

Analisis Tekno Ekonomi Perancangan Migrasi 2G/3G ke 4G (LTE)

Studi Kasus di Wilayah Bekasi

Harry Chrismanaria dan Kus Prayoga Kurniawan

Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana, Jakarta

Harry.chrismanaria@mercubuana.ac.id, kusprayoga@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan masyarakat akan informasi dan komunikasi terus berkembang pesat dari waktu ke waktu. Menyebabkan pihak penyedia jasa layanan telekomunikasi seluler dituntut untuk berkembang guna memenuhi keragaman kebutuhan konsumennya Area Kota Bekasi merupakan area dengan prospek akan penggunaan layanan data yang tinggi karena merupakan pusat bisnis, perkantoran, perumahan dan perbelanjaan, sehingga pada area tersebut sangat cocok untuk dibuat analisis perencanaan jaringan migrasi 2G/3G ke 4G LTE. Upaya peningkatan layanan yaitu dengan mengimplementasikan teknologi yang lebih handal dari segi kecepatan akses maupun kapasitas serta ekspansi jangkauan. Teknologi Long Term Evolution(LTE) dapat menjadi jawaban atas kebutuhan tersebut. Di penelitian ini dianalisa secara teknologi dan ekonomi terhadap implementasi LTE pada jaringan operator XYZ. Model analisa yang digunakan berdasarkan prinsip tekno ekonomi dengan menggunakan metoda capacity and coverage estimation untuk menentukan perancangan teknologi LTE dan metoda DCF untuk menganalisa secara ekonomi dan mengukur kelayakan biaya yang dikeluarkan untuk implementasi LTE tersebut. Ada 3 Skenario untuk simulasi teknoekonomi yaitu Pesimis, Moderat dan Optimis. Dari simulasi skenario yang dilakukan, diperoleh kesimpulan yaitu NPV terbesar diperoleh berdasarkan skenario pertama dengan revenue optimis dengan pencapaian NPV sebesar Rp. 235.743.544.721,24, IRR sebesar 6% , dan waktu balik modal pada tahun ke 4 dan bulan ke 6. Untuk skenario kedua dengan pencapaian NPV sebesar Rp. 65.217.367.323,14, IRR sebesar 10% , dan waktu balik modal pada tahun ke 3 dan bulan ke 6. , diperoleh bahwa kemungkinan nilai NPV akan tetap positif, sehingga dapat disimpulkan bahwa implementasi LTE di wilayah Bekasi adalah layak untuk diimplementasikan.

Kata Kunci: IRR, LTE, NVP, Tekno Ekonomi

Abstract

The community's need for information and communication continues to grow rapidly over time. Causing the providers of cellular telecommunication services are required to grow in order to meet the diversity of consumer needs Area Bekasi City is an area with the prospect of high data service usage because it is the center of business, office, housing and shopping, so that area is very suitable for made network planning analysis 2G / 3G migration to 4G LTE. Efforts to

improve services by implementing technology that is more reliable in terms of access speed and capacity and expansion range. Long Term Evolution (LTE) technology can be the answer to that need. In this study analyzed technologically and economically to the implementation of LTE on XYZ operator network. The analysis model used is based on economic techno principle by using the capacity and coverage estimation method to determine the design of LTE technology and DCF method to analyze economically and to measure the feasibility of expense for the implementation of LTE. There are 3 scenarios for technoeconomic simulation namely Pessimistic, Moderate and Optimistic. From the simulation scenarios performed, obtained the conclusion that the largest NPV obtained based on the first scenario with optimistic revenue with the achievement of NPV of Rp. 235.743.544.721,24, IRR of 6%, and return time on year 4 and month 6. For the second scenario with NPV achievement of Rp. 65.217.367.323,14, IRR of 10%, and return time on year 3 and month 6. It is found that the possibility of NPV value will remain positive, so it can be concluded that the implementation of LTE in Bekasi region is feasible to be implemented.

Keyword: IRR, LTE, NVP, Techno Economics

Received July 2016

Accepted for Publication January 2017

DOI: 10.22441/incomtech.v7i3.1175

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan masyarakat akan informasi dan komunikasi terus berkembang pesat dari waktu ke waktu. Menyebabkan pihak penyedia jasa layanan telekomunikasi seluler dituntut untuk berkembang guna memenuhi keragaman kebutuhan konsumennya. Salah satunya hal yang terlihat sangat berkembang adalah kebutuhan akan komunikasi paket data. Dimulai dari generasi ke dua yakni era GPRS, konsumen mulai dikenalkan dengan komunikasi paket data. Seiring dengan berkembangnya teknologi, mulai dari EDGE, UMTS, HSDPA, HSUPA, HSPA+, dimana akan terjadi trend perubahan kebutuhan konsumen dari komunikasi suara menjadi komunikasi data dengan kecepatan transfer yang semakin tinggi. [2]

Seiring dengan perkembangan tersebut, pengalaman dan kepuasan pengguna jasa telekomunikasi masih belum terpenuhi sesuai dengan yang diharapkan dikarenakan kecepatan dan layanan yang ada masih terbatas. Disamping itu jumlah pengguna layanan mobile data semakin meningkat sejak diluncurkannya teknologi 3G. Hal tersebut menjadi tantangan bagi operator untuk selalu dapat memenuhi harapan pelanggan agar penyelenggaraan bisnis dapat terus berlangsung. Maka dari itu para operator telekomunikasi berusaha mengimplementasikan jaringan akses broadband yang lebih handal sehingga mampu memenuhi kenaikan permintaan dan kepuasan pelanggan. LTE atau 4G yang merupakan standar 3GPP dapat menjadi jawaban atas tantangan tersebut.

Sebagai generasi keempat dari teknologi mobile broadband LTE menjadi salah satu pilihan teknologi yang dibutuhkan untuk melayani perkembangan

mobile broadband yang dapat mengakomodasi perkembangan kebutuhan kapasitas dan kualitas layanan mobile broadband yang andal untuk mendukung perkembangan layanan ke depan yang sangat membutuhkan bandwidth, seperti VoIP, video teleconference, dan aplikasi-aplikasi lainnya. Dalam uji coba jaringan ini menunjukkan kemampuan menyediakan kecepatan akses data yang signifikan, yaitu hingga 1 Gbps (down-link) dan 500 Mbps (up-link), jauh melampaui kecepatan akses data WiMAX pesaingnya yang hanya kisaran 500Mbps (down-link) dan 200Mbps (up-link), juga High Speed Packet Access Plus (HSPA+ 3GPP Release 7) yang kecepatan datanya pada kisaran 60-70Mbps saja, selain itu LTE juga bisa memanfaatkan existing technology dan infrastruktur yang telah ada saat ini

Alasan mendasar untuk transisi ke ALL- IP adalah memiliki sebuah platform umum untuk semua teknologi yang telah dikembangkan sejauh ini, dan dengan harapan dapat menyelaraskan pengguna dengan berbagai layanan yang diberikan. Perbedaan mendasar antara GSM/3G dan All- IP adalah bahwa fungsi RNC dan BSC Sekarang didistribusikan ke BTS dan satu set server dan gateway. Ini berarti bahwa jaringan ini akan transfer lebih murah dan data akan jauh lebih cepat [5] . Untuk mengetahui kelayakan implementasi jaringan dari 2G/3G ke 4G di area bekasi maka perlu dilakukan analisis tekno ekonomi perancangan jaringan dari 2G/3G ke 4G sehingga semua aspek teknis dan ekonomis agar dapat terealisasi.

Di penelitian ini akan dilakukan perancangan implementasi jaringan 4G pada operator jaringan telekomunikasi existing 2G/3G dengan metoda capacity dan coverage estimation. Kemudian dibuat analisis teknoekonomi dari implementasi teknologi 4G dengan menggunakan metoda DCF.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Techno-Economic Modelling

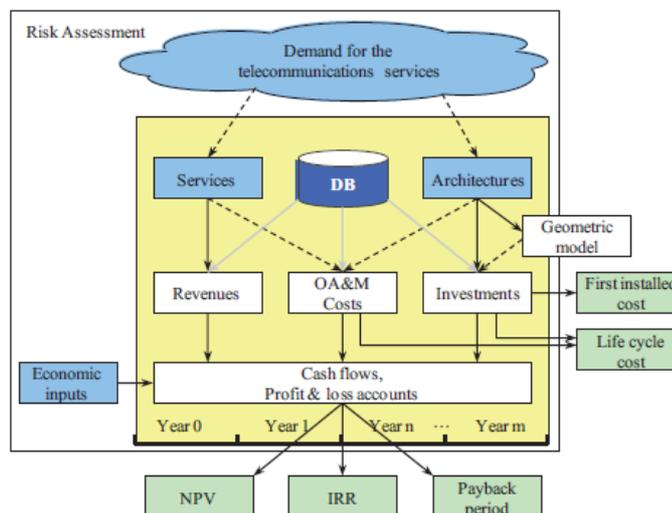
Permodelan Techno-ekonomi adalah metode yang digunakan untuk mengevaluasi kelayakan ekonomi dari sistem teknis yang kompleks. Sifat dari pemodelan dan analisis yang berorientasi pada masa depan dari suatu sistem yang memanfaatkan dan menggabungkan sejumlah metode dari bidang kompleks yang berorientasi pada masa depan suatu teknologi yang menganalisis termasuk dari biaya manfaat analisis, skenario, analisis kecenderungan, pendapat ahli, dan kuantitatif pemodelan. Meskipun metode dan kombinasi mereka telah banyak digunakan baik oleh akademisi dan praktisi, karya akademis di bawah istilah tekno-ekonomi (misalnya pemodelan, analisis, evaluasi, penilaian) terutama telah diterbitkan terkait dengan energi, bioteknologi, dan telekomunikasi (misalnya Olsen et al. 1996) industri, terutama oleh kelompok penelitian Eropa.

