengan rata-rata 80-100 kbps pada jaringan komersial menggunakan sebuah kanal FDD 1.25 MHz.
- *Spectral Efficiency*: Sampai dengan 0.180 bit/sec/MHz pada sebuah kanal FDD 5 MHz.
- Aplikasi: mendukung layanan suara circuit-switched, layanan pesan singkat (SMS), *download ringtone*, layanan *multimedia messaging service* (MMS), layanan lokasi berdasarkan GPS, layanan data akses internet seperti akses aplikasi permainan (*games*), *download* musik atau video.
- Kompatibilitas dengan sistem lama: CDMA2000 1X kompatibel dengan sistem dan ponsel 2G cdmaOne (IS-95A/B).

Selain menggunakan *walsh code* untuk akses jamaknya, CDMA2000 juga menggunakan *frequency division multiple access* (FDMA) untuk meningkatkan jumlah kapasitas pemakainya dalam suatu sel. Teknologi CDMA2000 ini menggunakan pita lebar (*bandwidth*) mulai dari 1,25 megahertz (MHz) sampai 15 Mhz dan mempunyai alokasi pada frekuensi 450 MHz, 800 MHz (*cellular band*), 1.700 MHz, 1.900 (PCS *Band*), atau 2,1 GHz, tergantung dari regulasi tiap-tiap negara.

Karakteristik yang *signifikan* dari teknologi CDMA2000 ini adalah pemakaian *power* yang selalu diatur seminimum mungkin, yaitu dengan menggunakan *power control* yang memungkinkan pengaturan daya yang dipancarkan oleh *handset* setiap 1,25 ms sehingga mempunyai efek positif bagi kesehatan pemakainya dan tingkat interferensi juga dapat ditekan seminimum mungkin. Ditinjau dari keamanan datanya, CDMA2000 juga mempunyai tingkat keamanan yang baik, yaitu menggunakan proses enkripsi (*encryption*) yang berlapis sehingga tidak mudah disadap.

2.2.2 Arsitektur Jaringan

Pada 1X, layanan data dibagi dalam dua kategori, yaitu: *Circuit-Switched* dan *Packet Switched*. Pada *circuit-switched*, data ditangani secara efektif seperti halnya *voice*. Sedangkan untuk *packet-switched*, PDSN digunakan sebagai *interface* antara *air interface data transport* dan *fixed network transport*. Layanan data pada Flexi menggunakan sistem *Packet Switched*.



Gambar 2.1 Arsitektur Jaringan CDMA20001X [13]

Gambaran umum arsitektur jaringan dari CDMA20001X diilustrasikan pada Gambar 2.1 diatas dengan beberapa komponen mempunyai fungsi berikut ini:

1. **User terminal**, terdiri dari komponen-komponen seperti *fixed terminal* dan *mobile station*. Fungsi utamanya adalah membentuk dan memelihara hubungan baik voice maupun data dengan jaringan.
2. **Radio Access Network (RAN)**, terdiri dari beberapa komponen berikut:
 - *Base Transceiver Station (BTS)*
 - Bertanggung jawab mengalokasikan kanal (*Walsh code*) dan daya (*power*) untuk konsumsi pelanggan.

- Sebagai antar muka yang menghubungkan jaringan CDMA2000 1x dengan perangkat pelanggan.
- Terdiri dari perangkat radio fisik yang digunakan untuk mengirim dan menerima sinyal cdma2000.
- *Base Station Controller (BSC)*
 - Bertanggung jawab untuk mengontrol semua BTS yang ada di bawah pengawasannya.
 - Merutinkan paket dari BTS ke PDSN atau dari PDSN ke BTS.
 - Merutinkan trafik TDM ke *circuit-switched platform (MSC)* ataupun sebaliknya.

3. ***Circuit Core Network (CCN)***, terdiri dari beberapa komponen berikut:

- *Mobile Switching Center (MSC)*
MSC diletakkan di pusat jaringan *mobile communication* dan juga bekerja dengan jaringan lain seperti PSTN, PLMN, dll.
- *Home Location Register (HLR)*
HLR merupakan tempat yang berisi informasi pelanggan yang digabungkan dengan pengantar layanan paket data. Layanan informasi dari HLR diambil dalam *Visitor Location Register (VLR)* pada jaringan *switch*, selama proses registrasi berhasil.
- *Visitor Locatin Register (VLR)*
VLR secara temporari menyimpan dan mengontrol semua informasi dari *Mobile station*, yang berada pada area control. Ketika pelanggan melakukan panggilan, maka VLR mentransmit semua informasi yang berhubungan dari MSC.
- *SMSC (Short Message Service Center)*
Bertanggung jawab dalam penyampaian, penyimpanan dan pengajuan suatu pesan singkat.
- *ISMSC (Intelligent Short message Service)*
Merupakan *gateway* untuk menyelenggarakan *interworking* dengan jaringan PSTN dan GSM.

4. ***Packet Core Network (PCN)***, terdiri dari beberapa komponen berikut:

- *Router*
Berfungsi untuk merutekan paket data dari dan ke berbagai elemen jaringan yang terdapat pada jaringan CDMA2000 1x serta bertanggung jawab untuk mengirimkan dan menerima paket data dari jaringan internal ke jaringan eksternal atau sebaliknya.
- *Firewall*
Berfungsi untuk mengamankan jaringan terhadap akses dari luar.
- *Packet Data Serving Network (PDSN)*
merupakan komponen baru yang terdapat dalam sistem seluler berbasis CDMA2000 1x yang bertujuan untuk mendukung layanan paket data. Beberapa fungsi PDSN antara lain:
 - Membentuk, memelihara, dan memutuskan sesi *Point-to-Point Protocol* (PPP) dengan pelanggan.
 - Membentuk, memelihara, dan memutuskan hubungan dengan *Radio Network* melalui antar muka *radio-packet*.
 - Mengumpulkan data autentifikasi, otorisasi, dan akunting yang diperlukan oleh AAA.
- *Authentication, Autorization and Acconting (AAA)*
AAA menyediakan fungsi untuk *authentication*, melakukan *autorization*, dan *accounting* untuk jaringan paket data dengan menggunakan protokol *Remote Access Dial In User Service (RADIUS)*. AAA server juga digunakan oleh PSDN untuk berhubungan dengan jaringan suara dari HLR dan VLR.
- *Home Agent*
HA memungkinkan MS untuk melakukan hubungan dengan *internet* dimana HA berfungsi sebagai alat bantu MS untuk mengakses *internet*. HA berperan dalam implementasi protokol *mobile/simple IP* dengan meneruskan paket - paket ke PDSN dan sebaliknya. HA menyediakan keamanan dengan melakukan otentikasi MS melalui pendaftaran IP. HA juga menjaga hubungan dengan AAA untuk menerima informasi tentang *user*. HA mendukung mendukung *roaming data* dengan jaringan yang mendukung 1xRTT dan meneruskan semua trafik *mobile* ke jaringan yang tepat untuk dikirim ke *handset* serta bertanggung jawab untuk proses registrasi,

mengalihkan tujuan (trafik) ke PDSN. Selain itu *home agent* juga berfungsi untuk menelusuri lokasi MS sekaligus mengecek apakah paket data telah diteruskan pada MS tersebut.

Pada Arsitektur Telkom Flexi terdapat tiga perangkat tambahan selain perangkat-perangkat di atas yang berfungsi sebagai *billing system* untuk layanan pra-bayar. Ke-3 perangkat tersebut beserta fungsinya adalah seperti berikut :

- PSG
PSG (*Packet Service Gateway*) merupakan untuk mengidentifikasi jenis paket-paket yang datang. Setelah diidentifikasi jenisnya, paket tersebut akan diteruskan ke PPS.
- PPS
PPS (*Pre-paid Packet Service*) merupakan perangkat yang berfungsi untuk mengecek *rating* dan *charging* paket sesuai jenisnya. Jika paket berasal dari pengguna pra-bayar maka paket akan dirating dan di-charge. Sedangkan jika paket berasal dari pengguna *pasca*-bayar, maka paket tidak akan dirating dan di-charge, tetapi hanya dilewatkan saja melalui perangkat ini. Selanjutnya paket pasca bayar ini akan diteruskan ke *Mediation Device* (MD) dan *billing system* di Telkom IS Center Bandung.
- WIN
WIN (*Wireless Intelligence Network*) merupakan perangkat untuk mengurangi pulsa pelanggan prabayar.

2.3 Teknologi CDMA2000 EV-DO

CDMA2000 EV-DO (*Evolution-Data Optimized*) memperkenalkan teknik transmisi layanan *high-speed packet-switched* baru yang khusus didesain dan dioptimalkan untuk jaringan *broadband data-centric* yang bisa mengirimkan layanan data dengan peak rate diatas 3Mbps untuk komunikasi seluler. CDMA2000 EV-DO ini disetujui masuk kategori IMT-2000 *standard* pada tahun 2001. [11]

Ketika EV-DO Release 0 pertama kali diluncurkan pada tahun 2002, teknologi ini mengantarkan pelanggan untuk merasakan layanan koneksi *broadband wireless* menggunakan telepon seluler. Karena dengan EV-DO,

pelanggan dapat merasakan *throughput downlink* rata-rata sebesar 500-600 Kbps sampai dengan 2.4Mbps – 4 sampai 10 kali lebih cepat dibandingkan layanan data melalui 1X atau jaringan UMTS. EV-DO ini didesain sedemikian rupa sehingga dapat berdampingan dengan CDMA2000 1X. Dikarenakan *coverage area* dan perencanaan frekuensi serupa, EV-DO dikembangkan di site sel yang sama dengan yang dikembangkan oleh 1X. Antena yang digunakan oleh EV-DO pun adalah antenna yang digunakan oleh 1X. Begitu juga *channel card* yang digunakan EV-DO sesuai dengan rak *channel card* pada 1X.[12]

Tidak lama setelah diluncurkannya EV-DO Release 0, pengembangan-pengembangan terus dilakukan untuk meningkatkan *user experience* dari pelanggan. Desain *downlink* efisien digunakan sebagai referensi untuk menghasilkan *uplink* yang efisien pula. *Quality of Service* (QoS) dan fitur lainnya ditambahkan untuk menghasilkan solusi yang fleksibel dan serba guna. Pengembangan ini kemudian distandardisasi pada tahun 2004 sebagai EV-DO Rev.A yang kemudian dikembangkan secara komersial pada tahun 2006. Pada September 2007, Rev.A sudah dapat ditemui di 5 benua. Kelebihan dan fleksibilitas Rev.A sejak saat itu telah berkembang menjadi Rev. B, dengan tambahan *multicarrier support*. Rev. B juga meningkatkan *peak rate* pada satu *carrier* dan menyediakan performansi layaknya *wireline* pada sebuah *coverage area* yang luas. [12]

Perbedaan penting sistem multipel akses antara CDMA2000 1x dan CDMA2000 1xEV terdapat pada *forward link*, dimana CDMA2000 1x menggunakan *Code Division Multiplexed* (CDM), sedangkan pada CDMA2000 1xEV juga digunakan teknologi *time domain multiplexing* (TDM). Untuk *reverse link*, teknik CDMA digunakan oleh EV-DO layaknya yang digunakan oleh 1X.

2.3.1 EV-DO Rel.0

CDMA2000 1xEV-DO Release 0 (Rel. 0) (TIA-856) didesain dan dioptimalkan untuk mengirimkan layanan jaringan *data-centric broadband*. Teknologi ini mendukung kecepatan *downlink* data sampai dengan 2.4 Mbps pada sebuah kanal radio 1.25 MHz. Teknologi ini diluncurkan secara komersial pada tahun 2002, dan merupakan teknologi seluler *broadband* pertama yang

dikembangkan di dunia. Beberapa fitur kunci dari Rel. 0 meliputi: [12]

- **Data Broadband:** Mendukung *peak data rate* sampai dengan 2.4 Mbps pada *forward link* dan 153 kbps pada *reverse link* melalui sebuah kanal 1.25 MHz FDD. Pada jaringan komersial, Rel. 0 mengirimkan data *throughput* rata-rata sebesar 300-700 kbps pada *forward link* dan 70-90 kbps pada *reverse link*. Teknologi ini mencapai data *throughput agregat* sampai dengan 3,150 kbps pada *downlink* dan 900 kbps pada *uplink* melalui sebuah kanal 5 MHz FDD.
- **Spectral Efficiency:** 0.630 bit/sec/MHz pada *downlink* dan 0.180 bit/sec/MHz pada *uplink* melalui kanal 5 MHz FDD.
- **Average Latency:** 110 msec node-to-node ping, RTT
- **User Experience:** Menawarkan *user experience* yang "always on" dan kecepatan transfer data bersaing dengan jaringan eksisting DSL
- **IP Connectivity:** Memanfaatkan *suite* eksisting dari Protokol Internet (IP), dan karenanya mendukung konektivitas jaringan berbasis IP dan aplikasi *software*.
- **Applications:** Mendukung aplikasi data *broadband*, seperti *broadband Internet* atau akses VPN, downloads music MP3, Permainan 3D, TV *broadcasts*, FM radio, download video dan audio. Pada beberapa negara, teknologi ini sudah dikembangkan menggantikan teknologi DSL.
- **Backwards Compatibility:** Evolusi dari 1X dan EV-DO memungkinkan perangkat digunakan kembali dan menawarkan fleksibilitas bagaimana perangkat tersebut digunakan. Untuk melengkapi *upgrade* 1X ke EV-DO Rel. 0, modifikasi yang perlu dilakukan pada jaringan CDMA2000 network adalah menambahkan EV-DO *channel card* pada BTS 1X dan meningkatkan kapasitas dari the *Packet Data Serving Node* (PDSN). Pada banyak kasus, perangkat CDMA2000 1xEV-DO meliputi sebuah *modem* CDMA2000 1X yang kompatibel dengan sistem CDMA2000 1X dan cdmaOne systems.

2.3.2 EV-DO Rev.A

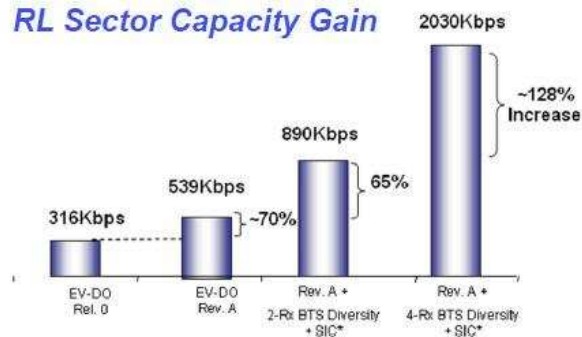
Rev. A memperkenalkan beberapa perubahan penting untuk meningkatkan performansi *airlink* dari EV-DO. Dengan teknologi ini, terjadi peningkatan cukup besar pada *user experience* yang dirasakan pelanggan seluler dalam mengakses layanan data. Beberapa hal yang menjadi aspek kunci teknologi ini adalah: [12]

- **Advanced Broadband Data:** Mendukung sampai dengan 3.1 Mbps pada *forward link* dan 1.8 Mbps pada *reverse link* dengan sebuah kanal radio 1.25 MHz FDD. Pada jaringan komersial, Rev. A mencapai rata-rata data *throughput* 600-1400 kbps pada *forward link* dan 500-800 kbps pada *reverse link*. Sehingga dapat mencapai *data throughput* agregat 3840 kbps pada *downlink* dan 1500 kbps pada *uplink* melalui sebuah kanal 5 MHz FDD.
- **Higher Spectral Efficiency:** Rev.A meningkatkan kuantisasi *rate* pada *forward* dan *reverse link* sehingga memungkinkan penggunaan *air link resources* menjadi lebih efisien, utilisasi jaringan lebih baik dan biaya pengiriman yang lebih rendah. Rev.A dapat men-support 1.2x kapasitas sektor FL Rel.0 dan 3.4x kapasitas sektor RL Rel.0, mencapai sampai dengan 0.768 bit/sec/MHz pada FL dan 0.300 bit/sec/MHz in pada RL melalui sebuah kanal 5 MHz.
- **Increased Capacity:** Baik pada FL dan RL, Rev A. memungkinkan operator untuk mendukung pengguna lebih banyak dan memperbaiki biaya pengiriman *IP-based voice*, data dan layanan multimedia
- **Symmetry:** Dengan meningkatkan kecepatan *uplink*, Rev. A adalah teknologi seluler pertama yang secara komersial mengantarkan pengalaman *synchronic broadband* yang nyata. Simetri sangat penting untuk aplikasi dimana para pengguna mengirimkan paket-paket data sesering mereka menerimanya, seperti misalnya : menerima dan mengirim email dengan *attachment*.
- **Low Average Latency:** Dibawah 50 msec *node-to-node ping*, RTT ideal untuk aplikasi *delay-sensitive*.
- **Advanced Quality of Service (QoS):** Mendukung pemeringkatan/prioritas dan pengiriman paket-paket individu berdasarkan tipe aplikasi atau profil

pelanggan. Mekanisme ini memastikan pengguna merasakan layanan yang konsisten dan berkualitas tinggi.

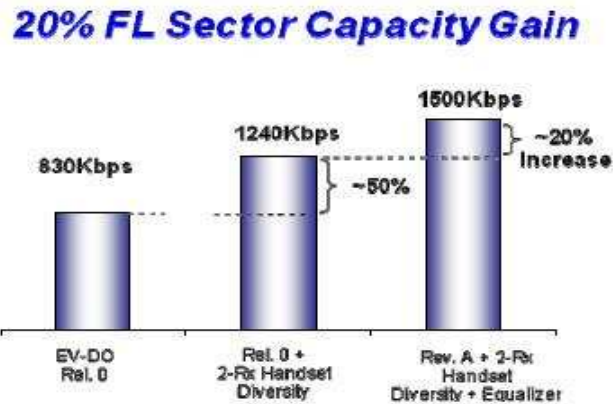
- **All-IP:** *Internet Protocol (IP)* adalah dasar dari semua jaringan akses radio CDMA2000. Seperti EV-DO Rel. 0, Jaringan Rev.A yang all-IP menyediakan layanan operator yang fleksibel dan mempunyai efisiensi bandwidth yang tinggi, yang berdampak pada control yang lebih baik dan cost-saving yang signifikan.
- **Advanced Services:** Memungkinkan meningkatkan performansi dari *real-time broadband, symmetric data link*, dan layanan *delay sensitive* seperti: VoIP, *push-to-talk (PTT)*, *push-to-media (PTM)*, *video conferencing, multicasting, see what I see (SWIS)*, dan *rich 3D gaming*.
- **Backwards compatibility:** Mendukung aplikasi dan perangkat Rel. 0. Kompatibilitas ini mempertahankan investasi sebelumnya sebuah operator jaringan. Rev A juga kompatibel dengan CDMA2000 1X dan sistem cdmaOne.

Rev.A menyediakan beberapa peningkatan terhadap EV-DO Release 0 dalam hal performansi jaringan dan peningkatan efisiensi spektral. Peningkatan ini meliputi perubahan pada *Reverse Link (RL)* dan *Forward Link (FL)*, peningkatan pada *handoff* dan QoS, serta memungkinkan konten multiple diprioritaskan mengalir berdasarkan kebutuhan performansi. Salah satu perubahan yang paling signifikan pada Rev.A adalah peningkatan RL. *Re-design link* menghasilkan peningkatan pada kecepatan dan kapasitas yang cukup signifikan serta mendukung aplikasi-aplikasi yang mempunyai *latency* rendah seperti: VoIP, *Push-to-talk*, dan *video telephony*. Pengembangan ini meningkatkan *throughput* RL untuk suatu sektor sebesar 70% dibandingkan dengan Rel.0 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 berikut.[12]



Gambar 2.2 Peningkatan Kapasitas RL pada suatu sektor [12]

Sama hal dengan RL, Rev. A juga menawarkan peningkatan performansi di sisi FL dengan meningkatkan *data rate* menjadi 1.5 Mbps and 3.1 Mbps. Peningkatan *rate* ini menghasilkan peningkatan sebesar 20% dibandingkan dengan EV-DO Release 0 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3 dibawah. Hal yang penting dari perubahan ini adalah meningkatkan kapasitas keseluruhan VoIP pada jaringan.



