

Analisa Tekno-Ekonomi Perencanaan Teknologi Long Term Evolution (LTE) di Kota Tasikmalaya

Hesti Susilawati, Widhiatmoko H.P. dan Taufik Faturohman

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman
 email: hesti_s@yahoo.co.id

Abstrak—Kebutuhan komunikasi berbasis data terus meningkat. Seperti sekarang banyak *gadget* canggih, namun tanpa jaringan internet yang baik hanya akan berfungsi seperti ponsel biasa. Lemahnya dukungan berujung pada kelambatan dan sekali lagi *vendor* jaringan mencoba memberikan solusi kepada para *operator*. Kali ini harapan baru dengan teknologi *Long Term Evolution (LTE)*, sebuah teknologi seluler generasi keempat (4G). Pada kesempatan ini dilakukan analisa perencanaan teknologi LTE di Kota Tasikmalaya sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan untuk operator yang akan membangun jaringan LTE. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai spesifikasi jaringan yang direncanakan untuk luas sel dan jarak jangkauan *eNode B*. Untuk mencakup seluruh Kota Tasikmalaya diperlukan 21 buah *eNode B*, dan juga diperhitungkan analisa ekonomi berdasarkan data yang ada di lapangan berupa jumlah penduduk Kota Tasikmalaya untuk mengetahui kelayakan investasi suatu perencanaan. Dan berdasarkan perhitungan NPV diketahui bahwa perencanaan teknologi LTE adalah layak untuk dilakukan.

Kata kunci : *LTE*, *4G*, kota Tasikmalaya, *eNode B* dan investasi.

I. PENDAHULUAN

Berbagai macam perangkat canggih terbaru dengan cepat menyerbu pasar negeri ini. Mulai dari ponsel canggih, *tablet*, *netbook*, *notebook*, bahkan sampai sistem komputasi berbasis internet yang semua membutuhkan sarana komunikasi cepat. Seperti sekarang banyak *gadget* canggih, namun tanpa jaringan internet baik hanya akan berfungsi seperti ponsel biasa. Lemahnya dukungan berujung pada kelambatan dan sekali lagi *vendor* jaringan mencoba memberikan solusi kepada para *operator*. Kali ini harapan baru dengan teknologi *long term evolution (LTE)*, sebuah teknologi seluler generasi keempat (4G).

Begitupun di Indonesia, LTE akan segera diimplementasikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perancangan LTE di Kota Tasikmalaya, sebagai salah satu representasi daerah pusat ekonomi di wilayah Jawa Barat selain Bandung.

II. LANDASAN TEORI

A. LTE (Long Term Evolution)

1) Pengertian dan Sejarah LTE

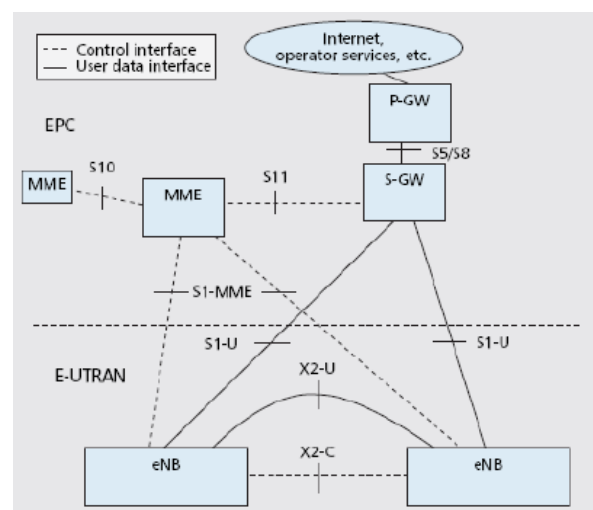
LTE (*Long Term Evolution*) adalah sebuah nama baru dari layanan yang mempunyai kemampuan tinggi dalam sistem komunikasi bergerak (*mobile*). Merupakan langkah menuju generasi keempat (4G) dari teknologi radio yang dirancang untuk meningkatkan kapasitas dan kecepatan

jaringan telepon *mobile*. Dimana generasi sebelumnya dikenal sebagai 3G (generasi ketiga), sedangkan LTE dipasarkan sebagai 4G.

Berdasarkan sejarahnya LTE dikembangkan oleh 3GPP (*Third Generation Partnership Project* atau 3G berbasis GSM). Disisi lain 3GPP2 mengembangkan 3G berbasis CDMA. LTE akan menjadi evolusi dari jaringan GSM dan juga bagian dari *roadmap* standar 3GPP2, bukan evolusi dari CDMA. Sesuai dengan sifatnya sebagai 4G, LTE akan menjadi all IP-based network. LTE (*Long Term Evolution*) atau biasa juga disebut SAE (*System Architecture Evolution*) disebut-sebut sebagai generasi keempat (4G) yang akan menggeser kemampuan 3G. Dalam akses data, LTE jauh melebihi generasi-generasi sebelumnya, bahkan standar spesifikasi kecepatan datanya sampai 100 Mbps pada arah *downlink*. (Arif Setyo Nugroho, 2009)