Dalam konteks telekomunikasi, istilah tekno-ekonomi diperkenalkan selama program penelitian Eropa (Penelitian Komunikasi Lanjutan untuk Eropa) di 1985-1995. Awal permodelan tekno-ekonomi dilakukan misalnya pada proyek 1.014 ATMOSFER (Graff et al. 1990), dan dalam proyek 1.044 RACE (misalnya Maggi & Polese 1993) di mana skenario alternatif dan strategi untuk evolusi menuju sistem broadband. Kemudian, RACE 2.087 TITAN (Alat untuk skenario Pendahuluan dan Techno-studi ekonomi untuk Access Network) proyek

mengembangkan metodologi dan alat untuk techno-ekonomi evaluasi layanan narrowband dan broadband baru dan jaringan akses (lihat misalnya Olsen et al. 1996, Ims 1998). Sejak akhir 1990-an, banyak proyek penelitian Eropa telah menggunakan dan memperpanjang metodologi dan alat dibuat dalam proyek awal.

Biasanya, techno-ekonomi model menggabungkan parameter terkait tingkat tinggi pasar dan layanan dan prakiraan bersama-sama dengan parameter biaya dan kinerja yang relevan terkait teknologi yang dibutuhkan untuk memberikan pelayanan kepada pelanggan (misalnya Lähteenoja et al. 1998). Berdasarkan biaya dan pendapatan dihitung, sejumlah indikator yang digunakan untuk menentukan profitabilitas dari skenario, termasuk misalnya payback period, net present value (NPV), dan internal rate of return (IRR). Sebuah kerangka pemodelan techno-ekonomi diikuti misalnya di TERA, TONIC, dan ekosistem proyek .Framework ditunjukkan pada Gambar 1.

Singkatnya, techno-ekonomi pemodelan mengacu pada satu set metode yang digunakan untuk mengevaluasi kelayakan ekonomi dari sistem teknis yang kompleks. Inti dari metode ini didasari oleh perkiraan permintaan di masa mendatang dari layanan yang diberikan oleh sistem teknis, pemodelan rinci dari sistem itu sendiri serta biaya yang dibutuhkan untuk mendirikan dan memelihara, dan diskon kas metode analisis arus menggabungkan semua pendapatan terkait dan biaya dan menghitung NPV dan output keuangan lainnya. Sejauh ini, techno-ekonomi pemodelan telah difokuskan terutama pada analisis teknologi baru dari sudut pandang aktor didirikan, secara implisit mengasumsikan juga arsitektur industri tradisional harus dipertahankan di masa depan. Hal ini berbeda dengan tujuan penelitian ini, yang bertujuan untuk memanfaatkan metode ini juga dalam menganalisis dan membandingkan kelayakan arsitektur industri alternatif [4].

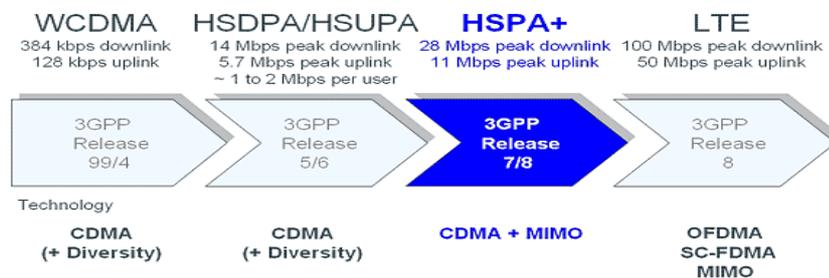


Gambar 1 FrameWork Model dan Analisis TechnoEconomic (Olsen, 1999).

2.2. Teknologi LTE

Long Term Evolution (LTE) adalah generasi teknologi telekomunikasi selular. Menurut standar, LTE memberikan kecepatan uplink hingga 50 megabit per detik (Mbps) dan kecepatan downlink hingga 100 Mbps. Tidak diragukan lagi, LTE

akan membawa banyak manfaat bagi jaringan selular. Perkembangan telekomunikasi menurut standar 3GPP terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Evolusi 3GPP [2]

Teknologi LTE Menggunakan OFDM-based pada suatu air interface yang sepenuhnya baru yang merupakan suatu langkah yang radikal dari 3GPP. Merupakan pendekatan evolusiner berdasar pada peningkatan advance dari WCDMA. Teknologi OFDM-based dapat mencapai data rates yang tinggi dengan implementasi yang lebih sederhana menyertakan biaya relatif lebih rendah dan efisiensi konsumsi energi pada perangkat kerasnya.

Data rates jaringan WCDMA dibatasi pada lebar saluran 5 MHz. LTE menerobos batasan lebar saluran dengan mengembangkan bandwidth yang mencapai 20 MHz. Sedangkan nilai capaian antenna pada bandwidth di bawah 10 MHz, HSPA+ dan LTE memiliki performa yang sama.

LTE menghilangkan keterbatasan WCDMA dengan mengembangkan teknologi OFDM yang memisah kanal 20 MHz ke dalam beberapa narrow sub kanal. Masing-Masing narrow sub kanal dapat mencapai kemampuan maksimumnya dan sesudah itu sub kanal mengkombinasikan untuk menghasilkan total data keluarannya.

LTE mendukung teknik MIMO untuk mengirimkan data pada sinyal path secara terpisah yang menduduki bandwidth RF yang sama pada waktu yang sama, sehingga dapat mendorong pada peningkatan data rates dan throughput. Sistem antenna MIMO merupakan metode pada suatu layanan broadband sistem wireless memiliki kapasitas lebih tinggi serta memiliki performa dan keandalan yang lebih baik. MIMO adalah salah satu contoh teknologi dengan kualitas yang baik dari LTE pada kecenderungan teknologi yang berkembang saat ini. Saat ini fokus adalah untuk menciptakan frekuensi yang dapat lebih efisien. Teknologi seperti MIMO dapat menghasilkan frekuensi yang efisien yaitu dengan mengirimkan informasi yang sama dari dua atau lebih pemancar terpisah kepada sejumlah penerima, sehingga mengurangi informasi yang hilang dibanding bila menggunakan system transmisi tunggal. Pendekatan lain yang akan dicapai pada system MIMO adalah teknologi beam forming yaitu mengurangi gangguan interferensi dengan cara mengarahkan radio links pada penggunaan secara spesifik.

Fleksibilitas di dalam penggunaan spektrum adalah suatu corak utama pada teknologi LTE, tidak hanya bersifat tahan terhadap interferensi antar sel tetapi juga penyebaran transmisi yang efisien pada spektrum yang tersedia. Hasilnya adalah peningkatan jumlah pengguna per sel bila dibandingkan dengan WCDMA.

LTE dirancang untuk mampu ditempatkan di berbagai band frekuensi dengan sedikit perubahan antarmuka radio. Juga dapat digunakan di bandwidth 1.4, 1.6, 3, 3.2, 5, 10, 15 dan 20 MHz. Tabel 1 dan 2 menunjukkan hasil peak spectral density untuk uplink dan downlink dan table the cell special efeciency dan cell edge user spectral efeciency yang dibutuhkan dalam lingkungan test ITU-R : [10]

Table 1 Peak spectral efficiencies

	Downlink		Uplink	
ITU-R requirement (bit/s/Hz)	15		6.75	
MIMO multiplexing	4-Layer	8-Layer	2-Layer	4-Layer
Peak spectral efficiency (bit/s/Hz)	16.3	30.6	8.4	16.8

Perencanaan jaringan seluler meliputi beberapa sudut pandang, yakni dari sudut pandang coverage, capacity dan dari segi finance sebagai pengendali keduanya [2]. Coverage planning merupakan langkah perencanaan jaringan dari spesifikasi alat dan parameter input jaringan secara teknik, diantaranya mempertimbangkan daya pancar, daya terima, path loss, sensitivitas alat, dan lain lain. Namun, untuk planning capacity mempunyai parameter input berupa trafik yang dibutuhkan oleh user misal, macam macam layanan jaringan, jumlah pengguna layanan, serta bandwidth yang dibutuhkan masing masing layanan[2].