Gambar 2.3 Peningkatan Kapasitas FL pada suatu sektor [12]

Fitur penting lainnya pada Rev. A peningkatan pada performansi *handoff* dibandingkan dengan Release 0. Peningkatan *handoff* ini sangat penting untuk mendukung aplikasi yang memerlukan pengiriman paket secara kontinyu seperti pada aplikasi VOIP. *Data Source Channel* (DSC) adalah sebuah kanal layer physical baru dari MS yang menyediakan indikasi awal untuk *handoff* ke jaringan akses. Ketika MS memutuskan untuk *handoff* ke BTS baru, DSC mengirimkan sinyal kepada jaringan dengan mengganti 64 slot DSC sebelum melakukan *handoff*. Pengembangan ini memungkinkan jaringan untuk mengantrikan data

pada BTS baru dan pada saat yang sama terus melayani MS dari BTS sebelumnya/ BTS original. Ketika *handoff* dipicu MS tidak dilayani oleh konfigurasi 16 slot yang sama. Namun, ketika MS melakukan koneksi dengan BTS baru, terdapat data yang menunggu untuk diantarkan kepada MS. Kekurangan 16 slot ketika *handoff* berlangsung mengakibatkan kekurangan 27ms. Dikarenakan implementasi VOIP dengan terminal REV.A dapat mengelola 40-60 ms *jitter*, kekurangan ini masih masuk dalam toleransi VOIP dan aplikasi *latency* rendah lainnya. [12]

Perbaikan layer fisik di Rev A menghasilkan dukungan untuk multi aplikasi layer *flows*. Hal ini diaktifkan melalui *Enhanced Multi-Flow Packet App* (EMPA) yang menyediakan mekanisme untuk jaringan yang akan menetapkan *Radio Link Protocol* (RLP) ke *single user* secara terpisah, misal: per *flow*. EMPA adalah fitur Rev A yang membedakan *flows* sehingga memungkinkan *Quality of Service* (QoS). Aspek kunci EMPA lainnya adalah integrasi *Robust of Header Compression* (RoHC) yang memungkinkan transmisi VOIP menjadi efisien.[12]

Dengan Rev. A, QoS digunakan untuk memprioritaskan pengiriman data ke perangkat dan aplikasi individu. Teknologi ini mendukung baik QoS *user-based*, maupun QoS *flow-based*. Dengan QoS *user-based*, pelanggan premium dapat menerima layanan yang diprioritaskan dalam sebuah proporsi yang baik dan mendapatkan data rates yang lebih besar dibandingkan dengan pelanggan non-premium. Sedangkan dengan QoS *flow-based*, flow aplikasi yang berbeda dimungkinkan dilewatkan pada perangkat yang sama. Hal ini memungkinkan jaringan untuk mendukung layanan premium seperti VOIP dan layanan *non-premium* seperti *web browsing* secara bersamaan. [12]

Meskipun penggunaan layanan data berkembang secara signifikan, namun sampai saat ini layanan suara masih merupakan aplikasi yang paling banyak digunakan pada sistem seluler. Jaringan telah dikembangkan secara *worldwide* untuk menyediakan layanan akses suara, dan jumlah pelanggan layanan ini masih terus meningkat. Dikarenakan biaya yang lebih hemat, penggunaan sebuah jaringan *core network* untuk layanan suara dan data diminati oleh operator. Dengan menyediakan layanan data dan suara pada jaringan seluler yang sama membutuhkan OPEX dan CAPEX yang rendah jika dibandingkan harus

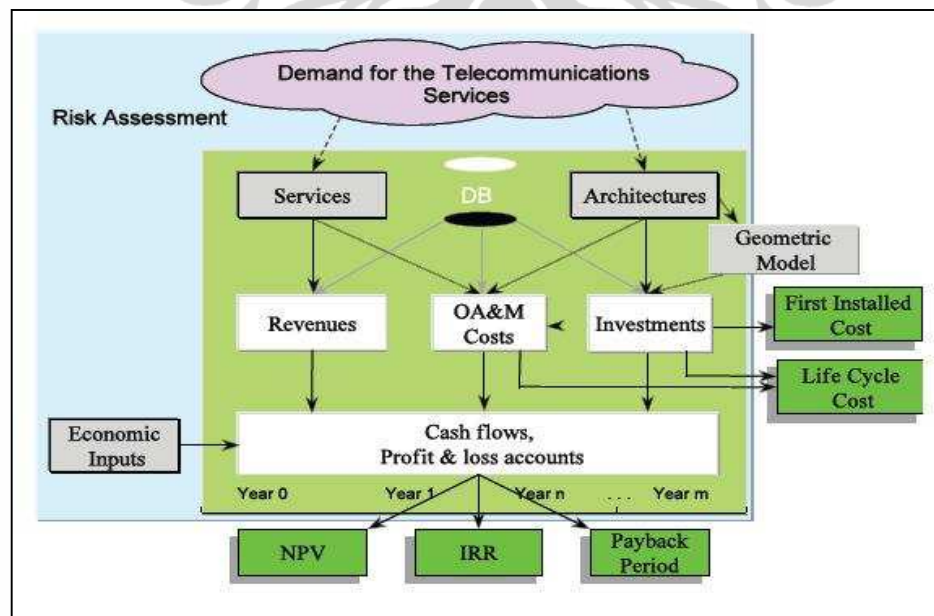
menyediakan kedua layanan tersebut dalam jaringan yang terpisah. Oleh karena itulah, layanan VOIP merupakan nilai tambah bagi layanan data yang ditawarkan. Dengan VOIP maka pelanggan dapat menggunakan layanan suara/*voice* dengan jaringan EV-DO yang digelar. [12]

Perbedaan utama antara layanan suara menggunakan teknik *Circuit-Switched* (CS) dan VoIP adalah pada *overhead* yang terkait pada masing-masing solusi. Pada layanan suara CS Voice, *Radio Access Network* (RAN) meng-assign sebuah *circuit* kepada MS dan paket suara terus berubah pada *circuit* ini. Sedangkan pada VOIP, tiap paket suara dipaketkan menjadi paket IP. Pertukaran paket antara MS dan RAN tidak diatur dengan waktu yang ketat namun paket-paket dapat diantarkan melalui jendela waktu yang kecil. *Overhead* IP tambahan digunakan untuk mengalamatkan paket-paket VOIP yang menggambarkan *overhead* penting ketika dibandingkan dengan solusi SC Voice. Rev. A memecahkan masalah ini dengan mengintegrasikan *Robust Header Compression* (RoHC) dengan RAN dan MS. [12]

BAB 3 ANALISIS TEKNO-EKONOMI

Metode analisis yang dipakai pada penelitian ini adalah analisis Tekno-Ekonomi, yaitu suatu analisis yang mengkombinasikan implementasi sebuah teknologi dengan nilai ekonomis dari implementasi teknologi tersebut. Perbedaan metode ini dengan analisis kelayakan investasi pada umumnya adalah terdapat beberapa faktor yang diperhitungkan seperti : karakteristik area, kondisi pasar dan kondisi persaingan. Analisis Tekno-Ekonomi yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan metodologi dan framework yang dikembangkan oleh beberapa proyek-proyek Uni Eropa yang berkonsentrasi dalam pengembangan metodologi dan tools Tekno-Ekonomi dalam dunia telekomunikasi, seperti : TITAN Project, OPTIMUM Project, TERA Project, TONIC Project, ECOSYS, dan MARCH.

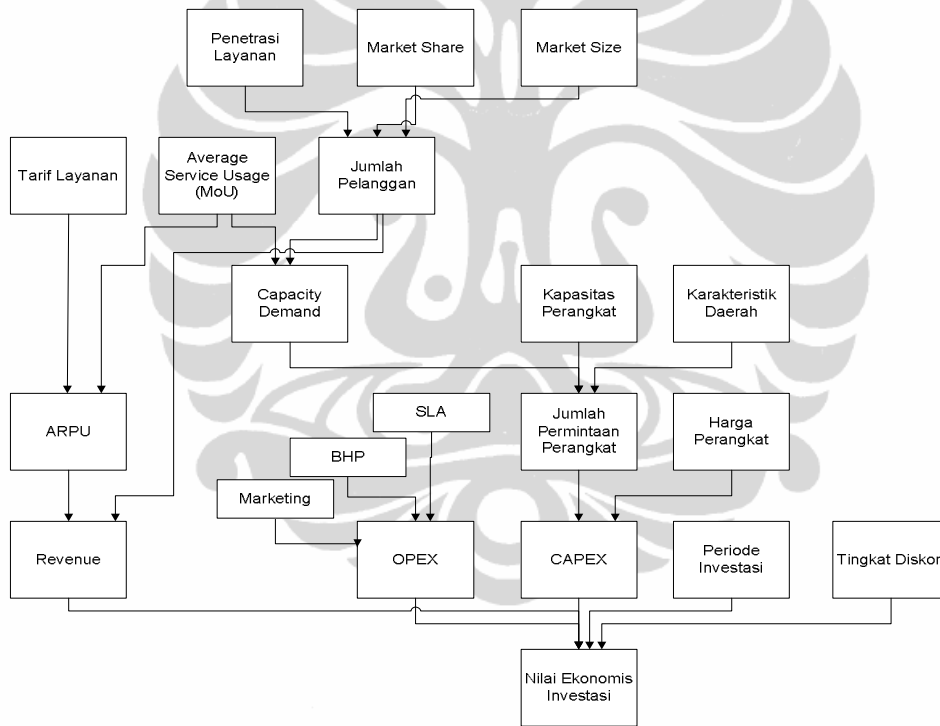
Metodologi yang dikembangkan proyek Eropa tersebut memandang terdapat 3 aspek penting dalam Tekno-Ekonomi, yaitu : *input* yang diperlukan, hasil *output* yang didapatkan dari analisis, penilaian realibilitas hasil yang didapatkan terhadap resiko yang dimiliki dan sensitivitas beberapa faktor terkait. Gambar 3.1 berikut ini menunjukkan metodologi yang dimaksud.



Gambar 3.1 Metodologi Tekno-Ekonomi EU Project [14][15]

Input yang diperlukan terdiri dari Skenario Layanan yang ditawarkan dan Skenario Arsitektur Jaringan yang mendukung layanan. Kedua skenario tersebut akan mempengaruhi hasil output yang didapatkan. Dari output yang dihasilkan ini, dapat dilakukan analisis profitabilitas dari investasi teknologi yang dilakukan. Aspek terakhir dari Tekno-Ekonomi yang tidak kalah penting adalah menganalisis resiko dan sensitifitas dari beberapa faktor yang kemungkinan dapat mempengaruhi profitabilitas dari investasi yang dilakukan.

Proyek ECOSYS menerjemahkan metodologi diatas menjadi sebuah Model Tekno-Ekonomi, yang pada penelitian ini diadaptasi sehingga tampak seperti Gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2 Model Tekno-Ekonomi Investasi EV-DO Telkom Flexi

Seperti terlihat pada model diatas, terdapat beberapa data dan asumsi yang diperlukan, seperti : Tingkat Diskon, Market Share, Penetrasi Layanan, Biaya Marketing, dan Biaya SLA. Untuk keperluan penelitian ini seluruh data dan asumsi yang digunakan bersumber pada data primer dan data sekunder Telkom Flexi. Analisis dilakukan untuk daerah Jawa Timur dengan mempertimbangkan daerah ini adalah pasar paling besar yang dimiliki Telkom Flexi sampai saat ini.

Selain itu, Telkom Flexi baru saja mendapatkan kanal/*carrier* tambahan untuk daerah Jawa Timur yang dapat dimanfaatkan untuk menawarkan layanan EV-DO kepada pelanggan.

3.1 Skenario Layanan EV-DO Telkom Flexi

Skenario layanan mendefinisikan bagaimana pelanggan terkoneksi dengan layanan tertentu, pada waktu tertentu, dan seberapa berartikah sumbangan pendapatan dari satu pelanggan layanan tertentu terhadap keseluruhan pendapatan operator tiap tahun. [15]

Pada penelitian ini akan dilakukan pembagian wilayah Jawa Timur menjadi 3 zona area, yaitu : zona 1 (Urban), Zone 2 (Sub-Urban), dan Zone 3 (Rural). Pembagian ditentukan oleh Telkom Flexi sesuai dengan karakteristik pelanggan dan trafik data saat ini. Tujuan pembagian wilayah ini adalah untuk mengelompokkan beberapa daerah yang mempunyai karakteristik umum yang mirip menjadi satu zona. Dimana terdapat perbedaan perilaku pelanggan untuk tiap zona yang berbeda. Sehingga strategi pemasaran dan penjualan yang diterapkan pada masing-masing zona pun berbeda. Pada bagian ini akan dijelaskan beberapa asumsi perilaku pelanggan yang digunakan dalam penelitian ini.

3.1.1 Target Market Share

Market Share atau pangsa pasar merupakan besarnya pasar yang dikuasai oleh operator dari total *market size* yang ada. Penentuan target *market share* merupakan hal yang sangat penting dilakukan karena akan mempengaruhi besarnya jumlah target pelanggan. Pada penelitian ini, target *market share* yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 Market Share Tiap Zona untuk 2011-2015

Market Share EV-DO Flexi	2011	2012	2013	2014	2015
Zone 1 : Urban Area	5%	10%	18%	20%	25%
Zone 2 : Sub-Urban Area	5%	7%	10%	15%	18%
Zone 3 : Rural Area	10%	15%	20%	25%	30%

Penentuan target *market share* pada Tabel 3.1 diatas dilakukan berdasarkan pertimbangan terhadap beberapa kriteria berikut :

- Perilaku penggunaan internet pelanggan di tiap Zona

- Loyalitas pelanggan terhadap merk Telkom Flexi
- Tingkat persaingan dengan kompetitor pada suatu daerah

3.1.2 Paket Layanan yang ditawarkan

Teknologi EV-DO memberikan keleluasan bagi operator untuk menawarkan berbagai paket layanan kecepatan data yang berbeda-beda kepada pelanggan. Tidak seperti pendahulunya CDMA20001X yang mempunyai kecepatan 153 Kbps, EV-DO Rev.A yang mampu menawarkan kecepatan sampai dengan 3,1 Mbps kepada pelanggan dapat dengan mudah dipecah menjadi beberapa paket kecepatan data.

Pada penelitian ini, paket layanan yang ditawarkan dibagi berdasarkan cara pelanggan dikenakan biaya, waktu pemakaian, dan kecepatan data. Tabel 3.2 dibawah menunjukkan paket-paket layanan EV-DO apa saja yang akan ditawarkan Telkom Flexi kepada pelanggannya. Paket layanan yang ditawarkan tersebut sama untuk semua zona.

Tabel 3.2 Rencana Paket Layanan EV-DO

Paket	Kecepatan Data	Keterangan
Volume-Based	256 Kbps	Metode penggunaan tidak berdasarkan langganan. Tarif akan dikenakan berdasarkan jumlah pemakaian pelanggan.
Time-Based	256 Kbps	Metode penggunaan tidak berdasarkan langganan. Tarif akan dikenakan berdasarkan waktu pemakaian pelanggan.
Unlimited		Metode penggunaan adalah dengan cara berlangganan. Pelanggan perlu melakukan registrasi terlebih dahulu untuk dapat menggunakan layanan ini
- Harian	256 Kbps, 512 Kbps, 3.1 Mbps	Tarif akan dikenakan berdasarkan hari saat mulainya registrasi paket sampai hari pelanggan melakukan <i>unsubscribe</i> penggunaan paket
- Mingguan	256 Kbps, 512 Kbps, 3.1 Mbps	Sama halnya dengan paket Unlimited Harian, namun penghitungan tarif berdasarkan jumlah minggu
- Bulanan	256 Kbps, 512 Kbps, 3.1 Mbps	Sama halnya dengan paket Unlimited Harian dan Bulanan, namun penghitungan tarif berdasarkan jumlah bulan

Pembagian paket pada Tabel 3.2 dilakukan dengan mempertimbangkan kriteria berikut :

- Paket layanan data internet Telkom Flexi yang sudah ada saat ini
- Fleksibilitas pelanggan untuk memilih paket
- Paket layanan yang ditawarkan kompetitor
- Prilaku pelanggan yang semakin membutuhkan kualitas layanan yang baik

3.1.3 Tarif

Dengan karakteristik penduduk Indonesia yang sangat *price sensitive*, menjadikan penentuan besarnya tarif yang ditawarkan kepada pelanggan harus dilakukan secara hati-hati. Tarif yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari wawancara yang dilakukan dengan unit Planning Telkom Flexi. Tarif yang dikenakan untuk tiap paket layanan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Lampiran 1.

Penentuan besarnya tarif dilakukan berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan pada Unit Planning Telkom Flexi dengan dasar pertimbangan beberapa hal berikut :

- Tarif paket layanan eksisting
- Tipe pelanggan (Pra-Bayar atau Pasca Bayar)
- Tarif layanan kompetitor
- Prilaku masyarakat yang *price sensitive*
- Jumlah pesaing yang menawarkan layanan *broadband* saat ini dan di masa yang akan datang
- Kecenderungan penurunan biaya tiap tahun namun diseimbangkan dengan tingkat Inflasi per tahun menjadikan tarif yang direncanakan mempunyai nilai tetap per tahun nya.

3.1.4 MoU

MoU atau *Minute of Usage* adalah jumlah pemakaian yang dilakukan pelanggan dalam suatu periode waktu. Dalam penelitian ini, dikarenakan investasi dihitung per tahun, maka nilai MoU yang digunakan merupakan total penggunaan

selama setahun pada periode 2011-2015. Nilai MoU berdasarkan hasil wawancara dengan Unit *Planning* Telkom Flexi, dan ditampilkan pada Lampiran 2.

Tesis ini. Dasar penentuan MoU berbeda-beda untuk tiap paket layanan yang ditawarkan, seperti berikut :

- Untuk Paket Layanan *Volume-Based*, nilai MoU ditentukan berdasarkan target besarnya layanan data internet yang diakses oleh pelanggan dalam satu tahun.
- Untuk Paket Layanan *Time-Based*, Untuk Paket Layanan *Volume-Based*, nilai MoU ditentukan berdasarkan target lamanya waktu layanan data internet yang diakses oleh pelanggan dalam satu tahun.
- Untuk Paket Layanan *Unlimited*, penentuan nilai MoU dilakukan berdasarkan presentase kemungkinan pelanggan berlangganan tiap paket yang ditawarkan. Pada Paket harian, MoU ditentukan berdasarkan berapa jumlah hari pelanggan berlangganan dalam satu tahun. Pada Paket Mingguan, MoU ditentukan berdasarkan jumlah minggu pelanggan berlangganan. Sedangkan pada Paket Bulanan, MoU berdasarkan berapa bulan pelanggan berlangganan paket layanan ini dalam satu tahun.

3.1.5 ARPU

ARPU atau *Average Revenue Per User* adalah besarnya pendapatan yang didapatkan dari seorang pelanggan. Pada penelitian ini, nilai ARPU merupakan hasil perkalian antara MoU dengan tarif layanan. ARPU untuk masing-masing layanan dapat dilihat pada Lampiran 3.

3.1.6 Presentase dan Jumlah Pelanggan Tiap Paket Layanan

Jika MoU merupakan presentase unit yang digunakan oleh pelanggan, maka pada bagian ini akan ditentukan presentase pelanggan untuk setiap paket layanan yang ditawarkan. Presentase ini berguna untuk mengetahui jumlah pelanggan yang mengakses setiap paket layanan. Presentase ini merupakan nilai target yang ingin dicapai Telkom Flexi untuk area Jawa Timur. Pada penelitian ini, nilai presentase merupakan hasil wawancara dengan unit *Planning* Telkom Flexi. Sedangkan Jumlah Pelanggan tiap paket layanan didapatkan dari hasil perkalian presentase pelanggan per paket dengan jumlah pelanggan untuk tiap

zona. Nilai presentase dan jumlah pelanggan untuk tiap paket layanan yang ditawarkan ini dapat dilihat pada Lampiran 4 dan Lampiran 5.

3.2 Skenario Arsitektur Jaringan EV-DO Telkom Flexi

Skenario arsitektur menggambarkan bagaimana jaringan dibangun selama periode penelitian. Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan jumlah perangkat yang dibutuhkan pada jaringan Telkom Flexi untuk mendukung layanan EV-DO yang akan ditawarkan kepada pelanggan di Jawa Timur.

Perangkat yang digunakan pada jaringan eksisting Telkom Flexi untuk Jawa Timur saat ini adalah perangkat jaringan dari PT. Samsung Telecommunication. Implementasi teknologi EV-DO Rev.A di kanal baru secara otomatis mempengaruhi perangkat yang digunakan. Namun karena sifatnya yang *compatible* dengan teknologi sebelumnya, teknologi EV-DO tidak memerlukan perangkat yang benar-benar baru dan berbeda dari perangkat 1X. Implementasi teknologi berpengaruh secara langsung kepada perangkat *Radio Access Network*, yaitu BTS dan BSC, serta perangkat *Packet Core Network* yaitu PDSN, AAA, DLR dan DLM.

Pada BTS, jika BTS EV-DO berada di lokasi yang sama dengan BTS 1X eksisting (kolokasi), maka hanya diperlukan tambahan modul/*card* pada BTS 1X eksisting. Namun jika BTS EV-DO berada di lokasi yang berbeda dengan BTS eksisting, maka diperlukan satu set BTS EV-DO baru. Pada penelitian ini, BTS EV-DO hanya dipasang pada BTS yang kolokasi dengan BTS 1X eksisting dengan pertimbangan jumlah BTS Telkom Flexi yang sudah sangat banyak untuk area Jawa Timur dan hampir mengcover seluruh daerah. Letak BTS yang berbeda hanya mengakibatkan ketidakefisienan karena akan menimbulkan biaya baru seperti : sewa site, biaya listrik, dan lain sebagainya.

Penambahan modul/*card* tidak hanya diperlukan pada BTS 1X eksisting, namun hal tersebut juga diperlukan pada perangkat BSC eksisting. Perangkat DLR dan DLM juga diperlukan untuk menyimpan data base pelanggan data EV-DO. Selain itu, dikarenakan kondisi perangkat PDSN dan AAA eksisting yang dimiliki Telkom Flexi saat ini sudah cukup *overload*, diperlukan penambahan

perangkat tersebut sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan untuk melayani jumlah pelanggan di Jawa Timur. Oleh karena itu, prediksi jumlah pelanggan EV-DO Telkom Flexi tahun 2011-2015 merupakan langkah awal yang sangat penting dari keseluruhan tahap penyusunan skenario arsitektur jaringan.

3.2.1 Target Pelanggan EV-DO Telkom Flexi

Tahap pertama dalam merancang skenario arsitektur jaringan adalah menentukan target pasar yang akan menggunakan layanan EV-DO Telkom Flexi. Berikut adalah langkah-langkah dalam menentukan target pelanggan :

- Melakukan prediksi jumlah penduduk Indonesia selama periode investasi yaitu tahun 2011-2015.

Prediksi dilakukan berdasarkan data populasi penduduk Indonesia hasil Sensus Penduduk 2010 yang dikeluarkan oleh BPS [16], dengan mengalikan jumlah penduduk pada 2010 dengan laju pertumbuhannya untuk masing-masing propinsi. Hasil sensus 2010 dan prediksi 2011-2015 dapat dilihat pada Lampiran 5.

- Menghitung Penetrasi *Broadband* Indonesia untuk tahun 2011-2015. Perhitungan tingkat penetrasi layanan broadband di Indonesia untuk tahun 2011-2015 dilakukan dengan cara membagi prediksi jumlah pelanggan broadband Indonesia [17] dengan jumlah penduduk Indonesia tahun 2011-2015 yang didapatkan dari tahap sebelumnya.

- Mengelompokan area Jawa Timur menjadi 3 zona, yaitu : Zona 1 (*Urban*), Zona 2 (*Sub-Urban*), dan Zona 3 (*Rural*).

Pembagian daerah menjadi 3 zona ini ditentukan berdasarkan karakteristik daerah, karakteristik pelanggan dan trafik layanan data internet saat ini. Berikut ini adalah detail karakteristik tiap zona :

- Zona 1
 - Area bisnis/ Ibu kota Propinsi
 - Kepadatan penduduk > 7500 penduduk/km²
 - Interval jarak antar gedung < 30m

- Rata-rata trafik data eksisting >500 Mb / *subscriber*
 - Jumlah pelanggan layanan data $>40\%$ dari total pelanggan *voice*
- Zona 2
 - Area pemukiman penduduk
 - Kepadatan penduduk 1000-7500 penduduk/km²
 - Interval jarak antar gedung 30m - 100m
 - Rata-rata trafik data eksisting 100-500 Mb / *subscriber*
 - Jumlah pelanggan layanan data 10%-40% dari total pelanggan *voice*
- Zona 3
 - Area perkebunan, hutan, pertanian
 - Kepadatan penduduk <500 penduduk/km²
 - Interval jarak antar gedung >100 m
 - Rata-rata trafik data eksisting <100 Mb / *subscriber*
 - Jumlah pelanggan layanan data $<10\%$ dari total pelanggan *voice*

Pembagian Kabupaten dan Kota Jawa Timur menjadi 3 zona ini dapat dilihat pada Lampiran 6.

- Menghitung prediksi jumlah penduduk untuk masing-masing zona.

Prediksi tiap Kabupaten/Kota berdasarkan data BPS [17]. Prediksi jumlah penduduk tiap daerah yang tergabung dalam satu zona dijumlahkan sehingga didapatkan prediksi jumlah penduduk tiap zona.

- Menghitung target pelanggan EV-DO Telkom Flexi tiap zona.

Target Pelanggan didapatkan dari hasil perkalian antara Penetrasi *Broadband* Indonesia, *Market Size* dan *Target Market Share*.

Hasil langkah-langkah tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut ini.