Table 2 ITU test environment and requirements

(a) ITU test environment

Test environment	Indoor	Microcellular	Base coverage urban	High speed
Carrier frequency (GHz)	3.4	2.5	2.0	0.8
Cell layout	Rectangular (2-cell model)	Hexagonal, 19-cell site, 3 cells/site		
Inter-site distance (m)	60	200	500	1,732
Mobility speed (km/h)	3	3	30	120
Traffic model	Full-buffer model	Full-buffer model	Full-buffer model	Full-buffer model
System bandwidth (MHz)	20	10	10	10
Number of users (per cell)	10	10	10	10

(b) ITU requirements

Cell spectral efficiency (bit/s/Hz/cell)	Downlink	3.0	2.6	2.2	1.1
	Uplink	2.25	1.8	1.4	0.7
Cell edge user spectral efficiency (bit/s/Hz/cell/user)	Downlink	0.1	0.075	0.06	0.04
	Uplink	0.07	0.05	0.03	0.015

Parameter yang dipergunakan dalam perencanaan coverage area terdiri dari : parameter level daya rata rata, SINR rata rata, jumlah sel, serta luas area yang tercover di atas nilai threshold. Secara teoritis, luas area yang tercover oleh jaringan, dengan nilai level daya terima di atas nilai sensitivitas mobile station adalah minimal 75% dari total area. Sedangkan langkah perencanaan jaringan seluler LTE meliputi langkah berikut [2]:

1. Pendimensian jaringan
2. Perencanaan kapasitas dan cakupan

3. Pengoptimalan jaringan

2.3 Perhitungan Ekonomis

Dalam perhitungan ekonomis akan dihitung besarnya net present value (NPV), internal rate of return (IRR), pay back periodic (PBP), cost base (CB) dari hasil perhitungan jumlah keseluruhan BS dan SS.[2]

Analisa terhadap harga layanan untuk mengestimasi besar pendapatan (revenue) menggunakan data data pembanding dari layanan layanan eksisting yang sejenis seperti layanan internet dedicated, frame relay, layanan xdsl, dan jasa satelit. Harga rata rata layanan (average revenue per unit, ARPU) dari jasa jasa eksisting yang digunakan sebagai pembanding, sesuai dengan data data yang didapatkan.

Biaya membangun dan mengoperasikan jaringan broadband dapat dibagi menjadi modal belanja (CAPEX) dan pengeluaran operasional (OPEX). CAPEX termasuk investasi untuk infrastruktur jaringan dan perangkat, serta perangkat keras yang diperlukan untuk O&M, seperti sistem manajemen jaringan. OPEX termasuk biaya tenaga kerja dan biaya yang berasal dari mengoperasikan dan mengelola jaringan yang biasa disebut O&M termasuk surat –surat atau lisensi operasi, administrasi, pemeliharaan dan pengadaan. Menurut rekomendasi M.60 ITU :

- Operasi; termasuk sistem serta personil dan pelatihan yang dibutuhkan untuk menginstal dan memelihara elemen jaringan
- Administrasi; memastikan tingkat layanan setelah elemen jaringan telah membentuk layanan
- Pemeliharaan; termasuk melaksanakan pengukuran, pencegahan dan menemukan dan membetulkan kesalahan
- Penyediaan ; membuat tersedia layanan dengan menginstal dan pengaturan elemen jaringan

Net Present Value (NPV) dari suatu proyek investasi adalah ukuran yang paling menguntungkan keuntungan, dan mengarah ke keputusan investasi yang lebih baik daripada kriteria lainnya. NPV proyek dihitung sebagai perbedaan antara nilai dikonto dari pendapatan masa depan dan jumlah investasi awal. Aturan NPV menyatakan bahwa perusahaan harus berinvestasi dalam setiap proyek dengan NPV positif. Tingkat diskonto juga dikenal sebagai biaya peluang modal, merupakan keuntungan yang diharapkan yang dikorbankan dengan berinvestasi dalam proyek dari pada efek keuangan yang sebanding.[7]

Persamaanya dinyatakan sebagai berikut :

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{(\text{Pendapatan}-\text{Pengeluaran})}{(1+r)^t}$$

Dimana :
 r = diskon rate
 t = Tahun
 n = Periode Investasi (in years)

(1)

Karena memperhitungkan semua arus kas yang didiskontokan pada tingkat modal atau suku bunga yang ditentukan pasar, maka metode NPV juga dianggap memenuhi prinsip penambahan nilai. Jika nilai sekarang bersih positif, maka

suatu proyek atau investasi dinilai menguntungkan. Sebaliknya, apabila NPV bernilai negative, maka sebaiknya proyek tidak dijalankan karena tidak menguntungkan. Jika terdapat beberapa pilihan alternative proyek, maka dipilih investasi dengan NPV tertinggi.

Internal Rate of Return (IRR) proyek berkaitan erat dengan NPV. Bahkan, tingkat diskonto yang membuat NPV=0 juga merupakan IRR proyek. Aturan IRR menyatakan bahwa perusahaan harus menerima peluang investasi yang menawarkan IRR melebihi biaya peluang modal mereka. Meskipun sering digunakan di banyak perusahaan, IRR memiliki beberapa perangkap dan kekurangan dibandingkan dengan metoda NPV[7]. Rumusan IRR dinyatakan sebagai berikut :

$$CF_0 + \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+r)^i} = 0$$

$$C_{fo} + \frac{CF_1}{(1+r)^1} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \frac{CF_n}{(1+r)^n} = 0$$

r = IRR %
n = Periode Project

(2)

Pay Back Period (PBP) adalah jumlah tahun yang diperlukan yang diperlukan sebelum pendapatan kumulatif sama dengan investasi awal. Bila menggunakan aturan pengembalian dalam keputusan investasi, semua proyek yang membayar diri mereka kembali sebelum cut off didefinisikan dianggap menguntungkan. Aturan pengembalian memiliki beberapa kekurangan utama, termasuk fakta bahwa itu mengabaikan semua arus kas setelah tanggal cut off . selain itu, tidak mengambil nilai waktu dari uang ke rekening, tetapi memberikan bobot yang sama untuk semua arus kas sebelum tanggal cut off [7].

3. METODE PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian

Kegiatan penelitian yang dilakukan meliputi, pertama-tama tahap dan teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah melalui studi literatur yang dilakukan untuk mencari bahan-bahan referensi yang akan digunakan dalam penelitian ini. Dengan mencari buku-buku, jurnal-jurnal, laporan eksekutif, materi training, maupun melalui internet yang berkaitan dengan LTE dan analisa investasinya.

Kemudian dilanjutkan dengan tahap pemrosesan data, jumlah permintaan layanan broadband diperoleh dari data yang didapat yang mempresentasikan penduduk Bekasi, dan BTS yang diperlukan merupakan perhitungan berdasarkan total bandwidth yang dibutuhkan penduduk di Bekasi.

Dan terakhir adalah tahap analisa data, data hasil analisa perencanaan jaringan didapatkan jumlah kebutuhan perangkat BTS. Hasil kebutuhan tersebut dibuatkan CAPEX dan OPEX sebagai anggaran biaya. Pendapatan Operator XYZ, diperoleh dengan menggunakan dua parameter yaitu dari data banyaknya pelanggan dan ARPU yang diperoleh dari perhitungan pendapatan.

Analisa Investasi, dengan menggunakan pengeluaran yang berupa CAPEX dan OPEX, kemudian akan di bandingkan dengan pendapatan Operator XYZ, maka akan dianalisa menggunakan metode payback period, internal rate of return dan net present value untuk mengetahui apakah investasi tersebut layak dilakukan.

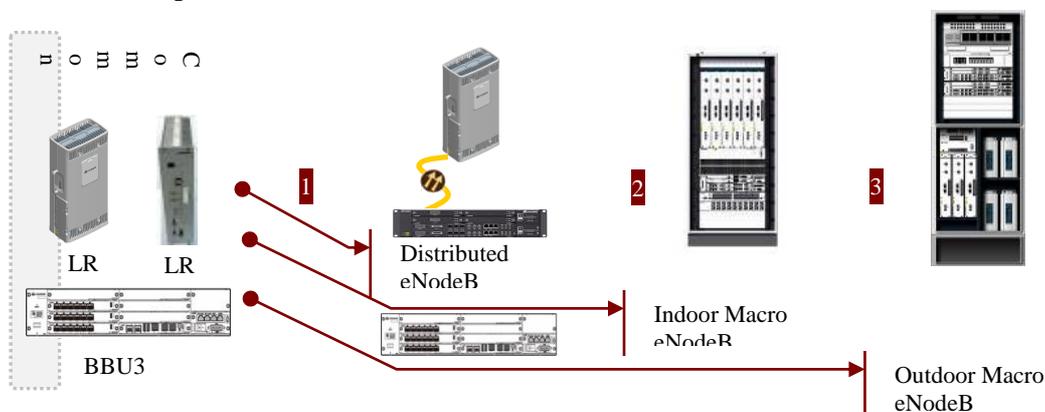
3.2. Co-existence LTE dengan jaringan 3G UMTS

Operator selular membutuhkan suatu skema peningkatan kapasitas dan kualitas jaringan agar dapat terus memenuhi kebutuhan pelanggan dan memenangkan kompetisi pasar. Pada penelitian ini Operator Selular existing menggunakan skema implementasi LTE secara co-existence dengan perangkat 3G UMTS dan saling interoperability. Pada skema ini, operator diuntungkan dengan adanya pemanfaatana jaringan 3G existing. Sehingga dari segi kapasitas dan kualitas dapat terjaga dan dapat mengurangi biaya pengeluaran. Diperlukan beberapa upgrade baik software maupun hardware untuk jaringan 3G UMTS agar dapat melakukan interoperability dengan jaringan LTE, yaitu:

1. Upgrade software/hardware di RNC agar dapat support interface S12.
2. Upgrade software/hardware di SGSN agar support S3/S4 interface.
3. Di sisi user, perangkat mobile harus support untuk jaringan LTE dan 3G

Implementasi jaringan LTE dilakukan secara sharing/co-existence dengan jaringan 3G UMTS. Hal tersebut dilakukan sebagai strategi untuk menurunkan biaya CAPEX / OPEX yang dikeluarkan operator. Dalam penelitian ini digunakan skema co-site BTS solution dengan band frekuensi yang beda dengan band frekuensi 3G UMTS existing dimana Co-existence site dengan memisahkan feeder dan antena. Pada penelitian ini perangkat eNode B menggunakan Huawei DBS 3900. Perangkat ini termasuk perangkat single RAN dalam 1 perangkat terdapat mampu 3 sistem yaitu 2G, 3G dan 4G. Berikut keunggulan dari perangkat tersebut [12] :

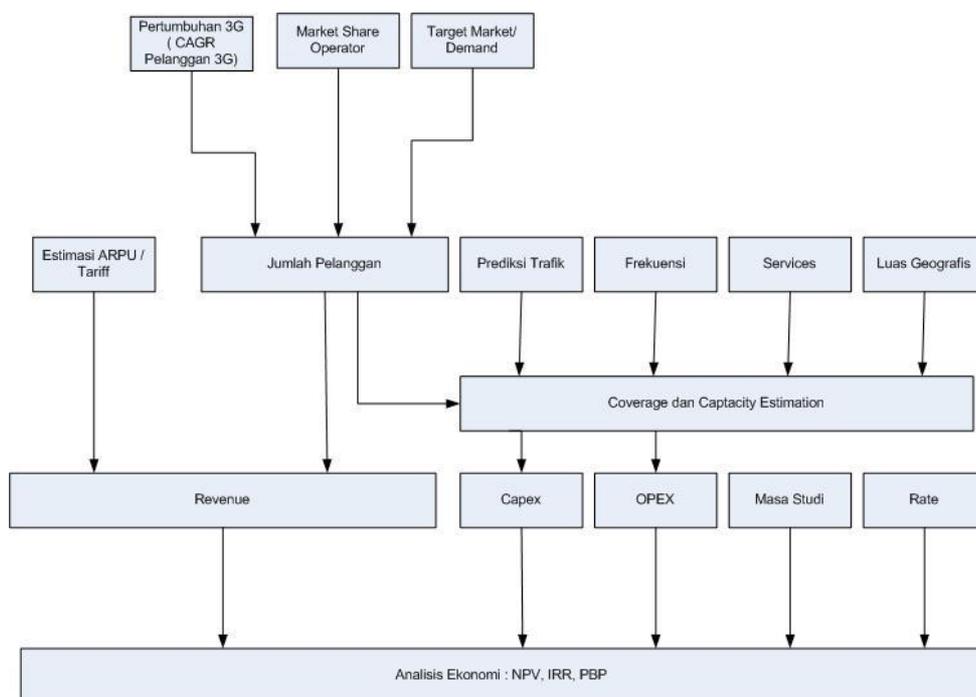
1. Kapasitas Besar dan Throughput Tinggi
2. Mudah untuk Upgrade Sistem
3. Cakupan luas
4. Co-Site 2G dan Jaringan 3G dan Smooth Evolusi
5. Mudah Instalasi dan Tabungan CAPEX untuk Operator
6. Dukungan Bandwidth Fleksibel
7. End-to-End QoS Kemampuan Provisioning
8. Beberapa Solusi Sinkronisasi



Gambar 3 Sistem Arsitektur Pada DBS 3900 [12]

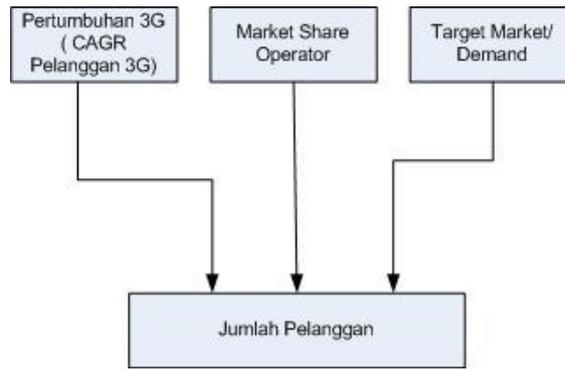
3.3. Model Tekno-ekonomi

Model Tekno ekonomi pada penelitian ini, merujuk dari framework pada Bab II yang membahas tekno ekonomi. Untuk demand for telecommunication, terdapat pada jumlah pelanggan yang nantinya sebagai pengguna dari LTE tersebut dengan parameter parameter diantaranya market share, CAGR sebagai parameter market size dan target market. Dari parameter diatas didapat perkiraan jumlah pelanggan yang akan berpengaruh pada perkiraan trafik per pengguna LTE. Untuk Arcitecture pada frame work tekno ekonomi, pada Model ini terdapat frekuensi, estimasi capacity dan coverage dan luas geografis akan mendapatkan arsitektur dari LTE itu sendiri yaitu dimensioning jaringan. Dimensioning jaringan ini akan menjadi parameter jumlah e Node B yang akan digelar oleh operator XYZ. Setelah didapat jumlah eNode B yang akan digelar dibutuhkan investasi yang disebut CAPEX dan Operation dan maintenance yang disebut OPEX. Untuk jumlah revenue didapat dari tariff per pelanggan dikalikan dengan perkiraan jumlah pelanggan pengguna LTE.



Gambar 4 Model Tekno Ekonomi

Prediksi pasar atau demand forecasting menjadi hal yang sangat penting dalam perencanaan strategi dan implementasi suatu teknologi. Hal tersebut menjadi penentu seberapa banyak peralatan yang dibutuhkan untuk penggelaran teknologi yang berdampak ke faktor biaya yang meliputi CAPEX dan OPEX. Keluaran prediksi tersebut berupa prediksi jumlah pelanggan. Di sini dilakukan prediksi pasar dengan diagram di gambar 5.



Gambar 5 Model Prediksi Pasar

Untuk menghitung ritme pertumbuhan pengguna 4G, dipakai indicator Compounded Annual Growth Rate (CAGR), yaitu dengan menggunakan data history pertumbuhana pengguna 3G dari pertama kali diluncurkan yaitu pada tahun 2006 sampai dengan 2011. Formula untuk menghitung CAGR adalah persamaan:

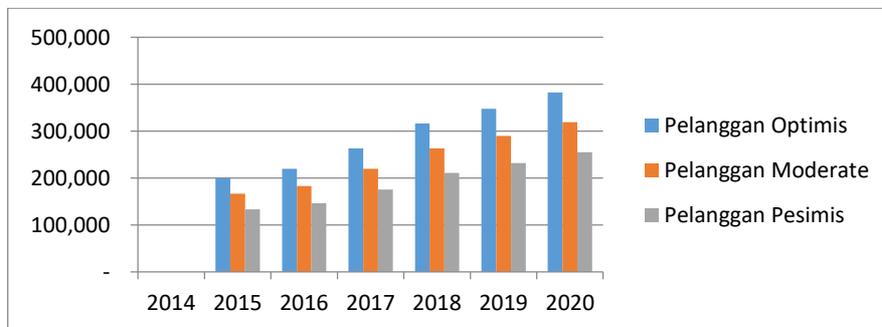
$$CAGR(t_0, t_n) = (V(t_n)/V(t_0))^{\frac{1}{t_n-t_0}} - 1 \tag{3}$$

Dengan nilai $V(t_n)$ = adalah jumlah pelanggan 3G pada tahun n ($n=6$) untuk kasus ini.

Data populasi yang digunakan diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Bekasi provinsi Jawa Barat. Prediksi jumlah penduduk sampai dengan tahun 2019 potensial adalah jumlah penduduk potensial yang yang akan mengadopsi yang diambil dari penduduk dengan usia (15-54 tahun). Laju pertumbuhan tetap dengan acuan tahun 2009 dan tahun 2010. Dimana dalam prosentasi peningkatan laju pertumbuhan di Kota Bekasi sebesar 0.36%.

Jumlah pelanggan diperoleh dengan cara mengalikan keempat faktor penentu yang sudah dijelaskan sebelumnya sehingga akan diperoleh prediksi jumlah pelanggan setiap tahun. Jumlah pelanggan yang dimaksud merupakan jumlah orang atau user yang dapat memberikan ARPU kepada operator.