Tabel 3.3 Perhitungan Jumlah Pelanggan Tiap Zona

No	Parameter	2011	2012	2013	2014	2015	Keterangan
A	Populasi Indonesia	242,312,889	246,056,449	249,880,863	253,788,407	257,781,442	Bps 2010 [diolah kembali]
B	Jumlah Pelanggan Broadband	10,113,000	13,643,000	17,475,000	17,681,000	17,887,000	Sharing Vision, 2009
C	Penetrasi Broadband Indonesia	4.17%	5.54%	6.99%	6.97%	6.94%	$C \div A$
D	Market Share EV-DO Flexi						
D.1	Zone 1 : Urban Area	5%	10%	18%	20%	25%	Telkom Flexi
D.2	Zone 2 : Sub-Urban Area	5%	7%	10%	15%	18%	Telkom Flexi
D.3	Zone 3 : Rural Area	10%	15%	20%	25%	30%	Telkom Flexi
E	Market Size Jawa Timur	38,860,744	40,821,846	43,658,209	47,808,175	54,019,871	Bps 2010 [diolah kembali]
E.1	Zone 1 : Dense Urban Area	2,783,057	2,800,312	2,817,674	2,817,674	2,852,722	Bps 2010 [diolah kembali]
E.2	Zone 2 : Urban Area	33,393,695	35,320,161	38,121,592	42,253,797	48,412,491	Bps 2010 [diolah kembali]
E.3	Zone 3 : Sub-Urban Area	2,683,992	2,701,373	2,718,943	2,736,704	2,754,658	Bps 2010 [diolah kembali]
F	Target Pelanggan EV-DO Flexi	86,695	175,081	340,095	528,487	711,494	Jumlah penduduk semua zona
F.1	Zone 1 : Dense Urban Area	5,808	15,527	35,469	39,260	49,486	$C \times D.1 \times E.1$
F.2	Zone 2 : Urban Area	69,685	137,087	266,597	441,562	604,666	$C \times D.2 \times E.2$
F.3	Zone 3 : Sub-Urban Area	11,202	22,467	38,029	47,665	57,342	$C \times D.3 \times E.3$

Setelah diketahui target pelanggan layanan EV-DO Telkom Flexi, maka perencanaan jaringan yang akan dibangun untuk mendukung layanan tersebut dapat dilakukan.

3.2.2 Perencanaan Jaringan

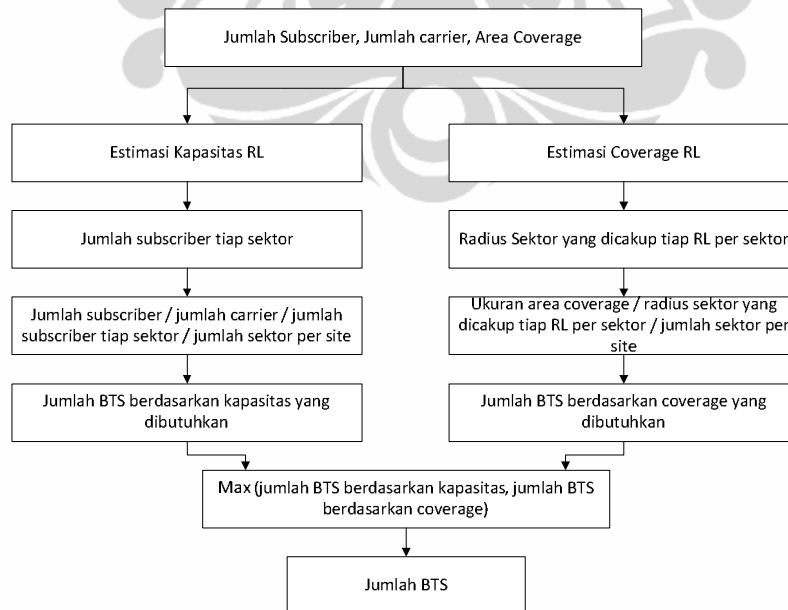
Untuk dapat melakukan Analisis Tekno-Ekonomi jaringan secara aktual, maka prinsip umum *dimensioning* dan perencanaan jaringan harus dipahami. Estimasi jumlah perangkat yang dibutuhkan pada suatu area tertentu sangat penting untuk mendapatkan hasil yang *reliable* dari Analisis Tekno-Ekonomi yang dilakukan. Pada penelitian ini, perencanaan jaringan mencakup perencanaan *Radio Access Network* dan *Packet Core Network*.

3.2.2.1 Perencanaan *Radio Access Network*

Perencanaan *Radio Access Network* (RAN) meliputi perencanaan terhadap dua komponen penting dalam jaringan nirkabel, yaitu : *Base Transceiver Station* (BTS) dan *Base Station Controller* (BSC).

- Perencanaan BTS

Secara teori, perencanaan jumlah BTS yang dibutuhkan dalam suatu jaringan dilakukan dengan 2 tahap, yaitu perencanaan berdasarkan kapasitas yang dibutuhkan dan perencanaan berdasarkan area *coverage* yang dicakup oleh BTS. Gambar 3.3 berikut menunjukkan tahapan dalam melakukan perencanaan BTS yang ideal.



Gambar 3.3 Tahap Perencanaan BTS Ideal [18]

Pada perangkat EV-DO Samsung, BTS EV-DO mempunyai *coverage* yang sama dengan BTS eksisting. Berdasarkan wawancara yang dilakukan pada Unit *Planning*, untuk tahap awal perencanaan jaringan EV-DO ini, Telkom Flexi tidak mempertimbangkan perencanaan jumlah BTS berdasarkan *coverage*. Jumlah BTS EV-DO yang didapatkan dari hasil perencanaan berdasarkan kapasitas akan diletakkan pada lokasi BTS eksisting yang mempunyai trafik data yang cukup besar. Sehingga tahap di sebelah kanan Gambar 3.3 tidak dilakukan.

Perencanaan BTS berdasarkan kapasitas memerlukan informasi target jumlah *subscriber* dan jumlah *carrier* yang tersedia untuk menyelenggarakan layanan EV-DO. Untuk menggelar layanan EV-DO di area Jawa Timur, Telkom Flexi akan menggunakan satu dari empat *carrier* yang tersedia. Beberapa asumsi juga diperlukan dalam melakukan perencanaan ini, seperti : asumsi presentase paket layanan yang diakses untuk tiap zona dan asumsi parameter jaringan. Tabel 3.4 dibawah ini memperlihatkan asumsi yang digunakan serta langkah perhitungan yang dilakukan sehingga jumlah pelanggan per BTS ditemukan.

Tabel 3.4 Perencanaan BTS Berdasarkan Kapasitas

Perencanaan Kapasitas				
Parameter	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Keterangan
Forward Access 3100 Kbps	10%	5%	3%	
Forward Access 512 Kbps	60%	35%	20%	
Forward Access 256 Kbps	30%	60%	77%	
Average Access Data Rate(Kbps)	694	488	393	$A = \sum \text{Presentase pemakaian} \times \text{Data Rate}$
Subscriber Active Ratio in Busy Hour	40%	35%	30%	B
Active PPP Session Time (s)	1200	1200	1200	C
PPP Session Duty Ratio	40%	40%	40%	D
Equivalent Subscriber Active Ratio	5.33%	4.67%	4.00%	$E = B * (C/3600) * D$
Forward Average Throughput per Sub.(Kbps)	37.01333333	22.77333333	15.72	$F = A * E$
Sector Throughout(Kbps)	1200	1200	1200	G
Number of Subscribers per Sector per Carrier	32	52	76	$H = G/F$
Number of Subscribers per S111	96	156	228	$I = H * 3$

Dengan diketahuinya jumlah pelanggan per BTS pada Tabel 3.4, maka dapat dihitung jumlah BTS yang dibutuhkan untuk melayani pelanggan di tiap zona. Jumlah BTS berdasarkan kapasitas untuk tiap zona ditampilkan pada Tabel 3.5 di bawah ini.

Tabel 3.5 Jumlah BTS yang Dibutuhkan

Zona	Keterangan	2011	2012	2013	2014	2015
Zona 1	Total Kebutuhan BTS	61	162	370	409	516
	Jumlah Penambahan BTS	61	101	208	39	107
Zona 2	Total Kebutuhan BTS	447	879	1,709	2,831	3,877
	Jumlah Penambahan BTS	447	432	830	1,122	1,046
Zona 3	Total Kebutuhan BTS	50	99	167	210	252
	Jumlah Penambahan BTS	50	49	118	92	160

Setelah diketahui jumlah BTS yang dibutuhkan, maka dapat dihitung jumlah modul/card apa saja yang diperlukan pada BTS sehingga. Tabel 3.6 menunjukkan jumlah modul/card pada BTS yang dibutuhkan.

Tabel 3.6 Kebutuhan Modul/Card Pada BTS

Modul/Card	Deskripsi	2011	2012	2013	2014	2015	Keterangan
4th FA Upgrade Set	4th FA	61	101	208	39	107	Untuk upgrade carrier, tiap BTS membutuhkan 1 buah modul ini
UEDA-4	Channel Card for EVDO	61	101	208	39	107	per BTS
Ch. Activation S/W	Ch. Activation S/W	61	101	208	39	107	per BTS
LPM	E1 connection	122	202	416	78	214	1 BTS 2e1

- Perencanaan BSC

Pada tahap perencanaan BSC ini, jumlah BSC perlu diketahui untuk menentukan berapa banyak modul/card BSC yang diperlukan untuk

menyelenggarakan layanan EV-DO di Jawa Timur. Jumlah BSC yang diperlukan dapat dengan mudah diketahui dengan melihat parenting BTS EV-DO. Karena sifat kerahasiaan data, maka list parenting BTS ini tidak dapat ditampilkan pada penelitian ini. Namun parenting BTS eksisting tetap dijadikan dasar untuk perhitungan jumlah BSC pada penelitian ini. Jumlah BSC yang diperlukan untuk tiap zona ditunjukkan pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Kebutuhan Jumlah BSC

	2011	2012	2013	2014	2015
Zone 1	5	7	12	1	2
Zone 2	13	9	9	6	6
Zone 3	2	2	1	0	0

Dari total BSC yang dibutuhkan, maka dapat dihitung jumlah modul/card yang perlu ditambahkan pada BSC eksisting. Hasil perhitungan ditampilkan pada Tabel 3.8 berikut ini.

Tabel 3.8 Kebutuhan Modul/Card BSC

Modul/Card	Deskripsi	2011	2012	2013	2014	2015	Keterangan
BHPA	PCF	5.00	7.00	12.00	1.00	2.00	1 untuk tiap BSC
ACMA		8.00	13.00	26.00	5.00	14.00	1 koneksi untuk 16 E1
BHPA	EVDO Data Processor	20.00	28.00	48.00	4.00	8.00	4 untuk tiap BSC
ACMA		10.00	14.00	24.00	2.00	4.00	2 untuk tiap BSC
RTIA	E1 module	5.00	7.00	12.00	1.00	2.00	1 untuk tiap BSC

3.2.2.2 Perencanaan *Packet Core Network*

Terdapat 4 perangkat *Packet Core Network* yang dibutuhkan untuk mendukung implementasi teknologi EV-DO Rev.A Telkom Flexi, yaitu :

- PDSN : *Packet Data Switch Node*
- AAA : *Authentication, Autorization and Acconting*
- DLR : *Data Location Register*

- DLM : *Data Location Manager*

Untuk perangkat PDSN dan AAA, kapasitasnya diukur berdasarkan jumlah PPP (*Point to Point Protocol*) yang ditangani. Pada perangkat Samsung, kapasitas untuk PDSN dan AAA adalah 100.000 PPP. Untuk DLR, kapasitas ditentukan berdasarkan jumlah subscriber yang ditangani, dimana kapasitas maksimumnya adalah 250.000 subscriber. Sedangkan jumlah perangkat DLM mengikuti jumlah perangkat DLR.

Untuk menentukan total PPP dari seluruh pelanggan Jawa Timur, diperlukan model trafik layanan EV-DO. Pada penelitian ini, digunakan model trafik yang tertera pada Tabel 3.9 di bawah ini, yang merupakan model trafik yang ditentukan oleh Unit Planning Telkom Flexi.

Tabel 3.9 model trafik EV-DO Telkom Flexi

	Multimedia Streaming	Multimedia Download	Web	E-Mail	FTP	Video Call
Usage Ratio	20%	25%	37%	15%	2%	1%
Busy Hour Concentration	10%	20%	20%	30%	10%	10%
Number of Attempts / User / Day	10	10	20	2	1	1
Session Time / Attempt [sec]	68	40	70	20	160	90
Number of Active Mode / Session	3	5	7	1	1	1
Data Size / Attempts [kbyte]	700	1.200	120	800	1.000	720
PPP / User	0,0387					

Pada Tabel 3.9 di atas terlihat bahwa nilai PPP/User adalah sebesar 0,0387. Nilai PPP/user ini merupakan penjumlahan dari hasil perkalian antara *Usage Ratio*, *Busy Hour Concentration*, *Number of Attempts/User/Day*, dan *Session Time / Attempt [sec]*, untuk masing-masing layanan.

Nilai PPP/User yang telah didapatkan kemudian dikalikan dengan target pelanggan di tiap zona, sehingga nilai PPP untuk masing-masing zona tiap tahunnya dapat diketahui seperti terlihat pada Tabel 3.10 dibawah ini.

Tabel 3.10 PPP per Tahun Tiap Zona

Zona	2011	2012	2013	2014	2015
Zone 1	224,91	601,28	1.373,54	1.520,34	1.916,35
Zone 2	2.698,55	5.308,69	10.323,97	17.099,49	23.415,69
Zone 3	433,80	870,03	1.472,67	1.845,83	2.220,57

Dapat dilihat pada Tabel 3.10 diatas, jumlah PPP untuk tiap zona dari tahun 2011-2015 kurang dari 100.000 PPP. Hal ini menunjukkan bahwa nilai PPP dari seluruh pelanggan Jawa Timur masih dibawah kapasitas maksimum PDSN dan AAA. Oleh karena itu, untuk mendukung implementasi EV-DO di Jawa Timur untuk 2011-2015 hanya dibutuhkan sebuah PDSN dan sebuah AAA untuk semua zona. Kedua perangkat tersebut akan ditempatkan di kota Surabaya yang berada pada Zone 1, karena Surabaya merupakan pusat dari berbagai perangkat yang beroperasi di Jawa Timur.

Sedangkan jumlah DLR dapat diketahui dengan membagi jumlah *subscriber* pada tiap zona dengan kapasitas maksimumnya, yaitu 250.000 *subscriber*. Pada Tabel 3.11 berikut memperlihatkan resume jumlah perangkat *Packet Core Network* yang dibutuhkan.

Tabel 3.11 Jumlah Perangkat Packet Core Network yang Dibutuhkan

Zona	Perangkat	2011	2012	2013	2014	2015
Zona 1	PDSN	1	-	-	-	-
	AAA	1	-	-	-	-
	DLR	1	-	-	-	-
	DLM	1	-	-	-	-
Zona 2	PDSN	-	-	-	-	-
	AAA	-	-	-	-	-
	DLR	1	-	1	-	1
	DLM	1	-	1	-	1
Zona 3	PDSN	-	-	-	-	-
	AAA	-	-	-	-	-
	DLR	1	-	-	-	-
	SLM	1	-	-	-	-

3.2.3 CAPEX

CAPEX atau Capital Expenditure adalah biaya modal investasi yang harus dikeluarkan perusahaan. Perhitungan total CAPEX yang dibutuhkan untuk implementasi jaringan EV-DO Telkom Flexi dilakukan dengan cara mengkalikan total kebutuhan perangkat dengan harga dari perangkat tersebut. Dikarenakan kerahasiaan data, maka dalam penelitian ini tidak dapat ditampilkan detail harga masing-masing perangkat yang dibutuhkan. Namun perhitungan nilai CAPEX pada penelitian ini tetap mengacu pada harga tersebut.

Selain dari investasi perangkat, Biaya Hak Penggunaan (BHP) frekuensi pada tahun pertama juga ikut diperhitungkan dalam CAPEX. Besarnya BHP yang perlu dibayarkan dihitung berdasarkan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika No.19 Tahun 2005 Tentang "Petunjuk Pelaksanaan Tarif Atas Penerimaan Negara Bukan Pajak Dari Biaya Hak Penggunaan Spektrum Frekuensi Radio". Tabel 3.12 berikut menunjukkan total kebutuhan CAPEX yang diperlukan untuk menggelar layanan EV-DO pada tiap Zona di Jawa Timur.

Tabel 3.12 CAPEX Tiap Zona Tahun 2011-2015

Zona	2011	2012	2013	2014	2015
Zone 1	23,438,232, 578	24,493,706, 629	50,304,062, 264	9,362,197, 550	25,645,214, 636
Zone 2	107,421,951, ,339	102,523,365, ,630	197,643,758, ,918	265,302,14, 3,260	248,483,971, ,733
Zone 3	12,927,299, 285	11,562,938, 779	27,633,466, 671	21,501,974, ,523	37,391,740, 910
TOTAL	143,787,483, ,202	138,580,011, ,038	275,581,287, ,853	296,166,31, 5,333	311,520,927, ,279

Dari Tabel 3.12 diatas dapat dilihat bahwa biaya CAPEX paling besar dibutuhkan untuk membangun jaringan EV-DO pada Zona 2. Sedangkan yang terkecil adalah biaya yang dibutuhkan untuk membangun jaringan pada Zona 3.

3.2.4 OPEX

Selain memperhitungkan berapa besar CAPEX yang dibutuhkan, hal selanjutnya yang tidak kalah penting untuk dilakukan adalah menghitung besarnya nilai OPEX. OPEX atau Operating Expenditure merupakan biaya yang

diperlukan untuk menjalankan kegiatan operasional dan pemeliharaan (Operation & Maintenance) terkait layanan yang ditawarkan.

Pada penelitian ini, OPEX terdiri dari BHP pada tahun ke-2 dan seterusnya, biaya pemasaran (*marketing*), dan biaya O&M atau SLA (*Service Lease Agreement*). Untuk menentukan besarnya biaya *marketing* dan SLA digunakan asumsi yang biasa digunakan untuk perencanaan OPEX Telkom Flexi, yaitu :

- Besarnya biaya *marketing* adalah sebesar 5% dari target pendapatan.
- Besarnya SLA adalah sebesar 3% dari total CAPEX.

Setelah dilakukan perhitungan berdasarkan asumsi diatas dan ditambahkan dengan nilai BHP (nilai sama dengan yang dikeluarkan pada CAPEX di tahun pertama investasi), maka biaya OPEX yang dibutuhkan Telkom Flexi untuk layanan EV-DO tiap Zona Jawa Timur ditunjukkan pada Tabel 3.13 berikut ini.

Tabel 3.13 OPEX Tiap Zona Tahun 2011-2015

Zona	2011	2012	2013	2014	2015
Zona 1	1,053,395,040	2,442,132,519	4,947,307,403	5,336,797,849	4,383,757,703
Zona 2	6,179,553,923	13,410,257,423	21,739,482,419	35,342,985,569	44,954,760,913
Zona 3	759,866,283	1,472,321,039	2,464,034,242	3,123,097,129	3,724,390,861
TOTAL	7,992,815,246	17,324,710,981	29,150,824,064	43,802,880,547	53,062,909,477

Terlihat pada Tabel 3.13 diatas, sama halnya dengan nilai CAPEX, biaya OPEX terbesar dibutuhkan oleh Zona 2, dan biaya OPEX terkecil pada Zona 1. Oleh karena itu dapat ditarik kesimpulan, untuk menyelenggarakan layanan EV-DO di zona 2 Jawa Timur membutuhkan biaya yang lebih besar dibandingkan dengan penyelenggaraan di zona lainnya.

BAB 4 NILAI EKONOMIS INVESTASI EV-DO TELKOM FLEXI

Setelah pada Bab sebelumnya dilakukan tahap input dari Analisis Tekno-Ekonomi, maka pada bagian ini akan dibahas mengenai output dari analisis yang dilakukan pada implementasi teknologi EV-DO Rev.A Telkom Flexi. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, output dari Analisis Tekno-Ekonomi adalah nilai ekonomis investasi teknologi sehingga dapat diketahui tingkat profitabilitas investasi yang akan dilakukan. Berdasarkan metodologi yang digunakan, terdapat 7 nilai ekonomis yang dapat dijadikan acuan untuk mengukur profitabilitas investasi, yaitu :

- Pendapatan
- FIC (*First Installed Cost*)
- LCC (*Life Cycle Cost*)
- NPV (*Net Present Value*)
- IRR (*Internal Rate of Return*)
- Kurva *Cash Balance*
- *Discounted Payback Period*

Ketujuh output tersebut akan dibahas untuk masing-masing zona untuk melihat profitabilitas investasi tiap zona. Penjelasan pada Bab ini berusaha untuk menjawab beberapa pertanyaan berikut :

- Apakah Telkom Flexi dapat berinvestasi secara *cost-effective* dalam membangun jaringan EV-DO di kondisi lingkungan yang berbeda-beda?
- Di area manakah yang paling menguntungkan untuk berinvestasi EV-DO?

4.1 Pendapatan / Revenues

Hampir semua investasi yang dilakukan mengharapkan hasil pendapatan semaksimal mungkin untuk menutupi biaya investasi yang telah dikeluarkan. Pada Sub-Bab ini akan dibahas pendapatan yang dihasilkan oleh layanan EV-DO Telkom Flexi pada setiap zona untuk periode 2011-2015.

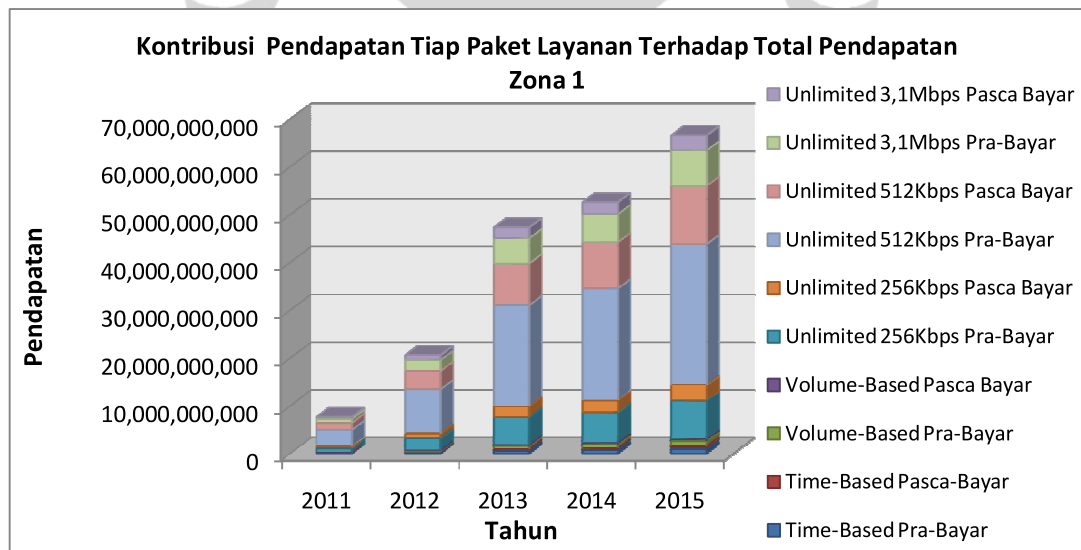
4.1.1 Pendapatan Zona 1

Dengan menggunakan asumsi dan prediksi pada Skenario Layanan dan Skenario Arsitektur Jaringan pada Bab sebelumnya, maka didapatkan total Pendapatan per tahunnya ditunjukkan pada Tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Total Pendapatan Zona 1 Tahun 2011-2015

	2011	2012	2013	2014	2015
Pendapatan Zona 1	7.453.842. 000	19.926.963. 625	45.520.027. 875	50.385.302. 500	63.509.095. 250

Terlihat pada Tabel 4.1 diatas, pendapatan terbesar dihasilkan pada akhir periode investasi atau pada tahun 2015. Sedangkan pendapatan terendah dihasilkan pada tahun pertama investasi ata tahun 2011. Jumlah pendapatan tersebut merupakan hasil penjumlahan dari keseluruhan pendapatan yang dihasilkan oleh paket-paket layanan yang ditawarkan. Kontribusi pendapatan tiap paket layanan ditunjukkan pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Kontribusi Pendapatan Tiap Paket Layanan Terhadap Total Pendapatan Zona 1

Pada Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa kontribusi pendapatan terbesar disumbangkan oleh paket layanan *Unlimited* 512 Kbps oleh pelanggan Pra-Bayar.

Disusul oleh paket layanan yang sama oleh pelanggan *Pasca Bayar*. Kontribusi terkecil disumbangkan oleh paket layanan *Volume-Based* dan *Time-Based* oleh pelanggan *Pra-Bayar* dan *Pasca-Bayar*. Hal ini memperlihatkan bahwa layanan yang paling banyak memberikan keuntungan bagi operator di zona 1 Jawa Timur adalah paket layanan *Unlimited 512 Kbps*.

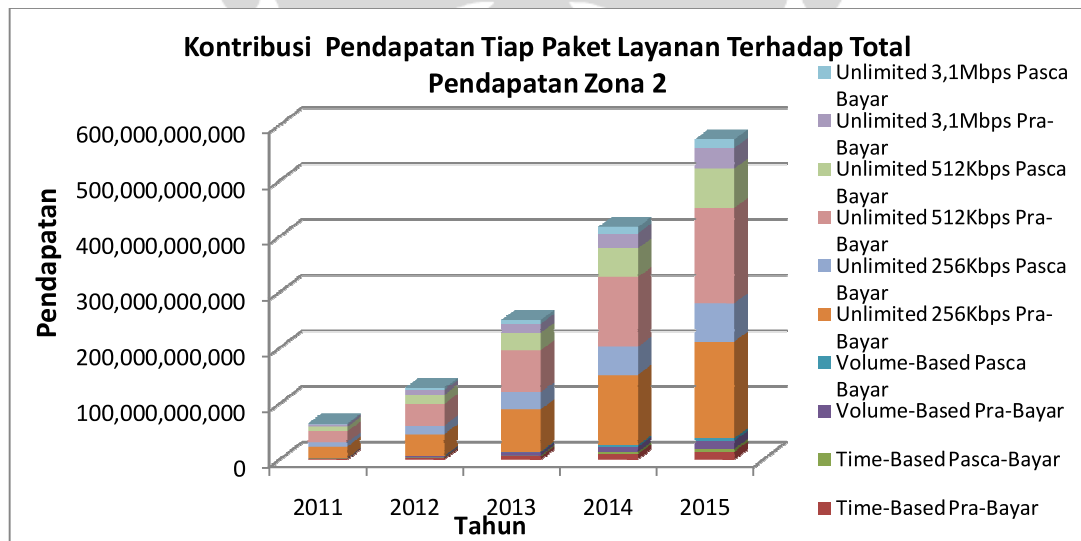
4.1.2 Pendapatan Zona 2

Zona 2 yang mempunyai luas area paling banyak dan jumlah target pelanggan terbesar juga diprediksi akan mendapatkan pendapatan terbesar pada tahun 2015, seperti terlihat pada Tabel 4.2 dibawah.

Tabel 4.2 Total Pendapatan Zona 2 Tahun 2011-2015

	2011	2012	2013	2014	2015
Pendapatan	61.769.480.	121.515.287.	236.314.246.	391.404.972.	535.981.989.
Zona 2	850	670	770	420	060

Pada Tabel 4.2 tersebut dapat dilihat bahwa kenaikan pendapatan dari 2012-2014 terjadi sebesar kurang lebih dua kali lipat dari tahun sebelumnya. Sedangkan kenaikan pendapatan dari tahun 2014 ke tahun 2015 lebih kecil dibandingkan tahun-tahun sebelumnya, yaitu sebesar 1,3 kali dengan kontribusi masing-masing layanan ditunjukkan pada Gambar 4.2 berikut ini.



Gambar 4.2 Kontribusi Pendapatan Tiap Paket Layanan terhadap Total Pendapatan Zona 2

Bila dilihat dari kontribusi paket layanan yang diakses pelanggan (Gambar 4.2), paket *Unlimited* 256 Kbps berkontribusi paling besar dibandingkan dengan paket layanan lainnya. Namun selisih kontribusi yang diberikan paket layanan ini tidak besar dibandingkan dengan kontribusi pendapatan dari paket *Unlimited* 512 Kbps. Hal ini menunjukkan kedua layanan ini berpotensi menjadi unggulan Telkom Flexi dalam menghasilkan pendapatan dari layanan EV-DO.

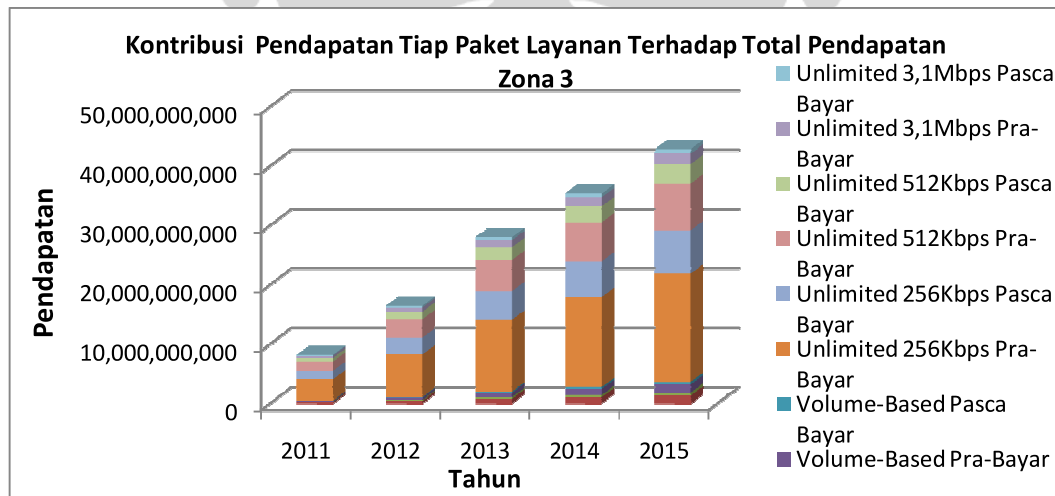
4.1.3 Pendapatan Zona 3

Pendapatan yang dihasilkan pada Zona 3 tidak sebesar dibandingkan dengan pendapatan yang dihasilkan oleh Zona 1 dan Zona 2. Tabel 4.3 memperlihatkan bahwa total pendapatan yang dihasilkan Zona ini pertahunnya kalah jauh dibandingkan dengan pendapatan kedua Zona lainnya.

Tabel 4.3 Total Pendapatan Zona 2 Tahun 2011-2015

	2011	2012	2013	2014	2015
Pendapatan Zona 3	7.661.701.250	15.366.491.875	26.010.251.458	32.600.873.958	39.219.538.750

Dilihat dari paket layanan yang paling banyak memberikan kontribusi. Paket *Unlimited* 256 Kbps dari pelanggan Pra-Bayar memberikan kontribusi terbesar di Zona ini. Ilustrasi lebih jelas mengenai kontribusi tiap paket pada Zona 3 ditunjukkan pada Gambar 4.3 dibawah ini.



Gambar 4.3 Kontribusi Pendapatan Tiap Paket Layanan terhadap Total Pendapatan Zona 3

4.2 First Installed Cost

Biaya investasi biasanya tersebar sepanjang periode investasi. Untuk mendapatkan nilai dari total investasi, investasi masa depan dihitung secara diskonto ke awal periode menggunakan formula diskonto konvensional. Total biaya investasi diskonto (*total discounted investment cost*) biasanya dinamakan Biaya Instalasi Awal (*First Installed Cost*). Biaya Instalasi Awal untuk semua zona ditunjukkan pada Tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4 First Installed Cost Tiap Zona Jawa Timur

Zona	Tipe Biaya	0	1	2	3	4	FIC
1	Total	23.438.2 32.578	24.493.7 06.629	50.304.0 62.264	9.362.19 7.550	25.645.2 14.636	
	Diskonto	23.438.2 32.578	21.772.1 83.670	39.746.4 19.567	6.575.37 0.570	16.010.1 81.245	107.542. 387.630
2	Total	107.421. 951.339	102.523. 365.630	197.643. 758.918	265.302. 143.260	248.483. 971.733	
	Diskonto	107.421. 951.339	91.131.8 80.560	156.162. 970.009	186.330. 174.690	155.127. 320.259	696.174. 296.857
3	Total	12.927.2 99.285	11.562.9 38.779	27.633.4 66.671	21.501.9 74.523	37.391.7 40.910	
	Diskonto	12.927.2 99.285	10.278.1 67.804	21.833.8 50.209	15.101.5 23.945	23.343.4 79.769	83.484.3 21.012

Total biaya yang tertera diatas adalah total biaya investasi atau CAPEX (*Capital Expenditure*) dari implementasi EV-DO Rev.A di masing-masing Zona. Sedangkan Biaya Diskonto adalah hasil diskonto dari total CAPEX dengan memakai tingkat diskon / *discount rate* sebesar 12,5%. Nilai tingkat diskon yang dipakai mengacu pada suku bunga kredit investasi perusahaan yang diterbitkan oleh BRI pada November 2010. Nilai diskonto didapatkan dengan menggunakan rumus :

$$FIC = \sum (Biaya_n / (1 + Tingkat Diskon)^n) \dots \dots \dots (4.1)$$

dimana,

n = periode investasi \rightarrow tahun pertama investasi dimulai dari 0

Dengan mendapatkan nilai *First Installed Cost*, dapat diketahui berapa jumlah biaya investasi yang harus dikeluarkan Telkom Flexi untuk periode 5 tahun berdasarkan nilai uang saat ini. Dari Tabel 4.3 diatas terlihat bahwa biaya investasi terbesar harus disediakan untuk membangun jaringan EV-DO di Zona 2. Sedangkan biaya investasi terkecil yang harus disediakan adalah investasi pembangunan pada Zona 3 Jawa Timur.

4.3 Life Cycle Cost

Nilai *Life Cycle Cost* memberikan total biaya pembangunan dan pengoperasian jaringan selama periode investasi. Sama halnya dengan perhitungan *First Installed Cost*, perhitungan *Life Cycle Cost* juga menggunakan tingkat diskon sebesar 12,5 % dan menggunakan rumus yang sama digunakan pada FIC. Tabel 4.5 dibawah ini memperlihatkan besarnya *Life Cycle Cost* yang didapatkan untuk setiap Zona.

Tabel 4.5 Life Cycle Cost Setiap Zona Jawa Timur

Zona	Jenis Biaya	0	1	2	3	4	TOTAL
1	Total	24,491,6 27,618	26,935,8 39,148	55,251,3 69,667	14,698,9 95,399	30,028,9 72,339	
	Diskonto	24,491,6 27,618	23,942,9 68,132	43,655,4 03,194	10,323,5 74,272	18,746,9 39,598	121,160, 512,813
2	Total	113,601, 505,262	115,933, 623,053	219,383, 241,337	300,645, 128,829	293,438, 732,646	
	Diskonto	113,601, 505,262	103,052, 109,380	173,339, 845,007	211,152, 683,073	183,192, 356,183	784,338, 498,906
3	Total	13,687,1 65,568	13,035,2 59,818	30,097,5 00,913	24,625,0 71,652	41,116,1 31,771	
	Diskonto	13,687,1 65,568	11,586,8 97,616	23,780,7 41,462	17,294,9 74,878	25,668,5 98,649	92,018,3 78,172

Jika dengan mengetahui FIC kita dapat mengetahui berapa nilai investasi seluruh periode diukur dengan nilai uang saat ini, maka dengan mengetahui *Life Cycle Cost* kita dapat mengetahui seluruh biaya tidak hanya biaya investasi tetapi juga biaya operasional dan perawatan yang diperlukan selama periode investasi, dengan nilai uang saat ini. Dari Tabel 4.5 diatas dapat diketahui sama halnya dengan *Fist Installed Cost, Life Cycle Cost* terbesar harus disediakan untuk pembangunan Zona 2, dan biaya terkecil harus disediakan untuk pembangunan pada Zona 3.

4.4 Net Present Value

Pengetahuan mengenai berapa jumlah pendapatan yang dapat dihasilkan dan biaya yang harus dikeluarkan untuk suatu investasi tidaklah cukup untuk menilai tingkat profitabilitas investasi tersebut. Salah satu *tools* yang sampai saat ini dipakai Manajemen untuk menilai kelayakan suatu investasi adalah Net Present Value atau biasa dikenal dengan singkatan NPV. *Net Present Value* merupakan arus kas yang diperkirakan pada masa mendatang yang didiskontokan pada saat ini dengan menghitung selisih antara *Present Value* dari investasi dengan nilai sekarang dari penerimaan-penerimaan kas bersih (arus kas operasional maupun arus kas terminal) di masa yang akan datang. [16]

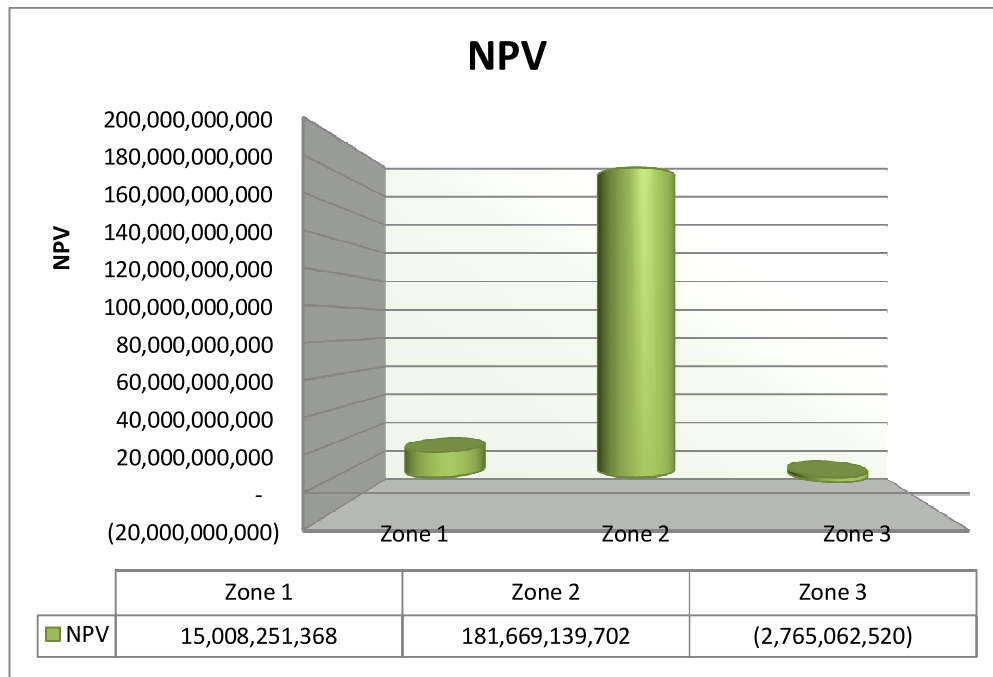
Pada penelitian ini perhitungan NPV dilakukan dengan menggunakan rumus 4.2 dibawah ini.

$$NPV = \frac{\text{Kas Bersih 1}}{(1+r)^1} + \frac{\text{Kas Bersih 2}}{(1+r)^2} + \dots + \frac{\text{Kas Bersih N}}{(1+r)^n} \dots\dots\dots(4.2)$$

dimana, r = tingkat diskon / *discount rate*, dalam satuan ‘%’
 n = periode investasi, dalam satuan ‘tahun’

Perhitungan NPV dilakukan pada setiap zona, sehingga bisa dibandingkan investasi di Zona manakah yang paling menguntungkan bagi Telkom Flexi. Hasil

perhitungan NPV tiap Zona di Jawa Timur ditampilkan pada Gambar 4.4 dibawah ini.



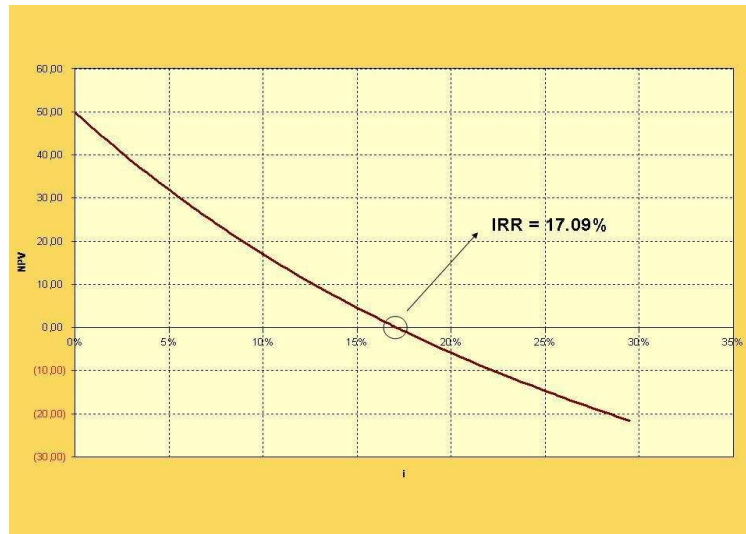
Gambar 4.4 Perbandingan *Net Present Value* Tiap Zona

Dapat dilihat pada Gambar 4.4 diatas bahwa Zona 2 mempunyai nilai NPV terbesar dibandingkan dua Zona lainnya, yang berarti investasi pada Zona ini mempunyai tingkat profitabilitas paling tinggi. Sedangkan sebaliknya, Zona 3 mempunyai nilai NPV terkecil diantara semua Zona Jawa Timur, yang berarti mempunyai tingkat profitabilitas terendah. Dari hasil NPV diatas, dapat disimpulkan bahwa investasi implementasi EV-DO hanya layak dilakukan pada Zona 1 dan Zona 2, karena nilai NPV-nya positif. Nilai NPV negatif yang didapatkan pada Zona 3 menunjukkan bahwa investasi di daerah ini tidak layak untuk dilakukan.

4.5 Internal Rate of Return

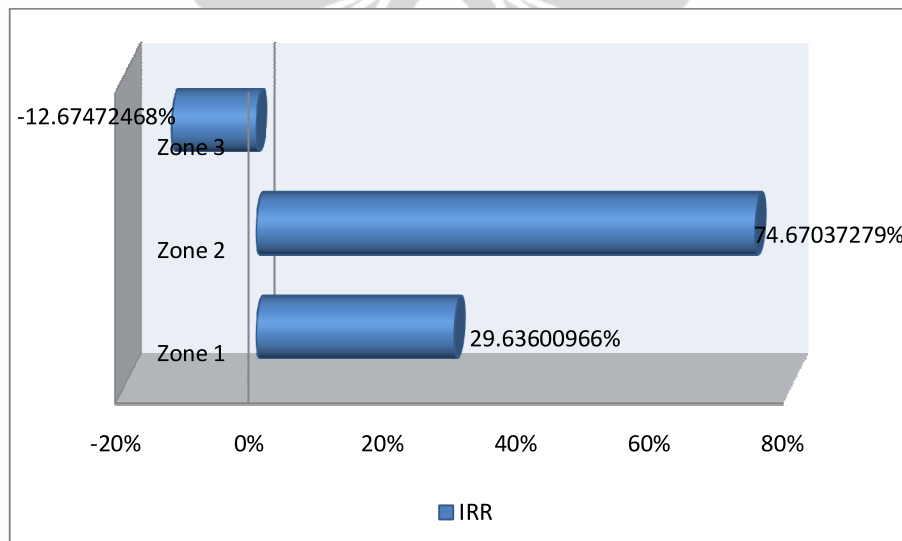
Nilai IRR pada suatu investasi atau proyek adalah *discount rate* atau *interest rate* atau tingkat bunga yang membuat NPV dari semua aliran kas (baik positif maupun negatif) menjadi nol. Atau ketika NPV biaya (alur kas negatif)

sama dengan NPV pendapatan (alir kas positif). Gambar 4.5 dibawah menunjukkan posisi IRR pada kurva NPV, yaitu ketika nilai NPV bernilai 0.



Gambar 4.5 IRR Pada NPV [10]

Pada penelitian ini nilai IRR didapatkan dengan menggunakan formula IRR yang tersedia pada program Microsoft Excell. Untuk nilai IRR, investasi dikatakan menguntungkan jika nilai IRR yang didapatkan lebih besar daripada tingkat diskon yang digunakan. Gambar 4.6 berikut ini menunjukkan nilai IRR untuk setiap Zona.

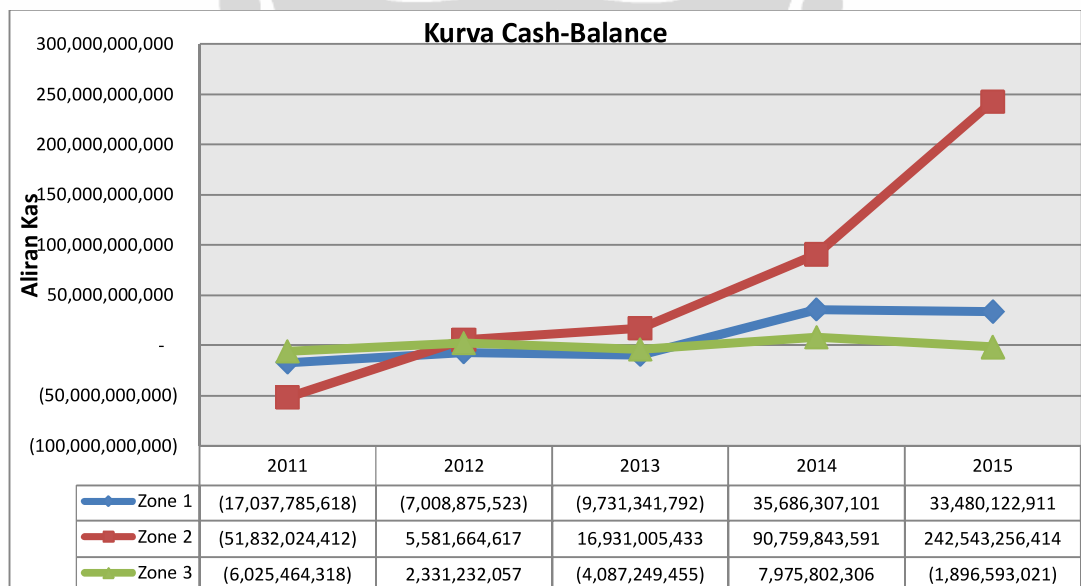


Gambar 4.6 Internal Rate of Return Tiap Zona Jawa Timur

Dari Gambar 4.6 dapat ditarik kesimpulan bahwa penilaian profitabilitas investasi berdasarkan IRR juga memberikan hasil yang sama dengan penilaian berdasarkan NPV, dimana investasi pada zona 3 dinyatakan tidak layak untuk dilakukan. Hal ini dikarenakan nilai IRR zona 3 bernilai lebih kecil dibandingkan dengan tingkat diskon yang digunakan dalam perhitungan.