Jumlah Pelanggan dibagi menjadi 3 yaitu jumlah pelanggan optimis dengan nilai 120%, jumlah pelanggan moderat dengan nilai 100%, dan jumlah pelanggan pesimis dengan nilai 80%, seperti ditunjukkan di gambar 6.



Gambar 6 Prediksi pelanggan LTE

3.4. Perencanaan Teknologi LTE

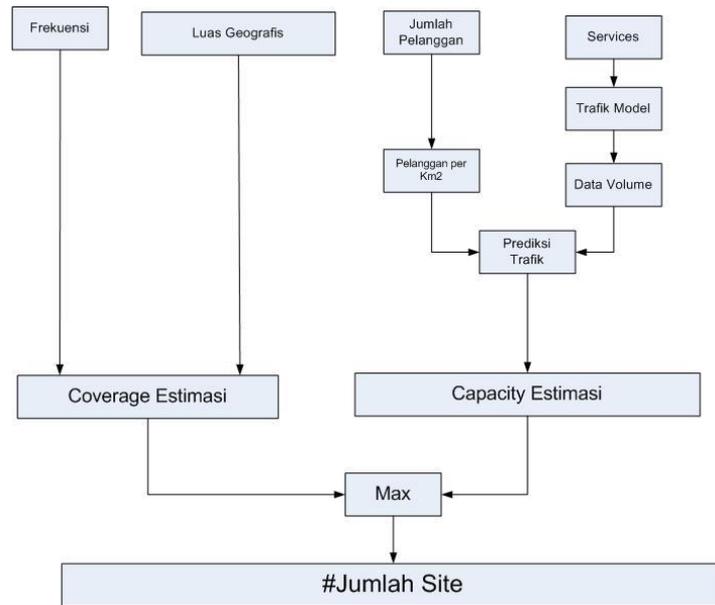
Dalam penelitian ini digunakan metoda capacity and coverage estimation untuk melakukan perencanaan dimensioning Teknologi LTE. Dari metoda tersebut akan diperoleh kapasitas dan jangkauan jaringan LTE yang kemudian dapat dijadikan acuan untuk memperoleh jumlah base station yang dibutuhkan untuk mampu menangani prediksi trafik dan luas geografis layanan.

Terkait dengan penggunaan frekuensi digunakan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika nomor 29/PER/M.KOMINFO/07/2009 tanggal 20 Juli 2009 tentang Alokasi spektrum frekuensi radio di Indonesia, berisi tabel alokasi frekuensi dan standard alokasi frekuensi yang akan digunakan untuk LTE maupun WIMAX. Berikut tabel potensi alokasi frekuensi yang dapat digunakan untuk LTE.

Untuk wilayah Asia dan Eropa, potensi alokasi frekuensi adalah di 2,6 GHz dan seperti yang sudah dilakukan oleh operator Telia Soneria yaitu mengimplementasikan LTE secara nationwide di pita frekuensi 2.6 GHz, maka atas pertimbangan tersebut dalam penelitian ini digunakan alokasi frekuensi 2.6 GHz atau disebut juga band 7 berdasarkan definisi band frekuensi untuk UTRA FDD oleh 3GPP.

Capacity and coverage estimation, digunakan untuk mengetahui jumlah base station/eNodeB yang dibutuhkan untuk mampu menangani trafik dan wilayah cakupan area yang ada. Untuk mengetahui luas cakupan suatu eNB diperlukan perhitungan Link Budget. Perhitungan Link Budget diperlukan untuk menentukan redaman maksimum dari propagasi gelombang radio yang masih diijinkan agar eNodeB dan UE masih dapat berkomunikasi dengan baik pada daerah cakupan atau disebut juga Maximum Allowable Pathloss. Sehingga bisa didapatkan secara pendekatan jari-jari maksimal sel atau luas sel yang digunakan.

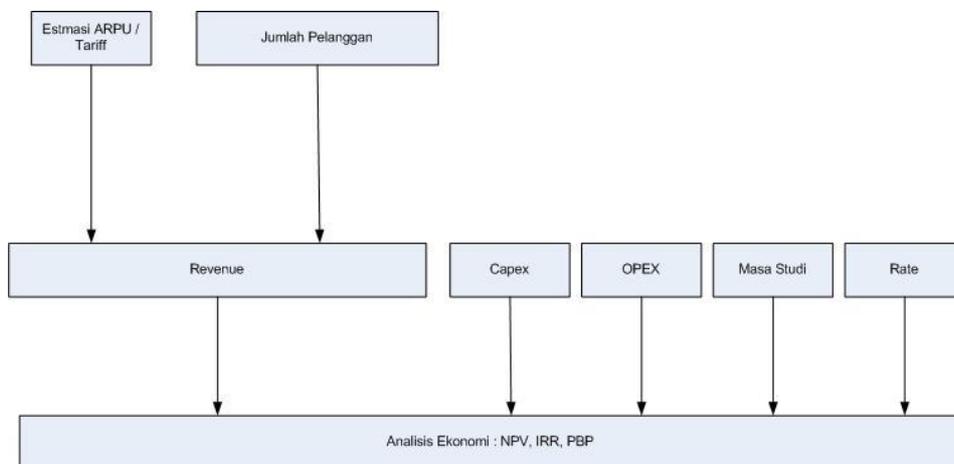
Dimensioning jaringan dilakukan dengan melakukan optimasi di sisi kapasitas dan jangkauan berdasarkan hasil yang diperoleh dari keempat faktor sesuai blok diagram di atas. Keluaran yang diperoleh berupa jumlah kebutuhan peralatan yang akan diimplementasikan. Gambar 7 menampilkan prosedur perhitungan dan dimensioning jaringan berdasarkan coverage dan capacity.



Gambar 7 Proses coverage dan capacity estimation

3.4. Perhitungan Ekonomi

Perhitungan ekonomi dilakukan dengan menggunakan metode Discounted Cash Flow (DCF) dengan blok diagram yang ditunjukkan di gambar 8.



Gambar 8 Perhitungan Ekonomi dengan Metoda DCF

Revenue atau pendapatan diperoleh berdasarkan asumsi ARPU yang berhubungan dengan jumlah pelanggan. ARPU diperoleh berdasarkan tarif yang diberlakukan ke pelanggan sehingga akan diperoleh revenue tahunan. Tarif diklasifikasikan menjadi 2 yaitu tarif super dan tarif regular dengan asumsi 50% dari total pelanggan menggunakan tarif super dan 50% lainnya menggunakan tarif regular.

Capital Expenditure (CAPEX) merupakan alokasi biaya perangkat yang akan diimplementasikan. Biaya perangkat meliputi perangkat EUTRAN / eNB, EPC, cost instalasi, dan Backhaul upgrade. Sedangkan Operational Expenditure (OPEX) merupakan alokasi biaya operasi dan perawatan jaringan LTE. Secara garis besar, biaya OPEX meliputi biaya personal, O&M, Marketing dan Administrasi. Pengambilan besaran OPEX ini berdasarkan asumsi.

Umur ekonomi perangkat yang digunakan selama 6 tahun dimulai dari tahun 0 yaitu tahun 2014 sehingga di tahun 2015 sudah komersial dan berakhir tahun 2020. Suku bunga yang digunakan disini sebesar 6%, didasarkan pada suku bunga rata rata pada bank sekitar 6%. Analisis Ekonomi dengan menggunakan metoda DCF yaitu dengan pengamatan parameter NPV, IRR dan PBP. Sehingga diperoleh nilai kelayakan implementasi jaringan LTE. Dari hasil yang diperoleh dilakukan analisa sensitivitas dan resiko dari berbagai parameter untuk mendapatkan beberapa kondisi sehingga diketahui nilai batas atas dan batas bawah kelayakan.

4. HASIL DAN ANALISIS

4.1. Analisa Teknologi

Besaran teknis penting yang menjadi masukan di penelitian ini adalah berapa besar path loss yang diizinkan. Dari data-data radio, pemancar, penerima, frekuensi yang digunakan dipakai nilai maximum allowable path loss (MAPL) seperti diberikan di table 3.

Tabel 3 MAPL LTE (dalam dB)

	Downlik	Uplink
Bekasi	157.474	101.174

Dari data MAPL ini, kemudian akan dilakukan perhitungan jangkauan sel yang mampu dijangkau oleh eNodeB menggunakan model Path Loss Cost-231 Hata. Dalam perhitungan, digunakan parameter tinggi UE adalah 1.5m, tinggi antena daerah urban adaah 30 m dengan asumsi semua daerah bekasi adalah urban. Hasil perhitungan coverage berupa jangkauan (jari-jari) sel dan luasnya untuk konfigurasi omnidireksional dan tri-sektoral ditunjukkan di table 4. Di table juga ditunjukkan kebutuhan total untuk seluruh Bekasi (dengan asumsi konfigurasi tri-sektor maksimal 30%)

Tabel 4 Jangkauan dan luas area sel

Coverage		Coverage (km ²)		Jumlah site
MAPL	154.474	Omni	2.228651908	174
d (m)	857.1738107	tri sectoral	4.34587122	48
d (km)	0.857173811			

Perhitungan trafik diperlukan untuk memprediksi trafik yang akan membebani jaringan. Untuk itu dibedakan antara subscriber dan subscriber density. Subscriber adalah jumlah estimasi user LTE pada tahun X. Untuk melakukan estimasi kepadatan trafik total layanan LTE menggunakan Offered Bit Quantity (OBQ). OBQ adalah total bit throughput per km² pada jam sibuk. Pada dasarnya untuk setiap layanan LTE, OBQ selama jam sibuk untuk suatu area tertentu dihitung user durasi panggilan efektif, Busy Hour Call Attempt (BHCA) dan bandwidth dari layanan.