4.6 Kurva Cash Balance

Kurva *Cash-Balance* memberikan gambaran yang sederhana dan mudah dimengerti untuk profitabilitas suatu proyek. Kurva *Cash Balance* atau biasa juga dikenal dengan *Cumulative Cash Flow time-series* merupakan figur yang sangat informatif untuk menunjukkan akibat dari investasi suatu proyek terhadap kas perusahaan. Kurva ini biasanya berawal dari titik negatif dikarenakan investasi awal yang dikeluarkan. Jika skenario menguntungkan, maka kurva *cash-balance* akan bergerak meningkat ke arah positif. Titik terendah menunjukkan jumlah yang harus dikeluarkan untuk membiayai proyek. Waktu ketika *Cash Balance* bergerak ke sisi positif merupakan *Payback Period* (PBP) dari suatu proyek. Pada suatu skenario investasi dimana pengeluaran terbesar biasanya terjadi di periode awal, *Payback period* memberikan indikasi yang bagus dari efisiensi investasi tersebut. Kurva *Cash-Balance* penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4.7 dibawah ini.



Gambar 4.7 Kurva Cash Balance Tiap Zona

Gambar 4.7 diatas menunjukkan bagaimana pergerakan aliran kas selama periode investasi untuk setiap zona. Pada zona yang digambarkan oleh garis kurva warna biru, terlihat bahwa aliran kas selama tiga periode awal bernilai negatif. Baru pada tahun 2014, aliran kas pada Zona ini bernilai positif. Hal ini menunjukkan Payback Periode terjadi setelah tahun ke-3, yang berarti indikasi yang baik bagi investasi. Sedangkan pada Zona 2 yang diwakili oleh garis kurva berwarna merah, aliran kas sudah bernilai positif pada tahun 2012 yang menunjukkan Payback Periode terjadi setelah tahun pertama investasi. Hal ini menunjukkan indikasi yang lebih baik dibandingkan dengan Zona 1. Sebaliknya pada Zona 3, aliran kas positif hanya terjadi pada tahun 2014 yang kemudian kembali negatif di periode investasi. Hal ini menunjukkan indikasi yang tidak baik untuk investasi pada Zona ini.

4.7 Discounted Payback Period (DPBP)

Discounted Payback Period adalah periode yang diperlukan untuk mengembalikan investasi yang telah dikeluarkan. Perbedaan antara *Discounted Payback Period* dengan *Payback Period* biasa adalah pada *Discounted Payback Period* diperhitungkan nilai uang dari aliran kas yang menjadi dasar penentuan periode pengembalian investasi. Jika *Payback Period* dihitung menggunakan aliran aliran kas normal, maka *Discounted Payback Period* menggunakan aliran kas diskonto dalam perhitungannya. Cara menemukan nilai DPBP dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan keterangan dibawahnya :

Tabel 4.6 Perhitungan DPBP Zona 1

	0	1	2	3	4
Aliran kas diskonto Zona 1	(17,037,785,618)	(6,230,111,576)	(7,688,961,416)	25,063,634,068	20,901,475,910
Aliran kas diskonto kumulatif	(17,037,785,618)	(23,267,897,194)	(30,956,858,610)	(5,893,224,542)	15,008,251,368
DPBP	3.28				

- Aliran kas tahun 2011-2015 diubah menjadi aliran kas diskonto dengan menggunakan rumus yang sama seperti yang digunakan pada perhitungan LIC dan FCC
- Semua aliran kas diskonto dikumulatikan tiap periodenya
- Lihat di periode berapakah alir kas diskonto kumulatif bernilai positif, pada tabel di atas terletak pada periode ke-4 (periode pertama dimulai dari periode 0)
- Hal ini menunjukkan DPBP tercapai setelah periode ke-3
- Untuk menemukan nilai tepat DPBP, maka periode bernilai negatif terakhir (pada perhitungan ini adalah periode 3) ditambahkan dengan hasil pembagian antara nilai mutlak kumulatif pada periode tersebut dengan aliran kas diskonto pada periode setelahnya (pada perhitungan ini adalah periode ke-4)
- Untuk perhitungan DPBP Zona 1 diperlihatkan pada Tabel 4.6 diatas, dimana *Discounted Payback Period*-nya adalah 3,28

Dengan cara yang sama dilakukan perhitungan untuk DPBP Zona 2 dan Zona 3. Tabel 4.7 dibawah ini menunjukkan nilai DPBP untuk semua zona.

Tabel 4.7 *Discounted Payback Period* untuk Zona 1, Zona 2, Zona 3

Zona	DPBP
Zona 1	3.28
Zona 2	2.53
Zona 3	tidak ditemukan

Pada Tabel 4.7 diatas, terlihat bahwa untuk Zona 3 *Discounted Payback Period* tidak tercapai. Hal ini dikarenakan nilai aliran kas diskonto kumulatif tidak pernah bernilai positif.

BAB 5 ANALISIS RESIKO

Selain parameter input dan hasil keluaran/output, komponen penting dari metodologi tekno-ekonomi yang dikembangkan EU Project adalah Analisis Resiko. Analisis ini diperlukan karena adanya resiko dan ketidakpastian untuk setiap investasi yang ditanamkan. Baik tidaknya suatu keputusan berinvestasi tergantung pada informasi yang dimiliki. Informasi yang relevan dan berguna adalah kunci untuk memprediksi tingkat resiko kondisi ekonomi di masa yang akan datang dan memilih pilihan investasi terbaik. [19]

Terdapat 2 pendekatan untuk menangani resiko dalam proses keputusan berinvestasi. Yang pertama adalah dengan menggambarkan resiko dari suatu proyek dengan menggunakan beberapa aplikasi analisis probabilitas atau metode sederhana lainnya. Sedangkan pendekatan kedua adalah dengan cara menggabungkan persepsi investor akan resiko proyek dengan formula NPV. [19]

Metode-metode yang dilakukan dengan pendekatan pertama terdiri metode analisis sensitifitas, analisis skenario, dan analisis simulasi. Sedangkan pada pendekatan kedua terdapat dua metode yang digunakan untuk menggabungkan resiko dalam rumus NPV, yaitu metode *Certainty Equivalent* dan metode *Risk Adjusted Discount Rate*

Pada penelitian ini akan digunakan analisis sensitifitas dan analisis simulasi untuk menganalisis resiko yang kemungkinan dihadapi selama periode investasi.

5.1 Analisis Sensitifitas

Pada prinsipnya analisis sensitifitas merupakan teknik yang sederhana untuk menemukan dan menilai dampak resiko yang potensial pada suatu investasi. Teknik ini tidak dimaksudkan untuk mengukur resiko, tetapi untuk mengidentifikasi dampak berubahnya asumsi penting yang digunakan pada NPV. Dengan teknik ini, faktor kritis yang berpengaruh besar pada tingkat profitabilitas suatu investasi dapat diidentifikasi. Tetapi teknik ini tidak mengevaluasi resiko, pengambil keputusan masih harus mengkaji kemungkinan kejadian ini penyimpangan dari nilai-nilai yang diharapkan. [19]

Dalam penelitian ini, beberapa faktor yang akan dilihat dampak perubahannya terhadap NPV adalah :

- Tarif
- OPEX
- Nilai tukar Dollar
- Tingkat discount / *discount rate*
- Jumlah pelanggan / *subscriber*

Untuk melihat seberapa besar pengaruh perubahan nilai beberapa faktor diatas terhadap nilai NPV, maka beberapa faktor diatas diasumsikan berkurang dan meningkat sebesar 30%. Dengan asumsi perubahan tersebut maka didapatkan nilai NPV yang baru.

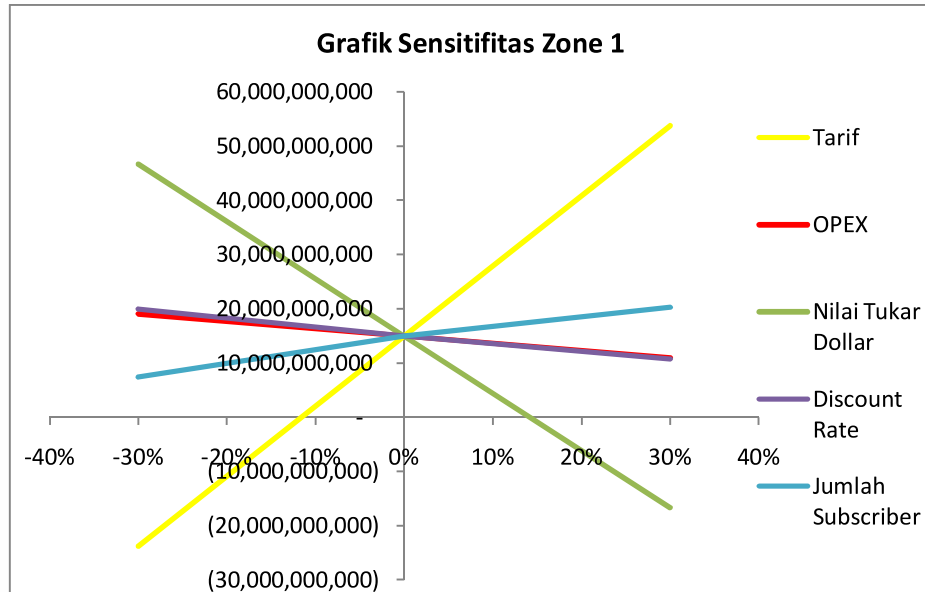
5.1.1 Analisis Sensitifitas Zona 1

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, nilai NPV untuk Zona 1 adalah sebesar Rp. 15.008.251.368,-. Dengan asumsi perubahan beberapa faktor yang telah dijelaskan sebelumnya, maka terjadi perubahan nilai NPV untuk Zona 1 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1 Perubahan Nilai NPV Zona 1 Akibat Berubahnya Beberapa Faktor

Faktor Yang Berubah	Nilai NPV		
	Nilai Faktor Berkurang 30%	Tidak Terjadi Perubahan Pada Faktor	Nilai Faktor Meningkat 30%
Tarif	(23,799,846,423)	15,008,251,368	53,816,349,160
OPEX	19,093,688,923	15,008,251,368	10,922,813,812
Nilai Tukar Dollar	46,687,659,324	15,008,251,368	(16,671,156,588)
Discount Rate	19,972,766,524	15,008,251,368	10,779,921,672
Jumlah Subscriber	7,437,920,441	15,008,251,368	12,616,408,771

Pada Tabel 5.1 diatas dapat dilihat bahwa perubahan nilai beberapa faktor mengakibatkan terjadinya kenaikan dan penurunan NPV. Untuk dapat melihat tingkat sensitifitas NPV tersebut, perubahan nilai NPV diatas digambarkan pada Grafik Sensitifitas yang ditunjukkan pada Gambar 5.1 berikut.



Gambar 5.1 Grafik Sensitifitas Zona 1

Pada Gambar 5.1 diatas, sensitifitas NPV untuk masing-masing faktor ini tercermin dari kemiringan garis sensitivitas. Garis yang kemiringannya lebih curam menunjukkan dampak perubahan pada NPV yang semakin besar. Pada grafik sensitifitas diatas terlihat bahwa garis sensitifitas NPV terhadap perubahan tarif dan sensitifitas NPV terhadap perubahan nilai tukar dollar memiliki kemiringan yang lebih curam dibandingkan dengan garis sensitifitas faktor lainnya. Jika sekilas dilihat, maka akan sulit menentukan garis manakah yang lebih curam diantara tarif dan nilai tukar dollar. Oleh karena itu, kecuraman dapat dilihat pada sumbu x dimana NPV bernilai 0. Pada garis sensitifitas NPV terhadap tarif, garis menyentuh sumbu x pada titik sekitar -10%, yang menunjukkan penurunan tarif sebesar $\pm 11\%$ membuat NPV bernilai 0. Sedangkan pada garis sensitifitas NPV terhadap nilai tukar Dollar, garis menyentuh sumbu x pada titik tengah antara 10%-20%, yang menunjukkan kenaikan nilai tukar Dollar sebesar $\pm 15\%$ menjadikan bergesernya NPV menjadi 0. Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan perubahan terhadap tarif lebih berdampak lebih besar terhadap perubahan NPV, yang berarti NPV lebih sensitif terhadap perubahan tarif.

Hal ini menunjukkan bahwa untuk area Zona 1 Jawa Timur, profitabilitas investasi teknologi EV-DO akan lebih sensitif terhadap perubahan tarif yang dikenakan kepada pelanggan dibandingkan dengan perubahan yang terjadi pada

nilai tukar dollar, jumlah pelanggan, tingkat diskon, dan jumlah OPEX. Namun grafik sensitifitas NPV terhadap tarif ini mempunyai kelemahan yaitu tidak mempertimbangkan perubahan tarif terhadap jumlah pelanggan. Padahal penduduk Indonesia sangat sensitif terhadap perubahan tarif layanan yang ditawarkan. Dalam penelitian ini, dampak yang terjadi atas perubahan tarif terhadap jumlah pelanggan tidak dibahas dikarenakan memerlukan penelitian lebih dalam tersendiri. Sehingga grafik sensitifitas NPV terhadap perubahan tarif diatas hanya menggambarkan tingkat sensitifitas NPV terhadap perubahan tarif jika saat kondisi jumlah pelanggan tetap.

Dikarenakan tarif merupakan faktor yang dapat diatur oleh operator, maka operator perlu mewaspadaai perubahan faktor lainnya yang tidak dapat dikontrol. Khususnya perubahan nilai tukar dollar yang cukup mempengaruhi nilai NPV. Oleh karena itu, operator perlu menyiapkan strategi mitigasi agar dampak resiko kenaikan nilai dollar dapat diminimalisir.

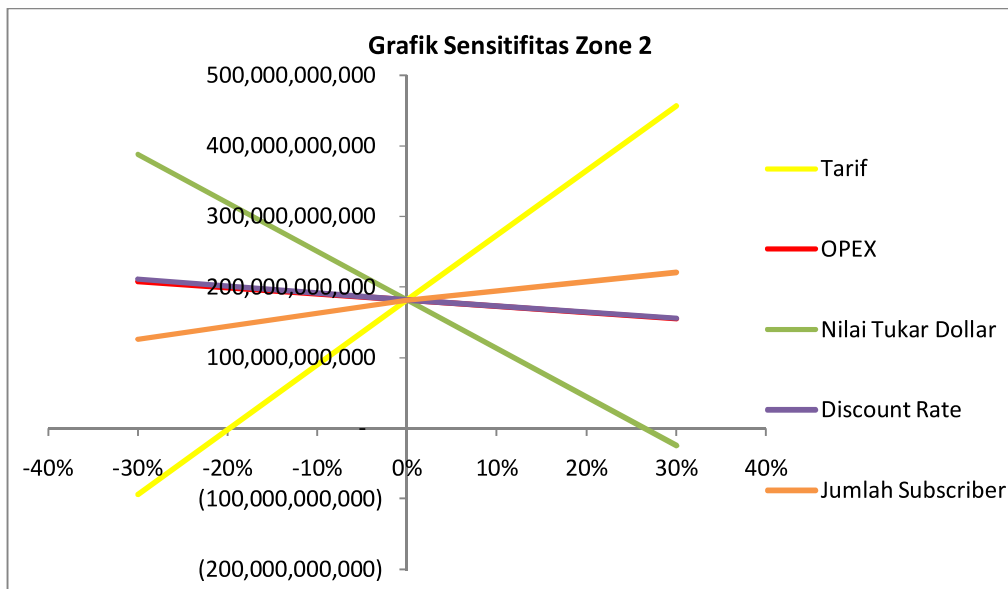
5.1.2 Analisis Sensitifitas Zona 2

Pada Zona 2 juga dilakukan analisis sensitifitas pada nilai NPV terhadap perubahan tarif, OPEX, nilai tukar Dollar, tingkat diskon, dan jumlah *subscriber*. Tabel 5.2 dibawah ini menunjukkan resume hasil perhitungan kembali nilai NPV ketika faktor-faktor tersebut berubah sebesar 30%.

Tabel 5.2 Perubahan Nilai NPV Zona 2 Akibat Berubahnya Beberapa Faktor

Faktor Yang Berubah	Nilai NPV		
	Nilai Faktor Berkurang 30%	Tidak Terjadi Perubahan Pada Faktor	Nilai Faktor Meningkat 30%
Tarif	(93,643,037,300)	181,669,139,702	456,981,316,706
OPEX	208,118,400,317	181,669,139,702	155,219,879,086
Nilai Tukar Dollar	387,910,098,968	181,669,139,702	(24,571,819,565)
Discount Rate	211,593,523,480	181,669,139,702	156,075,400,073
Jumlah Subscriber	126,464,307,220	181,669,139,702	220,776,967,982

Sedangkan grafik sensitifitas NPV untuk Zona 2 ditunjukkan pada Gambar 5.2 dibawah ini.



Gambar 5.2 Grafik Sensitifitas Zona 2

Pada Gambar 5.2 diatas, terlihat bahwa nilai NPV paling sensitif terhadap perubahan yang terjadi pada tarif seperti yang terjadi pada Zona 1. Namun seperti halnya pada Zona 1, dikarenakan faktor tarif ini merupakan sesuatu yang dibawah kontrol operator, maka operator perlu menitik beratkan perhatian kepada resiko dari faktor-faktor yang tidak dapat dikontrol. Sama halnya dengan Zona 1, nilai tukar dollar sangat mempengaruhi nilai NPV disamping perubahan tarif. Namun tingkat sensitifitas NPV terhadap perubahan nilai dollar pada Zona 2 ini tidak sebesar yang terjadi pada Zona 1.

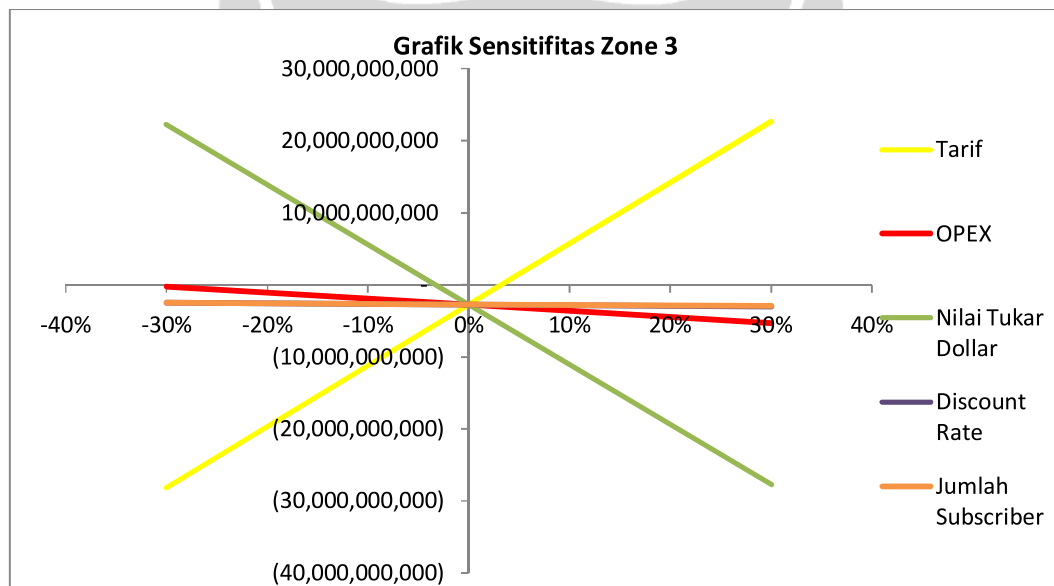
5.1.3 Analisis Sensitifitas Zona 3

Meskipun dari hasil analisis nilai ekonomis pada Zona 3 dinyatakan bahwa investasi teknologi EV-DO di Zona ini tidak layak, analisis sensitifitas tetap dilakukan untuk mengetahui faktor apakah yang dapat menjadikan investasi menjadi layak, atau bernilai NPV positif. Hasil perhitungan kembali NPV setelah faktor-faktor yang mempengaruhi berubah dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut.

Tabel 5.3 Perubahan Nilai NPV Zona 3 Akibat Berubahnya Beberapa Faktor

Faktor Yang Berubah	Nilai NPV		
	Nilai Faktor Berkurang 30%	Tidak Terjadi Perubahan Pada Faktor	Nilai Faktor Meningkatkan 30%
Tarif	(28,202,257,480)	(2,765,062,520)	22,672,132,443
OPEX	(204,845,372)	(2,765,062,520)	(5,325,279,669)
Nilai Tukar Dollar	22,232,832,842	(2,765,062,520)	(27,762,957,883)
Discount Rate	(2,492,430,748)	(2,765,062,520)	(3,006,171,489)
Jumlah Subscriber	(2,458,561,816)	(2,765,062,520)	(2,928,969,287)

Dari Tabel 5.3 diatas dapat dilihat bahwa investasi akan layak jika tarif naik dengan catatan jumlah pelanggan layanan EV-DO Telkom Flexi tidak berubah dan pada saat nilai tukar dollar turun. Seperti terlihat pada Gambar 5.3 dibawah ini, NPV akan bernilai positif jika tarif naik sebesar $\pm 5\%$ dan nilai tukar Dollar turun sebesar $\pm 5\%$. Oleh karena itu jika Telkom Flexi tetap ingin berinvestasi di Zona ini, investasi harus dilakukan pada saat Rupiah menguat terhadap Dollar. Jika investasi tetap ingin dilakukan ketika Dollar menguat, maka perlu dipikirkan strategi bagaimana menjual layanan EV-DO dengan harga tinggi namun tetap laku di pasaran.



Gambar 5.3 Grafik Sensitifitas Zona 3

5.2 Analisis Simulasi

Yang dimaksud analisis simulasi disini adalah analisis simulasi Monte Carlo yang secara acak menghasilkan nilai dari variabel yang tidak tentu secara berulang-ulang untuk mensimulasikan sebuah model. Simulasi ini mengambil nama Monte Carlo di Monaco yang merupakan pusat hiburan casino yang menghadirkan banyak permainan peluang seperti permainan dadu, roulette wheels, dan lainnya, yang memperlihatkan perilaku acak. Perilaku acak pada permainan tersebut mirip dengan simulasi Monte Carlo yang memilih secara acak nilai variabel untuk mensimulasikan sebuah model.

Pada penelitian ini digunakan software Crystal Ball yang merupakan aplikasi add in pada Microsoft Excell, untuk melakukan simulasi Monte Carlo. Dengan simulasi yang dilakukan maka interval peluang nilai NPV yang memungkinkan untuk setiap faktor yang tidak pasti dapat didapatkan. Berbeda dengan analisis sensitifitas yang telah menganalisis dampak perubahan setiap faktor secara terpisah, maka pada analisis Monte Carlo ini setiap ketidak pastian diperhitungkan secara bersama-sama sehingga menghasilkan interval peluang hasil dan kemungkinan mencapai masing-masing peluang tersebut.

Crystal Ball adalah suatu *tools* analisis yang dirancang untuk membantu eksekutif perusahaan, analis, dan lainnya untuk mengambil keputusan dengan menjalankan simulasi pada model yang dirancang pada spreadsheet Microsoft Excell. Hasil peramalan dari simulasi ini membantu untuk menkuantifikasi area resiko sehingga pengambil keputusan mempunyai informasi yang layak untuk mengambil keputusan secara bijaksana.