❖ VoIP

$$OBQ_T = c_T \times C_{u;T} \times p_T \times Rb_{VoIP} \times B_T \times h_T$$

❖ FTP

$$OBQ_T = c_T \times C_{u;T} \times p_T \times Rb_{FTP} \times B_T \times h_T$$

❖ Video

$$OBQ_T = c_T \times C_{u;T} \times p_T \times Rb_{Vid} \times B_T \times h_T$$

Dengan

c : User Distribution

C : User density

p : Penetrasi User

Rb : Bit Rate Service (VoIP, FTP dan Video) [bps]

B : BHCA (Busy Hour Call Attempt)

h : Call Duration (Hour)

Dengan menggunakan perhitungan trafik, table 5 mengelompokan berdasarkan aplikasi dan asumsi distribusi penggunaan layanan yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 5 Bit rate layanan

SERVICE	Bit Rate
VoIP	64000
FTP	1000000
Video	384000

Dan dengan berbagai asumsi yang ditampilkan di table 6

Tabel 6 Asumsi OBQ

Net User Bit Rate (Rb)		User penetration (p)			Call Duration (h)			BHCA (B)		
SERVICE	Bit Rate	Building	Vehicular	Pedestrian	Building	Vehicular	Pedestrian	Building	Vehicular	Pedestrian
VoIP	64000	0,5	0,2	0,5	60	60	60	0,008	0,008	0,009
Data	1000000	0,4	0,2	0,3	50	70	80	0,009	0,008	0,008
Video	384000	0,3	0,3	0,4	40	50	40	0,007	0,008	0,008

Dengan asumsi ini maka bisa diprediksi jumlah distribusi pengguna di setiap lokasi (building, vehicular dan pedestrian). Prediksi ini diberikan dari tahun 2014 sampai 2020 untuk tiga scenario: optimis, moderat dan pesimis.

Tabel 6 Prediksi pengguna dan distribusinya

Skenario	Tahun	Total User	Density	User Distribution		
				Building	Vehicular	Pedestrian
Optimis	2014	-	-	-	-	-
	2015	199.469	947,64	473,82	284,29	189,53
	2016	219.416	1.042,40	521,20	312,72	208,48
	2017	263.299	1.250,89	625,44	375,27	250,18
	2018	315.959	1.501,06	750,53	450,32	300,21
	2019	347.554	1.651,17	825,58	495,35	330,23
Moderate	2014	-	-	-	-	-
	2015	166.224	789,70	394,85	236,91	157,94
	2016	182.846	868,67	434,34	260,60	173,73
	2017	219.416	1.042,40	521,20	312,72	208,48
	2018	263.299	1.250,89	625,44	375,27	250,18
	2019	289.629	1.375,97	687,99	412,79	275,19
Pesimis	2014	-	-	-	-	-
	2015	132.979	631,76	315,88	189,53	126,35
	2016	146.277	694,94	347,47	208,48	138,99
	2017	175.533	833,92	416,96	250,18	166,78
	2018	210.639	1.000,71	500,35	300,21	200,14
	2019	231.703	1.100,78	550,39	330,23	220,16
2020	254.873	1.210,86	605,43	363,26	242,17	

Dapat dilihat dari tabel 6 dengan bertambahnya user pada setiap tahunnya nilai density atau kerapatan per km akan semakin bertambah. Nantinya akan berpengaruh terhadap banyaknya eNode B yang akan digelar.

Kemudian setelah mendapatkan user density dan user distribution, akan dihitung OBQ untuk mendapatkan bitrate per km². Bitrate didapatkan dari beberapa asumsi dan bitrate dari VoIP, Data dan Video. Sehingga dari perhitungan OBQ didapatkan luas area coverage dan jumlah dari eNode B. Tabel 7 menampilkan jumlah eNodeB.

Tabel 7 Prediksi Coverage dan jumlah eNodeB

Skenario	Tahun	Total User	Site (L)	Radius r	Jmlh eNode B
Optimis	2014	-	-	0	-
	2015	199.469	0,74	0,38087	286
	2016	219.416	0,67	0,36314	315
	2017	263.299	0,56	0,3315	378
	2018	315.959	0,46	0,30262	453
	2019	347.554	0,42	0,28854	499
Moderate	2014	-	-	0	-
	2015	166.224	0,88	0,41722	239
	2016	182.846	0,80	0,3978	262
	2017	219.416	0,67	0,36314	315
	2018	263.299	0,56	0,3315	378
	2019	289.629	0,51	0,31608	416
Pesimis	2014	-	-	0	-
	2015	132.979	1,10	0,46647	191
	2016	146.277	1,00	0,44476	210
	2017	175.533	0,84	0,40601	252
	2018	210.639	0,70	0,37063	302
	2019	231.703	0,63	0,35338	332
2020	254.873	0,58	0,33694	366	

Pada tahun 2015 dibutuhkan 286 eNode B untuk mencover 227,616 kbps/ user untuk user building dan 533,07 kbps/user user Vehicular dan 258,432 Kbps dengan radius 1.31 km per eNode B. Sebagai perbandingan pada tahun 2019 untuk skenario pesimis dengan prediksi user 231.703 user dibutuhkan 332 eNode B untuk mencover jumlah user tersebut.

4.2. Komponen Biaya dan Revenu

Komponen biaya terdiri atas CAPEX dan OPEX yang diperoleh berdasarkan penyesuaian harga perangkat 3G UMTS. Hal tersebut dikarenakan teknologi LTE yang masih bersifat baru dan kapasitas yang lebih besar dibandingkan 3G UMTS. Tabel 8 menunjukkan daftar komponen biaya LTE dengan asumsi 1 USD 12500 RP.

Nilai OPEX diperoleh berdasarkan data historis operator XYZ. Sehingga digunakan perbandingan harga OPEX terhadap CAPEX yang akan diinvestasikan.

Tabel 8 Harga perangkat (CAPEX) dan biaya operasional (OPEX)

CAPEX			USD		Rp12.500	
IMME	\$	1.200.000	\$	15.000.000.000		
S-GW/P GW	\$	260.000	\$	3.250.000.000		
eNode B	\$	51.000	\$	637.500.000		
LTE Charging/ Billing	\$	200.000	\$	2.500.000.000		
Support perangkat eNode B	\$	100.000	\$	1.250.000.000		
Lisensi spektrum	\$	100.000	\$	1.250.000.000		
Pra Instalasi	\$	600	\$	7.500.000		
Total	\$	1.911.600	\$	23.895.000.000		
Total 1 eNode B						
eNode B	\$	51.000	\$	637.500.000		
Support perangkat eNode B	\$	100.000	\$	1.250.000.000		
Pra Instalasi	\$	600	\$	7.500.000		
Total	\$	151.600	\$	1.895.000.000		
					OPEX	
					Biaya Pertahun	
					Operation and Maintenance	25%
					Administrasi	1%
					Asuransi	1%
					BHP	Rp 25.000.000
					Sewa Link	Rp 50.000.000

Revenue yang diperoleh berdasarkan Average Revenue per User (ARPU). Pada penelitian ini digunakan skema tarif flat untuk masing-masing jenis layanan. Dari nilai ARPU tersebut akan diperoleh total revenue yang diperoleh operator dari setiap jenis pelanggan per tahun, table 9 merupakan tabel tarif dengan skema flat.

Tabel 9 Skema Tarif

Tahun	Regular per tahun	Super per tahun	Regular per bulan	Super Per bulan
2015	Rp 1.800.000	Rp 3.000.000	Rp 150.000	Rp 250.000
2016	Rp 1.800.000	Rp 3.000.000	Rp 150.000	Rp 250.000
2017	Rp 1.800.000	Rp 3.000.000	Rp 150.000	Rp 250.000
2018	Rp 1.800.000	Rp 3.000.000	Rp 150.000	Rp 250.000
2019	Rp 1.200.000	Rp 2.400.000	Rp 100.000	Rp 200.000
2020	Rp 1.200.000	Rp 2.400.000	Rp 100.000	Rp 200.000

Tariff diatas mengacu pada tarif LTE atau 4G di Negara tetangga Indonesia yaitu singapore yang lebih dulu menerapkan LTE dan pada tahun 2017-2019 terdapat penurunan harga sebesar 20% untuk paket super dan 33% untuk paket regular .

Dengan tarif tersebut operator XYZ menerapkan sistem kuota, pada perhitungan di sini tidak menerapkan sistem kuota atau unlimited. Tabel 10

menunjukkan revenue berdasarkan ARPU. Terlihat bahwa revenue dengan jumlah pelanggan yang optimis sangat berpengaruh. Total revenue pada jumlah pelanggan optimis revenue menyentuh angka 3 Triliun jika di total antara revenue Residential dan Building. Sedangkan pada pelanggan moderate dan pesimis menyentuh 2 Triliun.

Tabel 10 Revenue LTE pelanggan optimis

Tahun	Revenue Optimis		Revenue Moderate		Revenue Pesimis	
	Paket Regular	Paket Super	Paket Regular	Paket Super	Paket Regular	Paket Super
2014	Rp -					
2015	Rp 179.521.898.558	Rp 299.203.164.264	Rp 149.601.582.132	Rp 249.335.970.220	Rp 119.681.265.706	Rp 199.468.776.176
2016	Rp 197.474.088.414	Rp 329.123.480.690	Rp 164.561.740.345	Rp 274.269.567.242	Rp 131.649.392.276	Rp 219.415.653.793
2017	Rp 236.968.906.097	Rp 394.948.176.828	Rp 197.474.088.414	Rp 329.123.480.690	Rp 157.979.270.731	Rp 263.298.784.552
2018	Rp 284.362.687.316	Rp 473.937.812.194	Rp 236.968.906.097	Rp 394.948.176.828	Rp 189.575.124.878	Rp 315.958.541.463
2019	Rp 208.532.637.365	Rp 417.065.274.731	Rp 173.777.197.804	Rp 347.554.395.609	Rp 139.021.758.244	Rp 278.043.516.487
2020	Rp 229.385.901.102	Rp 458.771.802.204	Rp 191.154.917.585	Rp 382.309.835.170	Rp 152.923.934.068	Rp 305.847.868.136
Total	Rp 1.336.246.118.853	Rp 2.373.049.710.910	Rp 1.113.538.432.377	Rp 1.977.541.425.758	Rp 890.830.745.902	Rp 1.582.033.140.607
Total Per	Rp 3.709.295.829.763		Rp 3.091.079.858.136		Rp 2.472.863.886.509	

4.3. Analisa Ekonomi

Di sini akan dibuat 2 skenario, yaitu yang dibedakan pada jumlah perangkat di tahun yang berbeda.

Pada skenario 1, investasi untuk pembelian perangkat eNode B jumlahnya disesuaikan sampai dengan jumlah eNode B pada tahun 2020, sehingga pengeluaran di tahun pertama atau tahun 2014 sebanyak 549 eNode B.

Total capex pada tahun 0 atau tahun 2014 yaitu sebesar 1.061.503.141.040 Rupiah untuk yang Optimis, 888.253.867.533 Rupiah untuk yang Moderate dan 715.004.594.026 Rupiah untuk yang Pesimis. Masing masing Skenario terjadi perbedaan dikarenakan jumlah eNode B pada masing masing skenario tersebut berberda. Nilai OPEX bergantung dari nilai total CAPEX. Nilai CAPEX bergantung dari banyaknya eNode B yang akan digelar pada masing masing skenario. Tabel 11 menampilkan OPEX untuk skenario 1.

Tabel 11 OPEX untuk skenario 1

eNode B	Optimis	Moderate	Pesimis
Biaya Pertahun			
Operation and Maintenance	Rp 265.375.785.260	Rp 222.063.466.883	Rp 178.751.148.507
Administrasi	Rp 10.615.031.410	Rp 8.882.538.675	Rp 7.150.045.940
Asuransi	Rp 10.615.031.410	Rp 8.882.538.675	Rp 7.150.045.940
BHP	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
Sewa Link	Rp 50.000.000	Rp 50.000.000	Rp 50.000.000
Total	Rp 286.680.848.081	Rp 239.903.544.234	Rp 193.126.240.387

Pada skenario 2, investasi untuk pembelian perangkat eNode B jumlahnya disesuaikan sampai dengan jumlah eNode B pada tahun 2019, sehingga pengeluaran di tahun pertama atau tahun 2014 sebanyak 378 eNode B dengan acuan jumlah eNode B pada tahun 2017 kemudian pada tahun ke 1 atau tahun

2014 sebanyak 121 eNode B dengan acuan jumlah eNode B pada tahun 2018 dan pada tahun ke 2 atau tahun 2015 ditambah menjadi 50 eNode B dan totalnya menjadi 549. Jadi pada skenario 2 ini eNode B tidak langsung berjumlah 549 namun bertahap sesuai kebutuhan sehingga biaya investasi tidak langsung besar di awal tapi bertahap.

Nilai OPEX per tahun adalah ditampilkan di table 12-14.

Tabel 12 OPEX untuk scenario 2 tahun 1

	OPEX 1 Optimis	OPEX 1 Moderate	OPEX 1 Pesimis
Biaya Pertahun			
Operation and Maintanance	Rp 184.478.397.218	Rp 154.648.976.848	Rp 124.819.556.478
Administrasi	Rp 7.379.135.889	Rp 6.185.959.074	Rp 4.992.782.259
Asuransi	Rp 7.379.135.889	Rp 6.185.959.074	Rp 4.992.782.259
BHP	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
Sewa Link	Rp 50.000.000	Rp 50.000.000	Rp 50.000.000
Total	Rp 199.311.668.995	Rp 167.095.894.996	Rp 134.880.120.997

Tabel 13 OPEX untuk scenario 2 tahun 2

	OPEX 2 Optimis	OPEX 2 Moderate	OPEX 2 Pesimis
Biaya Pertahun			
Operation and Maintanance	Rp 241.750.884.327	Rp 202.376.049.439	Rp 163.001.214.551
Administrasi	Rp 9.670.035.373	Rp 8.095.041.978	Rp 6.520.048.582
Asuransi	Rp 9.670.035.373	Rp 8.095.041.978	Rp 6.520.048.582
BHP	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
Sewa Link	Rp 50.000.000	Rp 50.000.000	Rp 50.000.000
Total	Rp 261.165.955.073	Rp 218.641.133.394	Rp 176.116.311.716

Tabel 14 OPEX untuk scenario 2 tahun 3

	OPEX 3 Optimis	OPEX 3 Moderate	OPEX 3 Pesimis
Biaya Pertahun			
Operation and Maintanance	Rp 265.375.785.260	Rp 222.063.466.883	Rp 178.751.148.507
Administrasi	Rp 10.615.031.410	Rp 8.882.538.675	Rp 7.150.045.940
Asuransi	Rp 10.615.031.410	Rp 8.882.538.675	Rp 7.150.045.940
BHP	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
Sewa Link	Rp 50.000.000	Rp 50.000.000	Rp 50.000.000
Total	Rp 286.680.848.081	Rp 239.903.544.234	Rp 193.126.240.387

Pada penelitian ini akan dibahas 2 buah skenario implementasi teknologi LTE. Dari kedua skenario tersebut akan dibahas secara ekonomi, sehingga operator dapat memilih salah satu dari skenario tersebut untuk diimplementasikan, dikarenakan secara ekonomi lebih menguntungkan.

Perbedaan dari segi investasi antara skenario 1 dan 2 yaitu pada skenario 1 investasi untuk menggelar eNode B langsung pada tahun 0 sampai 549 eNodeB untuk skenario optimis, 457 eNodeB untuk skenario moderate dan 366 eNodeB untuk skenario pesimis . Sedangkan pada skenario 2 dilakukan pemasangan eNode B secara bertahap sesuai yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya, yaitu pada tahun 2014 378 eNode B, pada tahun tahun 2015 121 eNode B dan pada tahun 2016 50 eNode B sehingga totalnya menjadi 549 eNodeB untuk skenario Optimis. Kemudian untuk skenario Moderate, pada tahun 2014 315 eNode B, pada tahun tahun 2015 101 eNode B dan pada tahun 2016 42 eNode B sehingga totalnya menjadi 457 eNode B. Dari segi investasi antara skenario 1 dan

skenario 2 akan berbeda dari perhitungan menggunakan NPV, IRR dan PBP. Tabel 15 menunjukkan ringkasan data yang didapatkan.