5.2.1 Model Simulasi

Langkah pertama yang harus dilakukan dalam analisis simulasi ini adalah membuat sebuah model. Model menggambarkan hubungan antara variabel input dan output menggunakan kombinasi dari fungsi, formula, dan data. Dalam membangun sebuah model maka kita perlu mendefinisikan variabel asumsi, variabel keputusan, dan variabel peramalan.

5.2.1.1 Variabel Asumsi

Variabel asumsi adalah nilai yang tidak diyakini akan dapat diprediksi dengan tepat atau dengan kata lain sewaktu-waktu dapat berubah tanpa bisa dikontrol. Pada penelitian ini, beberapa variabel asumsi yang digunakan adalah:

- **OPEX**
Tingkat ketidakpastian OPEX cukup tinggi karena dipengaruhi oleh kegiatan operasional dan maintenance yang diperlukan pada jaringan. Pada analisis simulasi ini, nilai OPEX diasumsikan berdistribusi triangular. Pemilihan distribusi ini berdasarkan referensi *Crystal Ball User Guide* yang menjelaskan bahwa distribusi ini baik digunakan ketika diketahui nilai minimum dan maksimum. Untuk nilai OPEX minimum digunakan OPEX turun sebesar 30%, sedangkan untuk nilai OPEX maksimum digunakan OPEX naik sebesar 30%. Detail asumsi nilai OPEX yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 7.
- **Nilai tukar Dollar**
Tingkat ketidakpastian nilai tukar Dollar sangat tinggi, karena nilai tukar ini dipengaruhi banyak faktor ekonomi lainnya baik dari dalam luar negeri maupun dari dunia internasional. Pada analisis simulasi, nilai tukar Dollar diasumsikan berdistribusi normal mengacu pada referensi *Crystal Ball User Guide* yang menyatakan fenomena natural seperti inflasi baik menggunakan distribusi normal. Detail asumsi nilai tukar Dollar yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 8.
- **Tingkat diskon / *discount rate***
Tingkat diskon juga merupakan suatu hal yang tidak pasti dan mempengaruhi profitabilitas investasi. Dengan alasan yang sama dengan nilai tukar Dollar, pada penelitian ini tingkat diskon menggunakan distribusi normal. Detail asumsi tingkat diskon yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 9.
- **Jumlah pelanggan / *subscriber***
Ketika investasi dilakukan, tidak ada yang memastikan apakah jumlah pelanggan yang menggunakan layanan yang ditawarkan sesuai dengan target yang ditentukan. Oleh karena itu variabel ini sangat penting untuk diikutsertakan dalam analisis simulasi ini. Pada analisis ini jumlah pelanggan

menggunakan distribusi triangular yang mempunyai batas minimum jumlah pelanggan turun sebesar 30% dan jumlah pelanggan pelanggan naik sebesar 30%. Pemilihan distribusi ini juga berdasarkan *Crytal Ball User Guide* yang menjelaskan data seperti estimasi penjualan baik menggunakan distribusi triangular. Pada penelitian ini estimasi penjualan dapat diterjemahkan sebagai estimasi jumlah pelanggan. Detail asumsi jumlah pelanggan yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 10.

5.2.1.2 Variabel Keputusan

Variabel keputusan adalah variabel yang dapat dikontrol oleh perusahaan. Variabel ini tidak diperlukan pada model simulasi, tetapi bisa berguna untuk analisis OptQuest untuk mendapatkan skenario variabel keputusan paling optimum. Pada penelitian ini, variabel tarif merupakan variabel yang dapat dikategorikan sebagai variabel keputusan karena tarif adalah sesuatu yang dapat dikontrol oleh operator. Namun dikarenakan tidak ada asumsi hubungan antara tarif dengan variabel lainnya, maka dapat disimpulkan semakin besar tarif maka hasil NPV yang didapatkan lebih optimal. Kesimpulan ini dapat diambil dengan mudah tanpa harus menjalankan OptQuest. Oleh karena itu, dalam penelitian ini variabel keputusan tidak digunakan.

5.2.1.3 Variabel Peramalan

Variabel peramalan adalah nilai yang ingin dihitung atau diramalkan dari simulasi ini. Pada penelitian ini variabel peramalan adalah nilai NPV pada tiap Zona. Grafik peramalan mencerminkan ketidakpastian dari kombinasi asumsi yang digunakan pada model yang dibangun.

5.2.2 Output Simulasi

Hasil simulasi yang akan dibahas pada penelitian ini meliputi beberapa hal berikut :

- **Grafik NPV**

Nilai NPV adalah variabel peramalan dalam simulasi ini. Dengan perkiraan interval nilai NPV diperlihatkan peluang dari interval nilai NPV yang memungkinkan.

- Grafik Sensitifitas

Grafik ini mempunyai dua tampilan yaitu : *Rank Correlation* dan *Contribution to Variance View*.

- *Rank Correlation View*

Crystal Ball menghitung sensitifitas dengan menghitung peringkat koefisien korelasi antara setiap asumsi dan setiap peramalan ketika simulasi berjalan. Jika asumsi dan peramalan mempunyai korelasi yang sangat kuat, maka berarti asumsi mempunyai pengaruh yang sangat penting pada peramalan. Koefisien positif mengindikasikan peningkatan nilai pada asumsi berkaitan dengan asumsi pada peramalan. Sedangkan keadaan sebaliknya terjadi ketika koefisien korelasi bernilai negatif. Semakin besar nilai absolute dari koefisien korelasi, maka akan semakin kuat hubungan yang dipunyai.

- *Contribution to Variance View*

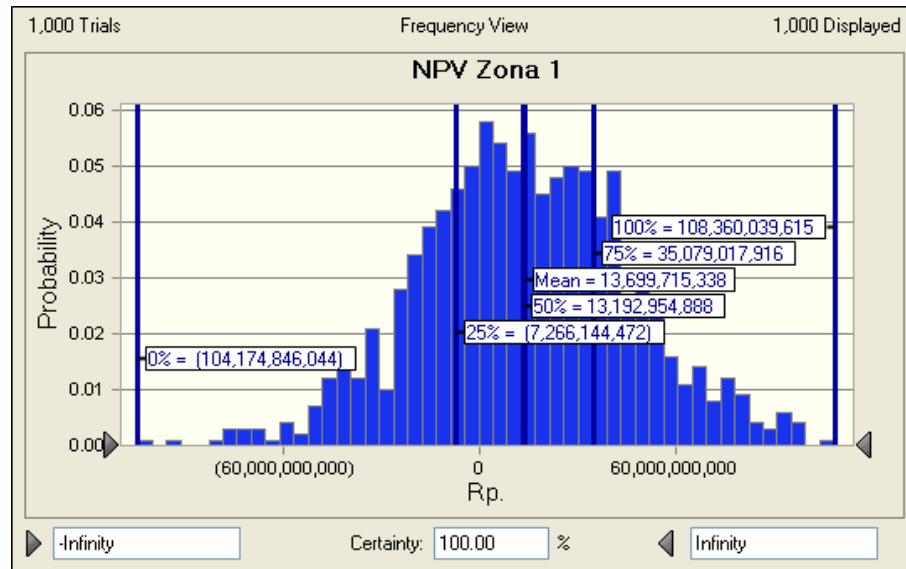
Pada tampilan *Contribution to Variance View*, akan ditampilkan seberapa besar kontribusi tiap asumsi terhadap variasi hasil peramalan. Crystal Ball menghitung Kontribusi untuk Varians dengan cara mengkuadratkan koefisien korelasi dan menormalkannya menjadi 100%.

- Grafik *Overlay*

Setelah simulasi dilakukan untuk mendapatkan hasil beberapa peramalan, dapat ditampilkan grafik *overlay* yang menampilkan karakteristik dari setiap grafik peramalan dalam satu grafik tersendiri. Sehingga, bisa dibandingkan perbedaan atau persamaan dari masing-masing grafik. Pada grafik *overlay* ini dapat dilihat juga distribusi apa yang sesuai dengan tiap hasil peramalan.

5.2.2.1 Analisis Simulasi Zona 1

Dengan menggunakan beberapa variabel asumsi yang telah ditetapkan sebelumnya, maka didapatkan hasil interval NPV seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.4 dibawah ini.

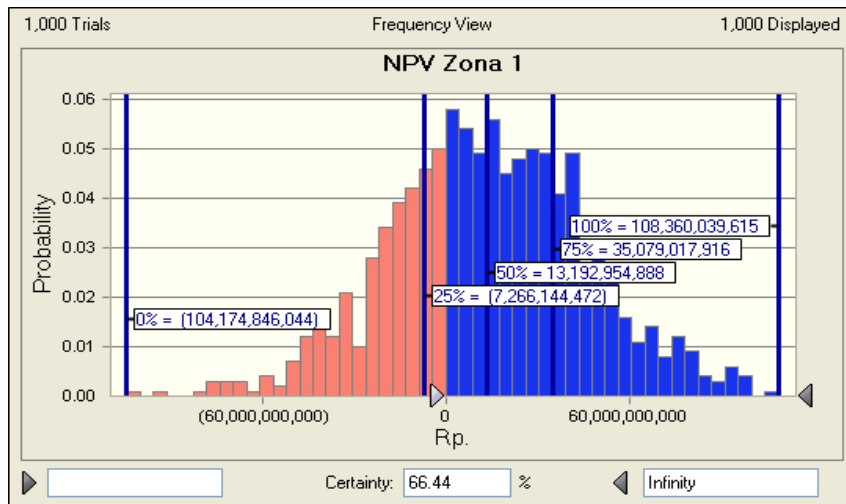


Gambar 5.4 Grafik NPV Zona 1

Seperti terlihat pada Gambar 5.4 diatas, grafik distribusi berbentuk “memuncak” dengan sebagian besar nilai berkumpul di sekitar nilai rata-rata/*mean*. Dengan tingkat *certainty* 100%, didapatkan interval NPV yang memungkinkan pada sumbu X yaitu antara -104.174.846.044 - 108.360.039.615 dengan nilai NPV yang dijadikan sebagai dasar adalah 15.008.251.368. Sedangkan peluang tercapainya nilai NPV ditunjukkan pada sumbu Y. Untuk Zona 1, nilai NPV yang memiliki peluang paling besar untuk muncul adalah sebesar 13.699.715.338.

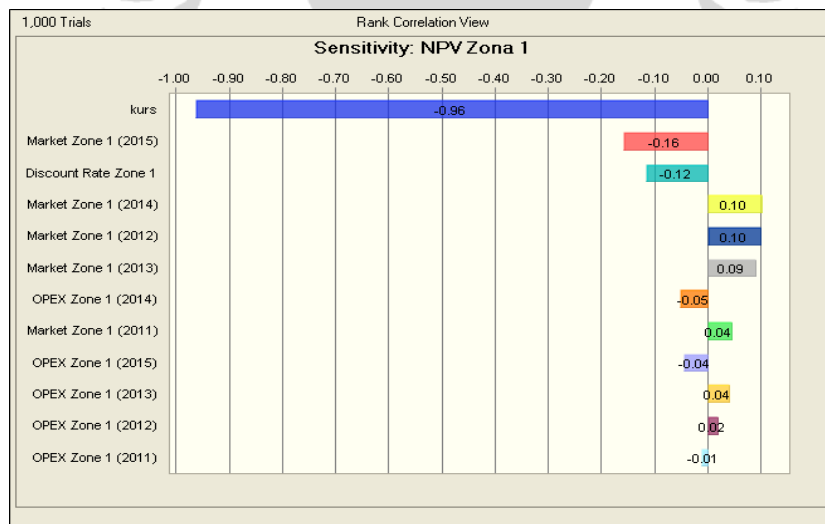
Dengan Crystal Ball, grafik peramalan juga dapat menunjukkan interval *certainty* yang dari nilai yang diramalkan. Untuk dapat mengetahui berapa persenkah tingkat *certainty* investasi dinyatakan layak, maka ingi diketahui seberapa besarkan tingkat *certainty* pada saat nilai $NPV > 0$. Untuk mengetahui hal tersebut, maka nilai interval *certainty* diganti menjadi 0 - *infinity*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.5 berikut ini. Pada Gambar 5.5, tingkat *certainty* nilai NPV lebih besar dari 0 adalah sebesar 66,44%. Hal ini berarti Telkom Flexi dapat

yakin sebesar 66,44% NPV akan lebih besar dari 0 untuk investasi teknologi EV-DO di Zona 1.



Gambar 5.5 Grafik NPV Zona 1 Untuk Nilai NPV>0

Selain grafik hasil peramalan, hasil output dari analisis simulasi yang bisa dianalisis adalah analisis sensitifitas. Pada Gambar 5.6 dibawah terlihat grafik sensitifitas dengan *Rank Correlation View*.

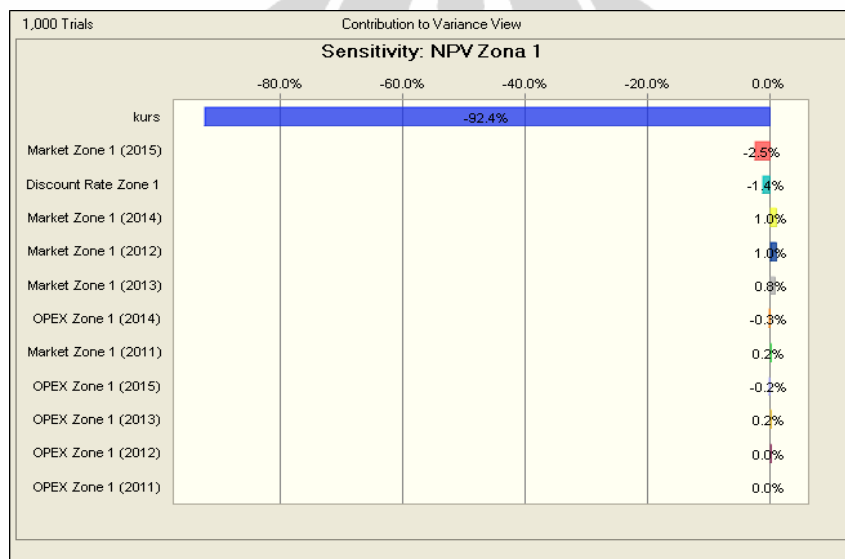


Gambar 5.6 Grafik Sensitifitas Zona 1 – Rank Correlation View

Pada grafik tersebut ditunjukkan peringkat koefisien korelasi dari asumsi yang digunakan dengan nilai peramalan. Gambar 5.6 menunjukkan bahwa koefisien korelasi yang paling besar adalah nilai kurs atau nilai tukar Dollar yang

mempunyai koefisien korelasi sebesar -0,96. Tanda negative berarti semakin besar nilai tukar Dollar maka nilai NPV yang dicapai akan semakin kecil. Sedangkan koefisien terkecil dimiliki oleh OPEX tahun 2011 yang mempunyai nilai koefisien -0,01.

Untuk seberapa besar kontribusi yang diberikan variabel asumsi terhadap variasi peramalan, dapat dilihat pada gambar 5.7 dibawah ini. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa variabel kurs berkontribusi sebesar -92,4% pada variasi NPV Zona 1.



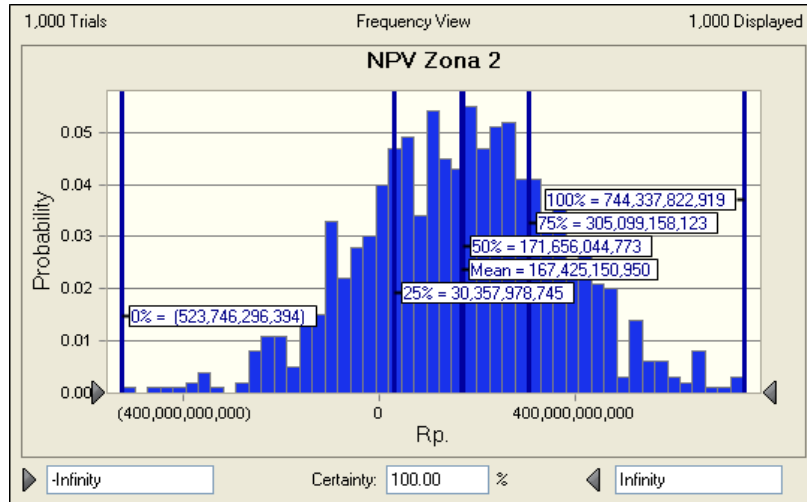
Gambar 5.7 Grafik Sensitifitas Zona 1 – Contribution to Variance View

Dari hasil simulasi diatas dapat disimpulkan bahwa Telkom Flexi dapat yakin sebesar 66,44% bahwa investasi teknologi EV-DO di Zona 1 Jawa Timur dapat dinyatakan layak. Untuk faktor resiko ketidak pastian beberapa variabel, Telkom Flexi harus mengantisipasi variabel kurs atau nilai tukar Dollar karena perubahan pada variabel ini sangat mempengaruhi nilai NPV yang dicapai.

5.2.2.2 Analisis Simulasi Zona 2

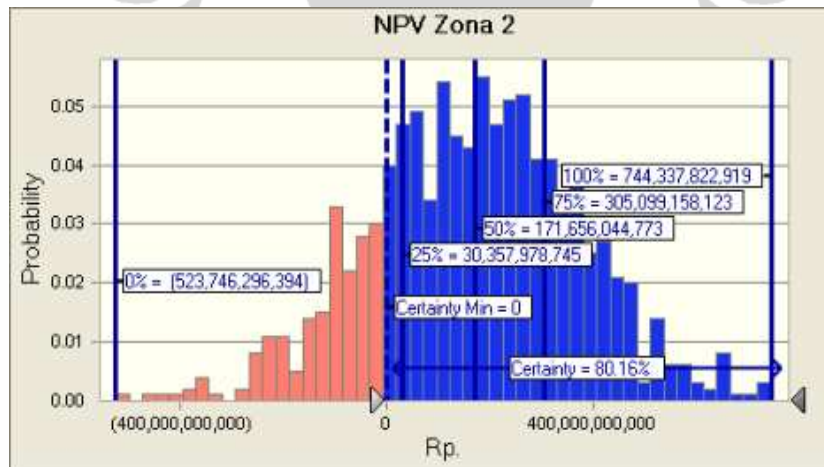
Pada Zona 2 Jawa Timur, hasil simulasi menunjukkan kurva yang berbentuk “memuncak” seperti halnya kurva pada Zona 1. Hal ini berarti bahwa nilai NPV yang berpeluang besar muncul tidak terlalu jauh dari nilai mean yaitu 167.425.150.950. Dengan tingkat *certainty* sebesar 100% didapatkan interval

(523,746,296,394) - 744,337,822,919. Grafik peramalan NPV ditunjukkan pada Gambar 5.8 dibawah ini. Dari 1000 uji coba yang dilakukan, 1000 data ditampilkan pada grafik, yang berarti tidak ada “*overlying value*”.



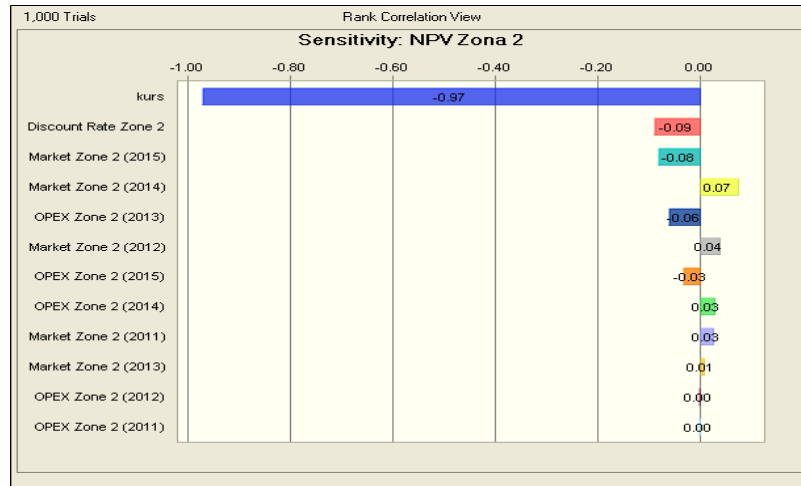
Gambar 5.8 Grafik NPV Zona 2

Untuk mengetahui seberapa besar tingkat *certainty* NPV akan bernilai diatas 0 dapat dilihat pada Gambar 5.9 dibawah ini.



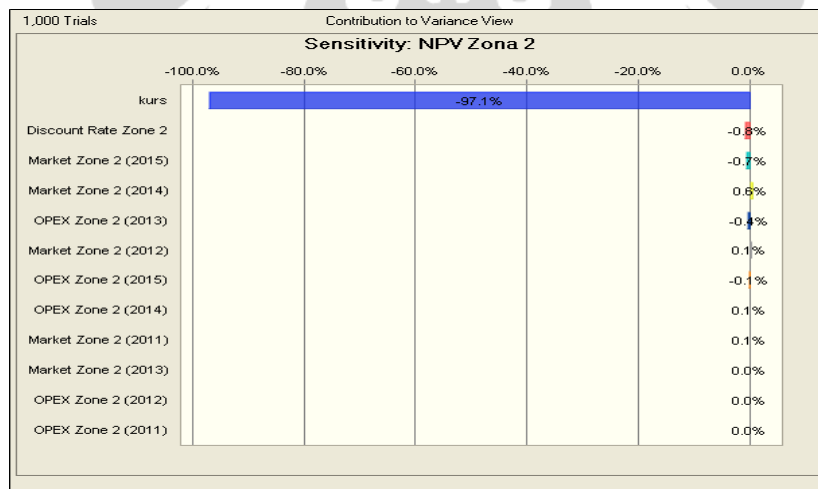
Gambar 5.9 Grafik NPV Zona 2 Untuk Nilai NPV>0

Dari Gambar 5.9, dapat dilihat bahwa Telkom Flexi dapat yakin sebesar 80,16% investasi dikatakan layak. Hal ini berarti tingkat resiko pada Zona 2 lebih kecil dibandingkan dengan tingkat resiko pada Zona 1.



Gambar 5.10 Grafik Sensitifitas Zona 2 – Rank Correlation View

Dilihat tingkat korelasi variabel dengan hasil peramalan, sama halnya dengan Zona 1, variabel nilai tukar Dollar mempunyai korelasi paling tinggi dengan nilai NPV. Koefisien korelasi dari nilai tukar Dollar terhadap NPV adalah sebesar -0,97 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.10 diatas. Nilai ini sangat jauh diatas nilai koefisien korelasi dari OPEX dalam 5 periode.

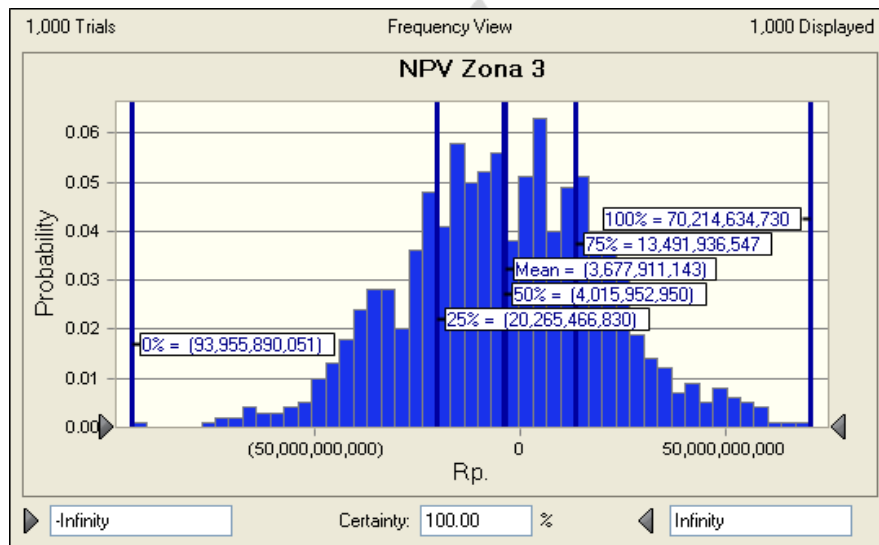


Gambar 5.11 Grafik Sensitifitas Zona 2 – Contribution to Variance View

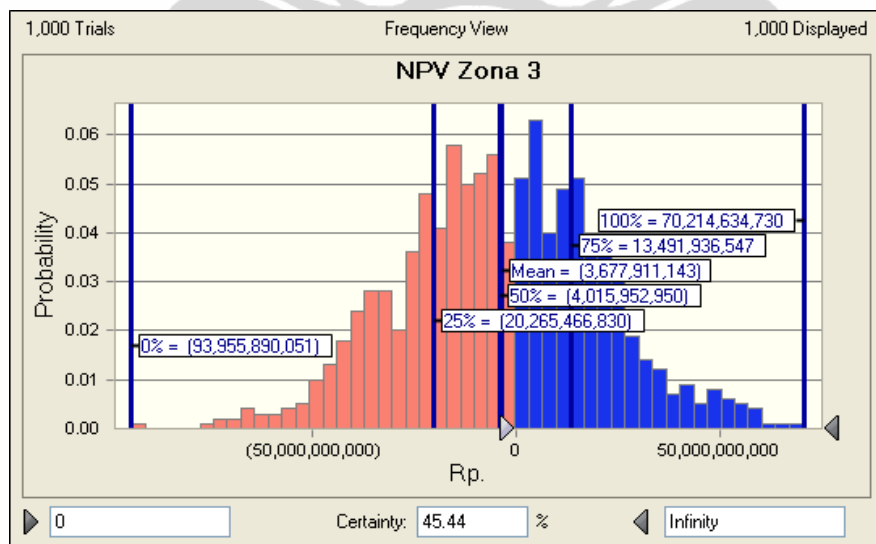
Dari segi kontribusinya terhadap variasi nilai NPV yang didapatkan, nilai tukar Dollar berkontribusi sebesar -97,1%. Yang berarti resiko yang dari perubahan nilai tukar Dollar cukup besar.

5.2.2.3 Analisis Simulasi Zona 3

Hasil simulasi untuk NPV Zona 3 dapat dilihat pada Gambar 5.12 dibawah ini. Dengan tingkat certainty 100%, interval NPV yang didapat adalah (93,955,890,051) - 70,214,634,730 dengan nilai mean adalah sebesar (3,677,911,143). Hal ini menunjukkan bahwa kemungkinan besar NPV pada Zona ini akan bernilai negatif. Pada Gambar 5.13 terlihat bahwa Telkom Flexi dapat yakin sebesar 45,44% bahwa investasi EV-DO akan layak untuk dilakukan.

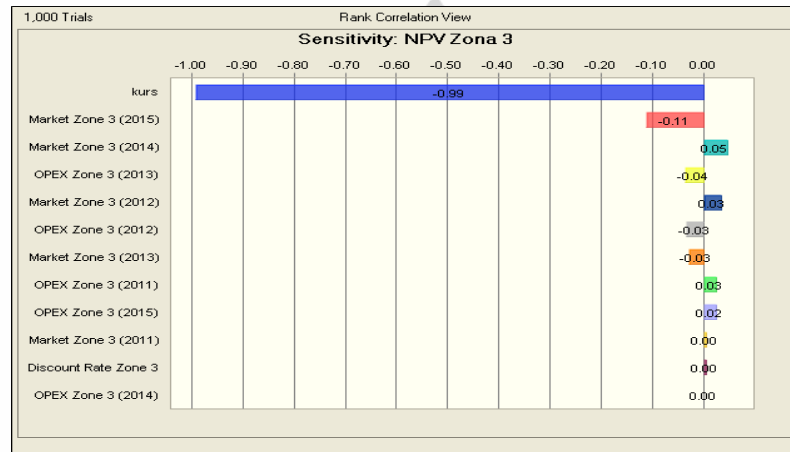


Gambar 5.12 Grafik NPV Zona 3



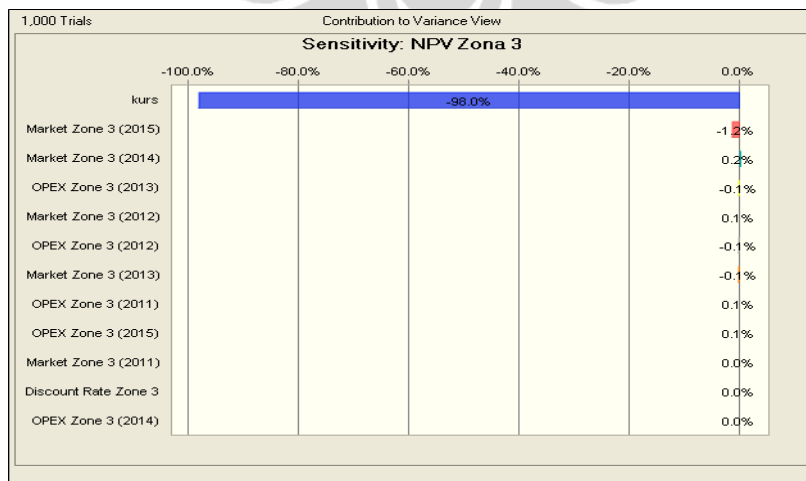
Gambar 5.13 Grafik NPV Zona 2 Untuk Nilai NPV > 0

Melihat hal tersebut, dapat disimpulkan investasi pada Zona ini mempunyai resiko yang cukup tinggi dibandingkan dengan investasi pada Zona lainnya. Dari variabel yang mempengaruhi, maka sama halnya dengan Zona 1 dan Zona 2, nilai tukar Dollar mempunyai koefisien korelasi yang paling besar yaitu sebesar -0,99 seperti terlihat pada Gambar 5.14. Sedangkan koefisien korelasi terkecil dipunyai oleh nilai OPEX pada tahun 2014 yang mempunyai koefisien korelasi sebesar 0%.



Gambar 5.14 Grafik Sensitifitas Zona 3 – Rank Correlation View

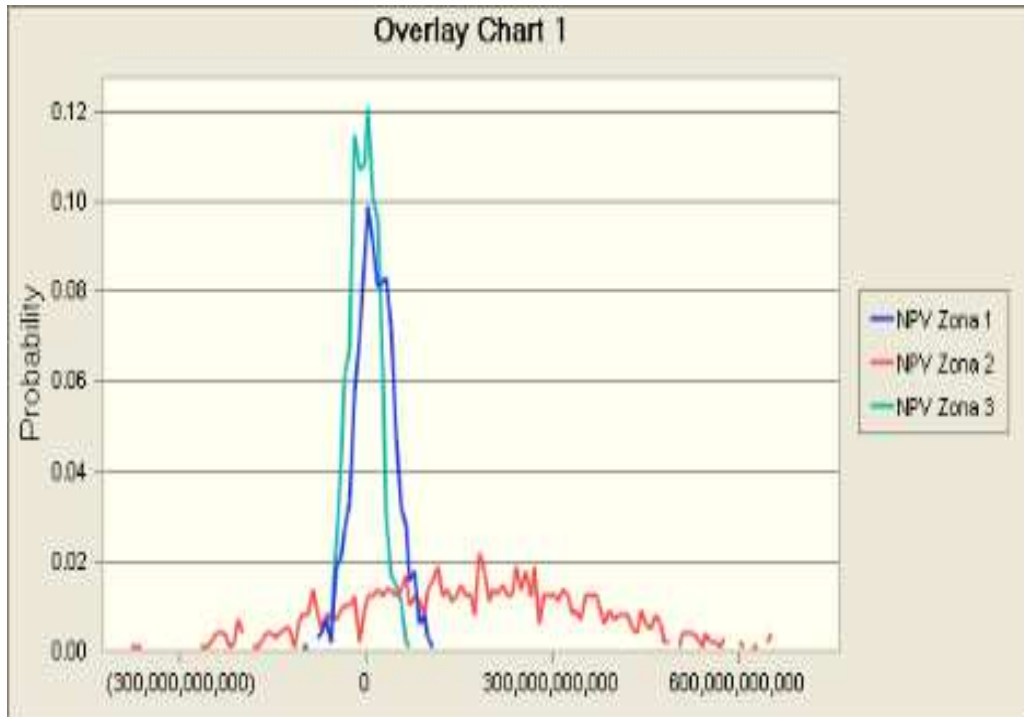
Secara kontribusi, nilai tukar Dollar mempunyai kontribusi sebesar -98% terhadap variasi NPV seperti ditunjukkan Gambar 5.15. Sedangkan kontribusi OPEX tahun 2014 besarnya 0% terhadap variasi NPV.



Gambar 5.15 Grafik Sensitifitas Zona 3 – Contribution to Variance View

5.2.2.4 Grafik Overlay

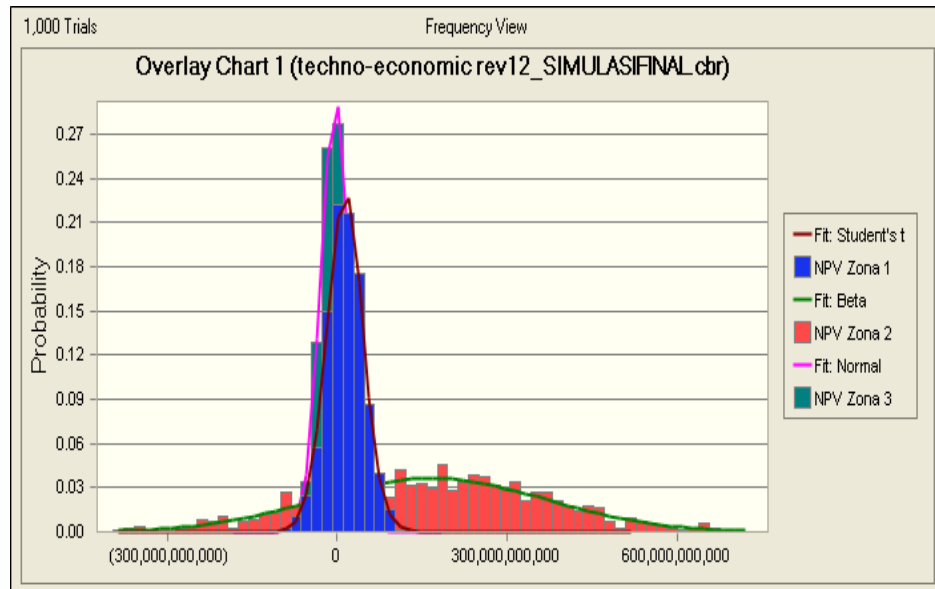
Setelah hasil peramalan NPV untuk masing-masing Zona telah dibahas satu per satu. Maka dengan grafik *overlay*, ketiga grafik NPV yang berdiri masing-masing digabungkan menjadi satu. Dengan grafik ini, dapat terlihat persamaan dan perbedaan diantara ketiga grafik NPV masing-masing Zona tersebut. Grafik *overlay* ini ditunjukkan pada Gambar 5.16 berikut ini.



Gambar 5.16 Grafik Overlay NPV Zona 1, Zona 2, dan Zona 3

Pada Gambar 5.16 terlihat perbandingan dari grafik NPV di Zona 1, Zona 2, dan Zona 3. Dilihat dari segi bentuknya, grafik Zona 1 dan Zona 3 mempunyai kemiripan. Pada Zona 1 dan Zona 3 interval NPV tidak jauh berbeda, yang lebih cenderung berbentuk menyempit disekitar nilai 0. Sedangkan pada grafik di Zona 2 interval NPV lebih lebar dibandingkan dua Zona lainnya, dan lebih banyak menyebar di nilai NPV positif.

Dengan menggunakan Crystal Ball, grafik hasil simulasi dapat disesuaikan dengan tipe distribusi. Pada Gambar 5.17 terlihat bahwa untuk Zona 1, distribusi yang sesuai adalah distribusi Student's t. Untuk NPV Zona 2, distribusi yang sesuai adalah distribusi Beta. Sedangkan distribusi normal merupakan distribusi yang sesuai untuk NPV Zona 3.



Gambar 5.17 Distribusi Grafik NPV Zona 1, Zona 2, dan Zona 3

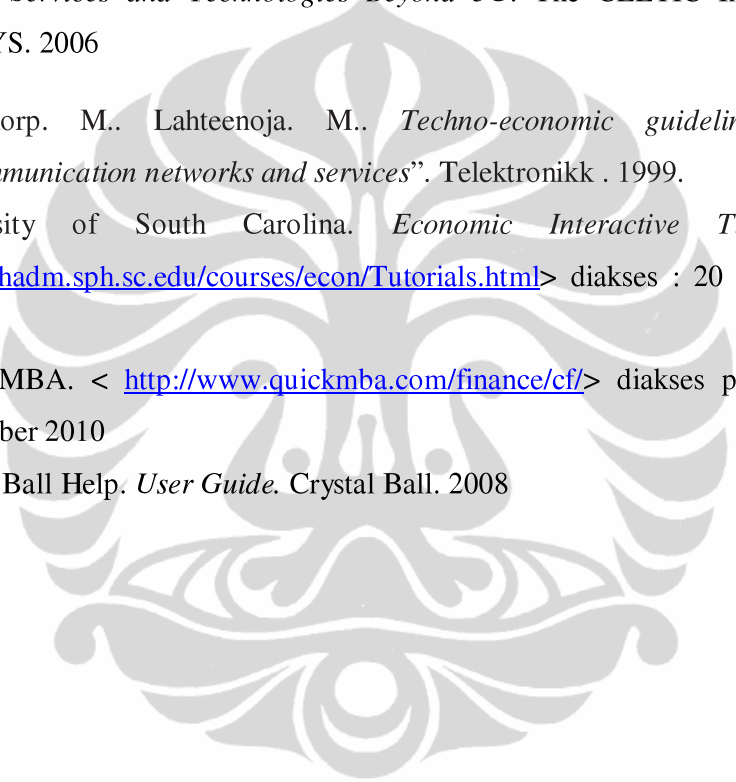
BAB 6 KESIMPULAN

1. Berdasarkan analisis nilai ekonomis investasi yang dilakukan pada Zona 1, Zona 2, dan Zona 3 didapatkan tingkat profitabilitas investasi teknologi EV-DO Rev.A sebagai berikut:
 - Investasi EV-DO Rev.A pada Zona 1 menguntungkan, dikarenakan nilai NPV >0 yaitu sebesar Rp. 15.008.251.368,- dan nilai IRR>Discount Rate yang digunakan yaitu sebesar 29,63%, dan Discounted PBP adalah 3,28
 - Investasi EV-DO Rev.A pada Zona 2 menguntungkan, dikarenakan nilai NPV >0 yaitu sebesar Rp. 181.669.139.702 dan nilai IRR>Discount Rate yang digunakan yaitu sebesar 74,67%, aliran kas bergerak positif, dan Discounted PBP adalah 2,53
 - Investasi EV-DO Rev.A pada Zona 3 tidak menguntungkan, dikarenakan nilai NPV <0 yaitu sebesar Rp.(2.765.062.520) dan nilai IRR<Discount Rate yang digunakan yaitu sebesar -12,67%
2. Berdasarkan hasil analisis resiko terhadap investasi EV-DO Rev.A di Telkom Flexi, dapat disimpulkan bahwa :
 - Hasil analisis sensitifitas:
 - Nilai NPV sangat sensitif terhadap perubahan nilai tarif, dengan asumsi nilai tarif ini tidak mempengaruhi jumlah pelanggan untuk semua zona.
 - Setelah tarif, nilai NPV sangat sensitif terhadap perubahan nilai tukar Dollar. Hal ini harus diwaspadai, karena faktor ini tidak dapat dikontrol oleh operator untuk semua zona.
 - Setelah dimasukkan beberapa variabel asumsi yang berubah, maka hasil analisi asumsi menunjukkan hasil sebagai berikut:
 - Zona 1
Probabilitas nilai NPV>0 (investasi menguntungkan) adalah sebesar 66,44% . Hal ini menunjukkan Telkom Flexi dapat yakin sebesar 66,44% investasi EV-DO di zona 1 akan menghasilkan keuntungan
 - Zona 2
Probabilitas nilai NPV>0 (investasi menguntungkan) adalah sebesar 80,16% . Hal ini menunjukkan Telkom Flexi dapat yakin sebesar 80,16% investasi EV-DO di zona 2 akan menghasilkan keuntungan
 - Zona 3
Probabilitas nilai NPV>0 (investasi menguntungkan) adalah sebesar 45,44% . Hal ini menunjukkan Telkom Flexi dapat yakin sebesar 45,44% investasi EV-DO di zona 3 akan menghasilkan keuntungan

DAFTAR REFERENSI

- [1] Spire Research & Consulting. *Monthly Report*. Spire Research & Consulting. April 2010.
- [2] Unit Business Planning & Performance Divisi Telkom Flexi. *Business Performance Juni 2010 Telkom Flexi*. Divisi Telkom Flexi. Juni 2010.
- [3] PT. ZTE Indonesia. *CDMA & WIMAX & LTE*. ZTE Presentation to Telkom Flexi. January 2009.
- [4] Frost & Sullivan. *Indonesian Market Overview*. Frost & Sullivan. 2008.
- [5] Wikipedia. <http://www.wikipedia.org> . diakses pada Agustus 2010.
- [6] Business Monitor Indonesia. "*Indonesia Telecommunication Report Q1 2010*". Business Monitor Indonesia. November 2009.
- [7] Unit Business Planning & Performance Divisi Telkom Flexi. *Laporan Eksekutif Telkom Flexi Juni 2010*. Divisi Telkom Flexi. Juni 2010.
- [8] Unit Business Planning & Performance Divisi Telkom Flexi. *Laporan Eksekutif Telkom Flexi Januari 2010*. Divisi Telkom Flexi. Januari 2010.
- [9] Qualcomm. *C2Market and Technology Update*. Qualcomm Presentation For Telkom Flexi. November 2009.
- [10] Customer Care Operation and Support Bidang Marketing & Customer Relation Divisi Telkom Flexi. *FAQ FlexiNET Unlimited*. PT. Telkom Indonesia. 2009.
- [11] CDMA Group Discussion (CDG). www.cdg.org. diakses pada Agustus 2010.
- [12] Qualcomm Incorporated. *EV-DO Rev. A and B: Wireless Broadband for the Masses*. Qualcomm Incorporated. Desember 2007.
- [13] Standardisasi. *Konsep Dasar Telekomunikasi 20001X*. <<http://standardisasi.wordpress.com/2009/06/16/konsep-dasar-cdma-2000-1x/>> diakses : 5 September 2010

- [14] Lahteenoja. Markku. dkk. *Deliverable 16 : Report on techno-economic methodology*. The CELTIC Initiative: ECOSYS.2006
- [15] TONIC Project. <<http://www-nrc.nokia.com/tonic/>>. diakses : Agustus-November 2010
- [16] Badan Pusat Statistik. Hasil Sensus Penduduk 2010 – Data Agregat Per Provinsi. Badan Pusat Statistik. 2010
- [17] Sharing Vision. *Penetrasi Pelanggan Broadband Indonesia 2011-2015*. Sharing Vision. 2009
- [18] Badan Pusat Statistik Jawa Timur. *Hasil Sensus Penduduk 2010 Provinsi Jawa Timur – Data Agregat Per Kabupaten/Kota*. Badan Pusat Statistik. 2010
- [19] Huawei. Slide Presentasi Perencanaan BTS Area Jakarta. Huawei. 2010.
- [20] Baker. Samuel L. *Economics Interactive Tutorial*. University of South Carolina. <<http://hadm.sph.sc.edu/courses/econ/invest/invest.html>>. diakses: 1 Oktober 2010
- [21] CORDIS. *Techno-Economic Results from ACTS*". CORDIS PROJECT. <<http://cordis.europa.eu/infowin/acts/rus/projects/ac364.htm>>. diakses Agustus-September 2010
- [22] Dellaporta. J. <<http://www.wisegeek.com/what-is-1xrtt.htm>>. 2010
- [23] Ismail. Alvo. *Analisa Tekno-Ekonomi Pembangunan Base Station Selular Indoor Coverage Di Wilayah Jakarta*. Universitas Indonesia. 2006
- [24] Nieminen. Jari. *Techno-Economics of Mobile WiMAX*. Helsinki University Of Technology. 2007
- [25] Olsen. Borgar.T. dkk. *The Core of Techno-Economics – Historical review and new business modeling with examples from CELTIC MARCH Project*. Telenor R&I. <http://simula.no/research/nd/publications/Simula.ND.359/simula_pdf_file> diakses: 25 Agustus 2010

- 
- [26] Pike.R & Neal. B. *Corporate Finance & Investment . Decisions & Strategies edisi ke-5*. Prentice Hall. 2006
- [27] Rappaport. Theodore. *Wireless Communication*. Prentice Hall. 1996.
- [28] Smura. Timo. *Thesis : Techno-Economic Analysis of IEEE 802.16a-Based Fixed Wireless Access Networks*. Helsinki University Of Technology. 2004
- [29] Smura. Timo. dkk. *Deliverable 16 : Final Techno-Economic Result on Mobile Services and Technologies Beyond 3G*. The CELTIC Initiative: ECOSYS. 2006
- [30] Tahkokorp. M.. Lahteenoja. M.. *Techno-economic guidelines for telecommunication networks and services*". Telektronikk . 1999.
- [31] University of South Carolina. *Economic Interactive Tutorials*. <<http://hadm.sph.sc.edu/courses/econ/Tutorials.html>> diakses : 20 Agustus 2010
- [32] Quick MBA. < <http://www.quickmba.com/finance/cf/>> diakses pada : 1 September 2010
- [33] Crystal Ball Help. *User Guide*. Crystal Ball. 2008

Lampiran 1 : Tarif Tiap Layanan Paket EV-DO

Paket		Pelanggan	2011 -2015	
Volume-Based		Pra -Bayar	5	
		Pasca Bayar	3	
Time-Based		Pra -Bayar	220	
		Pasca Bayar	200	
Unlimited	256 Kbps	Harian	Pra -Bayar	4.000
		Mingguan	Pra -Bayar	25.000
		Bulanan	Pra -Bayar	90.000
	512 Kbps	Harian	Pra -Bayar	6.000
		Mingguan	Pra -Bayar	40.000
		Bulanan	Pra -Bayar	150.000
	3.1 Mbps	Harian	Pra -Bayar	10.000
		Mingguan	Pra -Bayar	60.000
		Bulanan	Pra -Bayar	200.000
	256 Kbps	Harian	Pasca Bayar	4.000
		Mingguan	Pasca Bayar	22.000
		Bulanan	Pasca Bayar	80.000
	512 Kbps	Harian	Pasca Bayar	6.000
		Mingguan	Pasca Bayar	38.000
		Bulanan	Pasca Bayar	140.000
	3.1 Mbps	Harian	Pasca Bayar	10.000
		Mingguan	Pasca Bayar	58.000
		Bulanan	Pasca Bayar	190.000