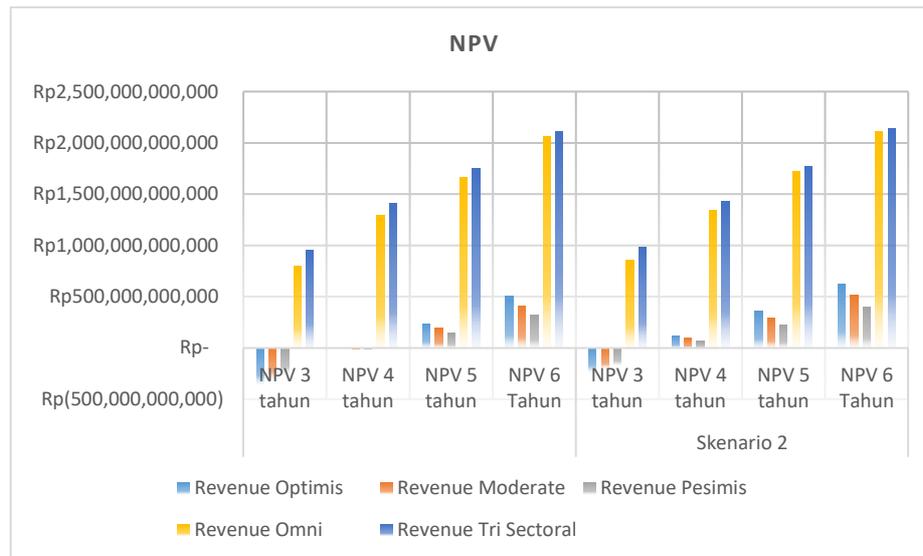
Tabel 15 Ringkasan perhitungan ekonomi

	Revenue Optimis			Revenue Moderate			Revenue Pesimis		
Skenario 1	NPV 3 tahun	Rp (355.601.250.906)	Rp (302.323.539.234)	Rp (249.045.827.562)					
	NPV 4 tahun	Rp (3.179.611.891)	Rp (9.388.218.573)	Rp (15.596.825.254)					
	NPV 5 tahun	Rp 235.743.544.721	Rp 189.007.451.072	Rp 142.271.357.422					
	NPV 6 Tahun	Rp 502.748.583.243	Rp 410.844.705.627	Rp 318.940.828.010					
	IRR 3 Tahun	-7%	-8%	-8%					
	IRR 4 Tahun	6%	6%	5%					
	IRR 5 Tahun	14%	13%	12%					
	IRR 6 Tahun	20%	18%	18%					
	PBP	4,64404649	4,654722098	4,671569385					
Skenario 2	NPV 3 tahun	Rp (234.379.962.040)	Rp (201.305.798.512)	Rp (168.231.634.984)					
	NPV 4 tahun	Rp 118.041.676.975	Rp 91.629.522.149	Rp 65.217.367.323					
	NPV 5 tahun	Rp 356.964.833.587	Rp 290.025.191.793	Rp 223.085.549.999					
	NPV 6 Tahun	Rp 623.969.872.109	Rp 511.862.446.348	Rp 399.755.020.588					
	IRR 3 Tahun	-17%	-18%	-20%					
	IRR 4 Tahun	13%	11%	10%					
	IRR 5 Tahun	26%	25%	18%					
	IRR 6 Tahun	33%	32%	30%					
	PBP	3,530291358	3,537165024	3,547913568					

Tabel 16 menampilkan revenue untuk konfigurasi omni dan tri-sektor.

Tabel 16 Revenue omni dan tri-sektor

	Revenue Optimis			Revenue Moderate			Revenue Pesimis			Revenue Omni		Revenue Tri Sectoral	
Skenario 1	NPV 3 tahun	Rp (355.601.250.906)	Rp (302.323.539.234)	Rp (249.045.827.562)	Rp 797.241.099.840	Rp 956.941.360.006							
	NPV 4 tahun	Rp (3.179.611.891)	Rp (9.388.218.573)	Rp (15.596.825.254)	Rp 1.292.864.846.398	Rp 1.406.298.230.769							
	NPV 5 tahun	Rp 235.743.544.721	Rp 189.007.451.072	Rp 142.271.357.422	Rp 1.666.884.330.881	Rp 1.752.261.400.509							
	NPV 6 Tahun	Rp 502.748.583.243	Rp 410.844.705.627	Rp 318.940.828.010	Rp 2.061.338.735.319	Rp 2.113.313.277.796							
	IRR 3 Tahun	-7%	-8%	-8%	105%	333%							
	IRR 4 Tahun	6%	6%	5%	117%	338%							
	IRR 5 Tahun	14%	13%	12%	120%	339%							
	IRR 6 Tahun	20%	18%	18%	122%	339%							
	PBP	4,64404649	4,654722098	4,671569385	1,931081655	0,615167262							
Skenario 2	NPV 3 tahun	Rp (234.379.962.040)	Rp (201.305.798.512)	Rp (168.231.634.984)	Rp 851.027.828.145	Rp 978.721.820.285							
	NPV 4 tahun	Rp 118.041.676.975	Rp 91.629.522.149	Rp 65.217.367.323	Rp 1.346.651.574.704	Rp 1.428.461.025.692							
	NPV 5 tahun	Rp 356.964.833.587	Rp 290.025.191.793	Rp 223.085.549.999	Rp 1.720.671.059.187	Rp 1.774.784.888.492							
	NPV 6 Tahun	Rp 623.969.872.109	Rp 511.862.446.348	Rp 399.755.020.588	Rp 2.115.125.463.625	Rp 2.136.177.042.252							
	IRR 3 Tahun	-17%	-18%	-20%	163%	590%							
	IRR 4 Tahun	13%	11%	10%	173%	592%							
	IRR 5 Tahun	26%	25%	18%	176%	592%							
	IRR 6 Tahun	33%	32%	30%	177%	592%							
	PBP	3,530291358	3,537165024	3,547913568	0,77555125	0,58348639							



Gambar 9 NPV

Dari table 16 dan gambar 9 menunjukkan dengan metoda coverage dengan skenario omni ataupun tri sectoral didapat angka yang positif dan pay back period yang relatif cepat, tetapi jika trafik penuh akan megakibatkan penurunan kualitas.

5. KESIMPULAN

Dengan menggunakan prediksi pelanggan dengan beberapa parameter yaitu dengan target market antara tahun 15-54 Tahun, market share dari operator XYZ, dan CAGR dengan menggunakan data history pelanggan 3G dari 2006-2011, diperoleh jumlah pelanggan optimis pada tahun pertama adalah sebesar 199.469 pelanggan dan pada akhir tahun ke 6 untuk pelanggan pesimis adalah sebesar 382.310 pelanggan.

Berdasarkan konfigurasi sistem yang dirancang, diperoleh data performansi sebagai berikut : MAPL di tepi sel pada arah uplink adalah sebesar 101.174 dB sedangkan untuk arah downlink adalah sebesar 157.474 dB.

Perkiraan kebutuhan trafik maksimum dengan menggunakan OBQ (Offered Bit Quantity) pada tahun 2020 dengan pelanggan optimis 591,05 Mbps, kecepatan per user 227,616 Kbps untuk user Building, 533,077 Kbps untuk user Vehicular dan 258,344 Kbps untuk user Pedestrian.

Dari perhitungan ekonomi, diperoleh bahwa NPV skenario 2 lebih besar dari skenario 1, sehingga skenario 2 akan menjadi pilihan operator untuk mengimplementasikan LTE. NPV yang dicapai dengan skenario 1 pada tahun ke 5 sebesar 235 Milyar dan nilai IRR pada tahun ke- 4 sebesar 6%. Pada skenario 2 nilai NPV pada tahun ke 5 sebesar 356 Milyar dan nilai IRR pada tahun ke- 4 13%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tokehiro Nakamura (2010), Overview of LTE- Advanced and Standardization Trends, Technical Journal Vol. 12 No 2, NTT Docomo.
- [2] Uke Kurniawan Usman, Galuh Prihatmoko, Denny Kusuma Hendraningrat, Sigit Dedi Purwanto (2012), "Fundamental Teknologi Seluler LTE ", Penerbit Rekayasa Sains, Bandung, Indonesia.
- [3] Gunawan Wibisono, Gunardi Dwi Hantoro, Made Meganjaya, Yudi Pram (2007), “ Peluang Bisnis WIMAX di Indonesia”, Penerbit Informatika, Bandung, Indonesia.
- [4] Timo Smura (2012), Techno Economic modeling of wireless network and industry architecture, Doctoral Dissertations, Aalto University, Finland.
- [5] Amit Kumar (2010), Evolution of Mobile Wireless Communication Networks : 1G to 4G, Journal, Nanjing Forestry University, China, December 2010.
- [6] Jialing Wang (2004), Will WiMAX+WLAN Constitute a Substitute to 3G? – A Techno-Economic Case Study, Master’s Degree Project, Stockholm Sweden.
- [7] Brealey, Richard A., Steward C., and Myers (2000), Principles of Corporate Finance, McGraw Hill, California.
- [8] Smura Timo (2004). Thesis: *Techno- Economic Analysis of IEEE 802.16a-Based Fixed Wireless Access Networks*. Helsinki University of Technology.
- [9] Smura Timo et al (2006). Deliverable 16: *Final Techo- Economic Result on Mobile Service and Technologies Beyond 3G*. The CELTIC Initiative: ECOSYS.
- [10] Hiroshi Kojima (2011), NSN LTE. Nokia Siemens Network.
- [11] I Putu Dodi (2009), Perencanaan Penempatan Base Station WCDMA Di Denpasar, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi.
- [12] DBS3900 Dualmode base Station HW, Wireless Case Dockument, Huawei ,2009.