MoU untuk PDN Time-Based

Tipe Area	2011-2015	
	Rata-rata penggunaan	Lama Hari Penggunaan
Zone 1	120 menit	100
Zone 2	120 menit	75
Zone 3	120 menit	60

MoU untuk PDN Volume-Based

Tipe Area	2011-2015	
	Volume data yang digunakan	Lama Hari Penggunaan
Zone 1	500	250
Zone 2	500	200
Zone 3	500	150

Asumsi MoU Unlimited yang digunakan

Paket	Zone 1			Zone 2			Zone 3		
	Present ase	Usage	MoU	Present ase	Usage	MoU	Present ase	Usage	MoU
Harian	70%	150	105	70%	120	84	70%	100	70
	50%	180	90	50%	150	75	50%	120	60
	30%	210	63	30%	180	54	30%	150	45
Total			258.0			213.0			175.0
Mingguan	70%	20	14	70%	15	11	70%	13	9
	50%	25	13	50%	20	10	50%	20	10
	30%	30	9	30%	25	7.5	30%	25	7.5
Total			35.5			28.0			26.6
Bulanan	70%	5	3.5	70%	4	2.8	70%	3	2.1
	50%	6	3	50%	5	2.5	50%	4	2
	30%	7	2.1	30%	6	1.8	30%	5	1.5

Lampiran 3 : ARPU Layanan EV-DO

Layanan/Tahun		Zone 1	Zone 2	Zone 3
PDN Time Based	Pra-Bayar	60,000	45,000	36,000
	Pasca Bayar	36,000	27,000	21,600
	Total	96,000	72,000	57,600
PDN Volume Based	Pra-Bayar	27,500,000	22,000,000	16,500,000
	Pasca Bayar	25,000,000	20,000,000	15,000,000
	Total	52,500,000	42,000,000	31,500,000

Paket/Tahun		Zone 1	Zone 2	Zone 3	
Unlimited 256 Kbps	Pra-Bayar	Harian	1.032.000	852000	700000
		Mingguan	887.500	700000	665000
		Bulanan	774.000	639000	504000
	Pasca Bayar	Harian	1.032.000	852000	700000
		Mingguan	781.000	616000	585200
		Bulanan	688.000	568000	448000
Unlimited 512 Kbps	Pra-Bayar	Harian	1.548.000	1278000	1050000
		Mingguan	1.420.000	1120000	1064000
		Bulanan	1.290.000	1065000	840000
	Pasca Bayar	Harian	1.548.000	1278000	1050000
		Mingguan	1.349.000	1064000	1010800
		Bulanan	1.204.000	994000	784000
Unlimited 3.1 Mbps	Pra-Bayar	Harian	2.580.000	2130000	1750000
		Mingguan	2.130.000	1680000	1596000
		Bulanan	1.720.000	1420000	1120000
	Pasca Bayar	Harian	2.580.000	2130000	1750000
		Mingguan	2.059.000	1624000	1542800
		Bulanan	1.634.000	1349000	1064000

Lampiran 4 : Presentase Pelanggan Terhadap Layanan

Presentase penggunaan layanan Zone 1

Layanan	Zone 1
PDN Time Based	1.00%
PDN Volume Based	3.00%
Unlimited	96.00%
TOTAL	100.00%

Layanan		Tipe Paket		Zone 1	Zone 2	Zone 3
Time Based	Pra-Bayar			0.70%	0.70%	0.70%
	Pasca Bayar			0.30%	0.30%	0.30%
	TOTAL			1.00%	1.00%	1.00%
Volume Based	Pra-Bayar			2.10%	2.10%	2.10%
	Pasca Bayar			0.90%	0.90%	0.90%
	TOTAL			3.00%	3.00%	3.00%
Unlimited	256Kbps	Pra-Bayar	Harian	6.07%	13.07%	17.03%
			Mingguan	6.07%	13.07%	17.03%
			Bulanan	6.07%	13.07%	17.03%
			Total	18.20%	39.20%	51.10%
	256Kbps	Pasca Bayar	Harian	2.60%	5.60%	7.30%
			Mingguan	2.60%	5.60%	7.30%
			Bulanan	2.60%	5.60%	7.30%
			Total	7.80%	16.80%	21.90%
	512Kbps	Pra-Bayar	Harian	14.00%	8.17%	4.67%
			Mingguan	14.00%	8.17%	4.67%
			Bulanan	14.00%	8.17%	4.67%
			Total	42.00%	24.50%	14.00%
	512Kbps	Pasca Bayar	Harian	6.00%	3.50%	2.00%
			Mingguan	6.00%	3.50%	2.00%
			Bulanan	6.00%	3.50%	2.00%
			Total	18.00%	10.50%	6.00%
	3.1Mbps	Pra-Bayar	Harian	2.33%	1.17%	0.70%
			Mingguan	2.33%	1.17%	0.70%
			Bulanan	2.33%	1.17%	0.70%
			Total	7.00%	3.50%	2.10%
	3.1Mbps	Pasca Bayar	Harian	1.00%	0.50%	0.30%
			Mingguan	1.00%	0.50%	0.30%
			Bulanan	1.00%	0.50%	0.30%
			Total	3.00%	1.50%	0.90%
Total Pra-Bayar				67.20%	67.20%	67.20%
Total Pasca Bayar				28.80%	28.80%	28.80%
TOTAL				96.00%	96.00%	96.00%

Lampiran 5 : Jumlah Pelanggan Tiap Layanan

Jumlah Pelanggan Tiap Paket Layanan Zona 1

Layanan	Typo Paket		2011	2012	2013	2014	2015
Time Based	Pra-Bayar		41	109	248	275	346
	Pasca Bayar		17	47	106	118	148
	TOTAL		58	155	355	393	495
Volume Based	Pra-Bayar		122	326	745	824	1,039
	Pasca Bayar		52	140	319	353	445
	TOTAL		174	466	1,064	1,178	1,485
Unlimited	PRA-BAYAR						
	256Kbps	Harian	352	942	2,152	2,382	3,002
		Mingguan	352	942	2,152	2,382	3,002
		Bulanan	352	942	2,152	2,382	3,002
		Total	1,057	2,826	6,455	7,145	9,006
	512Kbps	Harian	813	2,174	4,966	5,496	6,928
		Mingguan	813	2,174	4,966	5,496	6,928
		Bulanan	813	2,174	4,966	5,496	6,928
		Total	2,439	6,521	14,897	16,489	20,784
	3.1Mbps	Harian	136	362	828	916	1,155
		Mingguan	136	362	828	916	1,155
		Bulanan	136	362	828	916	1,155
		Total	407	1,087	2,483	2,748	3,464
	Total Pra-Bayar		3,903	10,434	23,835	26,383	33,255
	PASCA BAYAR						
	256Kbps	Harian	151	404	922	1,021	1,287
		Mingguan	151	404	922	1,021	1,287
		Bulanan	151	404	922	1,021	1,287
		Total	453	1,211	2,767	3,062	3,860
	512Kbps	Harian	348	932	2,128	2,356	2,969
		Mingguan	348	932	2,128	2,356	2,969
		Bulanan	348	932	2,128	2,356	2,969
		Total	1,045	2,795	6,384	7,067	8,907
3.1Mbps	Harian	58	155	355	393	495	
	Mingguan	58	155	355	393	495	
	Bulanan	58	155	355	393	495	
	Total	174	466	1,064	1,178	1,485	
Total Pasca Bayar		1,673	4,472	10,215	11,307	14,252	
TOTAL		5,576	14,906	34,050	37,690	47,507	

Lampiran 5 : Jumlah Pelanggan Tiap Layanan (lanjutan)

Jumlah Pelanggan Tiap Paket Layanan Zona 2

Layanan	Type Paket	2011	2012	2013	2014	2015	
PDN Time Based	Pra-Bayar	488	960	1,866	3,091	4,233	
	Pasca Bayar	209	411	800	1,325	1,814	
	TOTAL	697	1,371	2,666	4,416	6,047	
PDN Volume Based	Pra-Bayar	1,463	2,879	5,599	9,273	12,698	
	Pasca Bayar	627	1,234	2,399	3,974	5,442	
	TOTAL	2,091	4,113	7,998	13,247	18,140	
PDN Unlimited	PRA-BAYAR						
	256Kbps	Harian	9,106	17,913	34,835	57,697	79,010
		Mingguan	9,106	17,913	34,835	57,697	79,010
		Bulanan	9,106	17,913	34,835	57,697	79,010
		Total	27,317	53,738	104,506	173,092	237,029
	512Kbps	Harian	5,691	11,195	21,772	36,061	49,381
		Mingguan	5,691	11,195	21,772	36,061	49,381
		Bulanan	5,691	11,195	21,772	36,061	49,381
		Total	17,073	33,586	65,316	108,183	148,143
	3.1Mbps	Harian	813	1,599	3,110	5,152	7,054
		Mingguan	813	1,599	3,110	5,152	7,054
		Bulanan	813	1,599	3,110	5,152	7,054
		Total	4,878	9,596	18,662	30,909	42,327
	Total Pra-Bayar		46,828	92,122	179,153	296,730	406,336
	PASCA BAYAR						
	256Kbps	Harian	3,902	7,677	14,929	24,727	33,861
		Mingguan	3,902	7,677	14,929	24,727	33,861
		Bulanan	3,902	7,677	14,929	24,727	33,861
		Total	11,707	23,031	44,788	74,182	101,584
	512Kbps	Harian	2,439	4,798	9,331	15,455	21,163
		Mingguan	2,439	4,798	9,331	15,455	21,163
		Bulanan	2,439	4,798	9,331	15,455	21,163
		Total	7,317	14,394	27,993	46,364	63,490
	3.1Mbps	Harian	348	685	1,333	2,208	3,023
		Mingguan	348	685	1,333	2,208	3,023
		Bulanan	348	685	1,333	2,208	3,023
Total		1,045	2,056	3,999	6,623	9,070	
Total Pasca Bayar		20,069	39,481	76,780	127,170	174,144	
TOTAL		66,898	131,604	255,933	423,900	580,479	

Lampiran 5 : Jumlah Pelanggan Tiap Layanan (lanjutan)

Jumlah Pelanggan Tiap Paket Layanan Zona 3

Layanan	Tipe Paket	2011	2012	2013	2,014	2,015	
PDN Time Based	Pra-Bayar	78	157	266	334	401	
	Pasca Bayar	34	67	114	143	172	
	TOTAL	112	225	380	477	573	
PDN Volume Based	Pra-Bayar	235	472	799	1,001	1,204	
	Pasca Bayar	101	202	342	429	516	
	TOTAL	336	674	1,141	1,430	1,720	
PDN Unlimited	PRA-BAYAR						
	256Kbps	Harian	1,908	3,827	6,478	8,119	9,767
		Mingguan	1,908	3,827	6,478	8,119	9,767
		Bulanan	1,908	3,827	6,478	8,119	9,767
		Total	5,724	11,481	19,433	24,357	29,302
	512Kbps	Harian	523	1,048	1,775	2,224	2,676
		Mingguan	523	1,048	1,775	2,224	2,676
		Bulanan	523	1,048	1,775	2,224	2,676
		Total	1,568	3,145	5,324	6,673	8,028
	3.1Mbps	Harian	78	157	266	334	401
		Mingguan	78	157	266	334	401
		Bulanan	78	157	266	334	401
		Total	235	472	799	1,001	1,204
	Total Pra-Bayar		7,528	15,098	25,555	32,031	38,534
	PASCA BAYAR						
	256Kbps	Harian	818	1,640	2,776	3,480	4,186
		Mingguan	818	1,640	2,776	3,480	4,186
		Bulanan	818	1,640	2,776	3,480	4,186
		Total	2,453	4,920	8,328	10,439	12,558
	512Kbps	Harian	224	449	761	953	1,147
		Mingguan	224	449	761	953	1,147
		Bulanan	224	449	761	953	1,147
		Total	672	1,348	2,282	2,860	3,441
	3.1Mbps	Harian	34	67	114	143	172
		Mingguan	34	67	114	143	172
		Bulanan	34	67	114	143	172
		Total	101	202	342	429	516
Total Pasca Bayar		3,226	6,470	10,952	13,728	16,514	
TOTAL		10,754	21,568	36,508	45,758	55,048	

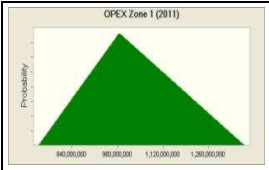
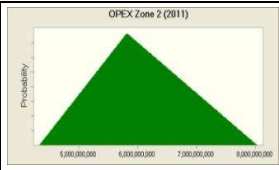
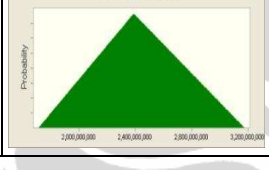
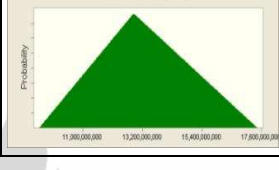
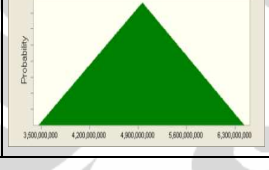
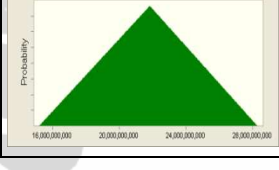
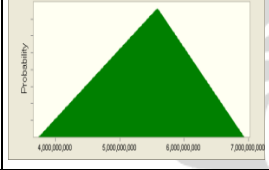
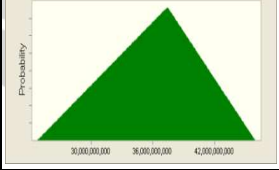

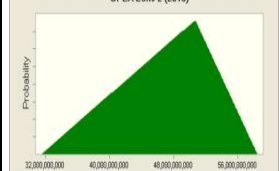
Lampiran 6 : Pembagian Zona

Zona	Kabupaten/Kota
Zona 1	Kota Surabaya
Zona 2	Kabupaten Bangkalan, Kabupaten Banyuwangi, Kabupaten Blitar, Kabupaten Bojonegoro, Kabupaten Bondowoso, Kabupaten Gresik, Kabupaten Jember, Kabupaten Jombang, Kabupaten Kediri, Kabupaten Lamongan, Kabupaten Lumajang, Kabupaten Madiun, Kabupaten Magetan, Kabupaten Malang, Kabupaten Mojokerto, Kabupaten Ngawi, Kabupaten Pacitan, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Sampang, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Situbondo, Kabupaten Sumenep, Kabupaten Trenggalek, Kabupaten Tuban, Kabupaten Tulungagung, Kota Batu, Kota Blitar, Kota Kediri, Kota Madiun, Kota Malang, Kota Mojokerto, Kota Pasuruan, Kota Probolinggo
Zona 3	Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Pamekasan, Kabupaten Ponorogo



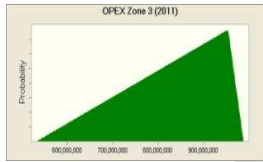
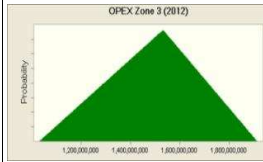
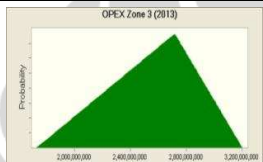
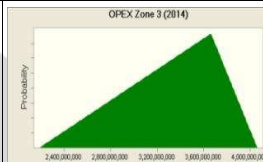

Lampiran 7 : Detail Asumsi OPEX

OPEX Zona 1 dan Zona 2

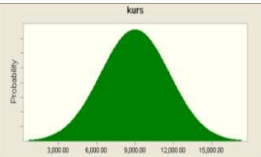
OPEX Zone 1 (2011)	OPEX Zone 2 (2011)
Triangular distribution with parameters:	Triangular distribution with parameters:
Minimum : 737,376,528 Likeliest : 985,239,457 Maximum : 1,369,413,552	Minimum : 4,325,687,746 Likeliest : 5,816,356,640 Maximum : 8,033,420,100
	
OPEX Zone 1 (2012)	OPEX Zone 2 (2012)
Triangular distribution with parameters:	Triangular distribution with parameters:
Minimum : 1,709,492,763 Likeliest : 2,386,980,596 Maximum : 3,174,772,275	Minimum : 9,387,180,196 Likeliest : 12,870,721,477 Maximum : 17,433,334,650
	
OPEX Zone 1 (2013)	OPEX Zone 2 (2013)
Triangular distribution with parameters:	Triangular distribution with parameters:
Minimum : 3,463,115,182 Likeliest : 4,961,366,084 Maximum : 6,431,499,624	Minimum : 15,204,348,919 Likeliest : 21,828,282,325 Maximum : 28,261,327,145
	
OPEX Zone 1 (2014)	OPEX Zone 2 (2014)
Triangular distribution with parameters:	Triangular distribution with parameters:
Minimum : 3,733,701,352 Likeliest : 5,584,152,035 Maximum : 6,937,837,204	Minimum : 24,740,089,898 Likeliest : 37,405,711,987 Maximum : 45,945,881,240
	
OPEX Zone 1 (2015)	OPEX Zone 2 (2015)
Triangular distribution with parameters:	Triangular distribution with parameters:
Minimum : 3,068,630,392 Likeliest : 5,021,042,924 Maximum : 5,698,885,014	Minimum : 31,442,356,183 Likeliest : 50,682,992,596 Maximum : 58,441,189,187
	

Lampiran 7 : Detail Asumsi OPEX (lanjutan)

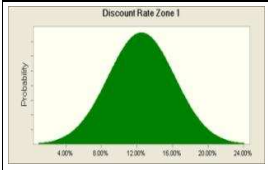

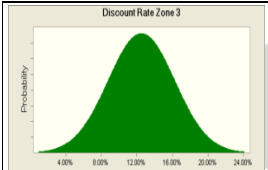
OPEX Zona 3

<p>OPEX Zone 3 (2011)</p> <p>Triangular distribution with parameters:</p> <p>Minimum : 531,906,398 Likeliest : 954,026,044 Maximum : 987,826,168</p> 	<p>OPEX Zone 3 (2012)</p> <p>Triangular distribution with parameters:</p> <p>Minimum : 1,029,583,624 Likeliest : 1,532,088,632 Maximum : 1,914,017,351</p> 
<p>OPEX Zone 3 (2013)</p> <p>Triangular distribution with parameters:</p> <p>Minimum : 1,724,823,969 Likeliest : 2,717,224,499 Maximum : 3,203,244,515</p> 	<p>OPEX Zone 3 (2014)</p> <p>Triangular distribution with parameters:</p> <p>Minimum : 2,186,167,990 Likeliest : 3,662,325,072 Maximum : 4,060,026,268</p> 
<p>OPEX Zone 3 (2015)</p> <p>Triangular distribution with parameters:</p> <p>Minimum : 2,607,073,603 Likeliest : 4,659,964,369 Maximum : 4,841,708,119</p> 	

Lampiran 8 : Detail Asumsi Nilai Tukar Dollar




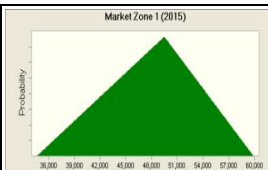
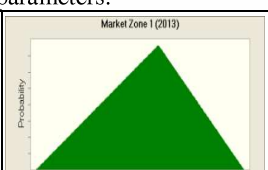
<p>Nilai Tukar Dollar</p>	
<p>Normal distribution with parameters:</p>	
<p>Mean : 9,000.00 Std. Dev. : 2,700.00</p>	

Lampiran 9 : Detail Asumsi Tingkat Diskon

Discount Rate Zone 1 Normal distribution with parameters: Mean : 12.50% Std. Dev. : 3.75%		Discount Rate Zone 2 Normal distribution with parameters: Mean : 12.50% Std. Dev. : 3.75%	
Discount Rate Zone 3 Normal distribution with parameters: Mean : 12.50% Std. Dev. : 3.75%			


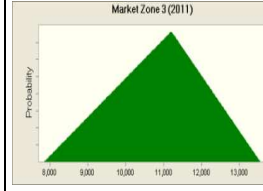

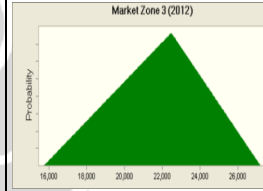



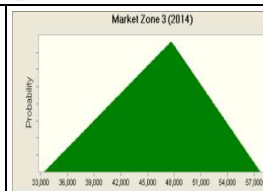

Lampiran 10 : Detail Asumsi Jumlah Pelanggan

Market Zone 1

MARKET Zone 1 (2011) Triangular distribution with parameters: Minimum : 4,066 Likeliest : 5,808 Maximum : 7,028		MARKET Zone 1 (2014) Triangular distribution with parameters: Minimum : 27,482 Likeliest : 39,260 Maximum : 47,505	
MARKET Zone 1 (2012) Triangular distribution with parameters: Minimum : 10,869 Likeliest : 15,527 Maximum : 18,788		MARKET Zone 1 (2015) Triangular distribution with parameters: Minimum : 34,640 Likeliest : 49,486 Maximum : 59,878	
MARKET Zone 1 (2013) Triangular distribution with parameters: Minimum : 24,828 Likeliest : 35,469 Maximum : 42,917			

Lampiran 10 : Detail Asumsi Jumlah Pelanggan (lanjutan)

Market Zone 2 & Zone 3

MARKET Zone 2 (2011)		MARKET Zone 3 (2011)	
Triangular distribution with parameters:		Triangular distribution with parameters:	
Minimum : 48,780 Likeliest : 69,685 Maximum : 84,319		Minimum : 7,841 Likeliest : 11,202 Maximum : 13,554	
MARKET Zone 2 (2012)		MARKET Zone 3 (2012)	
Triangular distribution with parameters:		Triangular distribution with parameters:	
Minimum : 95,961 Likeliest : 137,087 Maximum : 165,875		Minimum : 15,727 Likeliest : 22,467 Maximum : 27,185	
MARKET Zone 2 (2013)		MARKET Zone 3 (2013)	
Triangular distribution with parameters:		Triangular distribution with parameters:	
Minimum : 186,618 Likeliest : 266,597 Maximum : 322,582		Minimum : 26,620 Likeliest : 38,029 Maximum : 46,015	
MARKET Zone 2 (2014)		MARKET Zone 3 (2014)	
Triangular distribution with parameters:		Triangular distribution with parameters:	
Minimum : 309,093 Likeliest : 441,562 Maximum : 534,290		Minimum : 33,366 Likeliest : 47,665 Maximum : 57,675	
MARKET Zone 2 (2015)		MARKET Zone 3 (2015)	
Triangular distribution with parameters:		Triangular distribution with parameters:	
Minimum : 423,266 Likeliest : 604,666 Maximum : 731,646		Minimum : 40,139 Likeliest : 57,342 Maximum : 69,384	