2) Arsitektur LTE

Standarisasi 3GPP menghasilkan *Evolved Packet System (EPS)* yang mengandung bagian *core network*, *evolved packet core (EPC)*, dan *evolved UTRAN (E-UTRAN)*. EPC dapat pula terhubung ke jaringan akses radio lain, baik yang menggunakan standar 3GPP maupun yang bukan. Seperti digambarkan pada Gambar 2.1, EPC terdiri dari satu *control plane node*, disebut *Mobile Management Entity (MME)*, dan dua *user plane node*, masing-masing adalah *Serving Gateway (S-GW)* dan *Packet-Data Network Gateway (P-GW)*. Jaringan akses radio LTE terdiri dari *base station*, ditandai sebagai *enhanced Node B (eNB)*



Gambar 1. Arsitektur LTE (Anonim, 2010)

yang terhubung dengan sesamanya dengan *interface X-2* dan dengan EPC dengan *interface S-1*. Terminal *mobile* ditandai sebagai *User Equipment (UE)*. Arsitektur LTE/EPC yang hanya memiliki dua *user-plane node* lebih sederhana dibanding UTRAN Release 6 yang terdiri atas 4 *node*. Hal ini berimplikasi salah satunya pada pengurangan *user plane latency*.

3) *Teknologi Kunci LTE*

LTE memiliki beberapa teknologi yang menjadi kunci dapat tercapainya performa LTE, yaitu:

- a. *Interface* udara radio berbasis *multicarrier: Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA)* untuk *downlink*, dan *Single Carrier Frequency Division Multiple Access (SC-FDMA)* untuk *uplink*.
- b. Arsitektur jaringan *flat* berbasis IP.
- c. Teknologi antena *Multiple Input Multiple Output (MIMO)* dan *beamforming*.
- d. Koordinasi dan penghindaran interferensi aktif dengan *Fractional Frequency Reuse (FFR)*.

B. *Perhitungan Aspek Teknis*

1) *Model Propagasi Gelombang Radio*

Model propagasi gelombang perlu dibuat untuk memperkirakan *Path Loss (PL)* dan *Signal to Noise Ratio (SNR)*. Nilai PL diperlukan untuk menentukan area cakupan sel, sedangkan nilai SNR berguna untuk menentukan skema distribusi modulasi untuk menentukan kapasitas sel. Terdapat beberapa model yang dikembangkan untuk memprediksi propagasi gelombang di udara. (Gunawan Wibisono, 2007)

a) *Model Erceg*

Model ini didasarkan pada proposal estimasi PL yang diajukan oleh Universitas Stanford untuk akses nirkabel *broadband*. Model ini dapat diterapkan untuk kondisi area sub-urban selama radius sel lebih kecil dari 8 km dan area studi dikategorikan menjadi tiga *terrain* sebagai berikut: (Gunawan Wibisono, 2007)

- a. *Terrain A*: daerah berbukit-bukit dengan kepadatan pohon sedang-padat
- b. *Terrain B*: daerah datar dengan kepadatan pohon sedang-padat atau daerah berbukit-bukit dengan kepadatan pohon sedikit
- c. *Terrain C*: daerah datar dengan kepadatan pohon sedikit

Rumus perhitungan PL berdasarkan model *Erceg* adalah:

$$PL = A + 10\gamma \log \left[\frac{d}{d_0} \right] + \Delta f + \Delta h + S \tag{1}$$

dengan :

$$A = 20 \log \left(\frac{4\pi d_0}{\lambda} \right)$$

$$\gamma = a - b \frac{h_{BS}}{c} + \frac{c}{h_{BS}}$$

nilai a, b, dan c untuk berbagai daerah tertera di tabel 1
hBS = tinggi BS
d = jarak antara pengirim dan penerima dan lebih besar dari *d0*
d0 = 100 m (jarak referensi)

$$\Delta f = \text{faktor koreksi frekuensi} = 6,0 \log \left(\frac{f}{2000} \right)$$

f = pita frekuensi yang beroperasi

TABEL I
 NILAI NUMERIK UNTUK PARAMETER MODEL ERCEG

Parameter Model	Terrain A	Terrain B	Terrain C
a	4,6	4,0	3,6
b (m ⁻¹)	0,0075	0,0065	0,005
c (m)	12,6	17,1	20

Δh adalah faktor koreksi tinggi antena terminal:

$$\Delta h = -10,8 \log \left(\frac{n_r}{2} \right) \text{ untuk Terrain tipe A dan tipe B}$$

$$\Delta h = -20,0 \log \left(\frac{n_r}{2} \right) \text{ untuk Terrain tipe C}$$

ht = tinggi terminal

$$S = \text{Lognormal Shadowing} = 0,65 [\log f]^2 - 1,3 \log f + \alpha$$

f = frekuensi operasi

α = 5,2 dB (urban) atau 6,6 dB (sub-urban).

2) *Link Budget*

Dengan *path loss* yang telah diberikan pada sub-bab sebelumnya, apabila dimisalkan suatu BS memancarkan sinyal *radio frequency (RF)* sebesar *Pt (dBm)* dan *gain* antena pemancar dan penerima masing-masing *Gt (dB)* dan *Gr (dB)*, maka dapat ditentukan besar daya sinyal yang diharapkan diterima oleh UE atau sering disebut *receive signal level (RSL)* dapat dihitung dari rumus berikut :

$$RSL(dBm) = Pt + Gt + Gr - PL \tag{2}$$

C. *Perhitungan Aspek Ekonomi*

1) *Estimasi Pendapatan*

Analisa terhadap harga layanan untuk mengestimasi besar pendapatan (*revenue*) menggunakan data-data pembandingan dari layanan-layanan eksisting yang sejenis, seperti layanan internet. (Gunawan Wibisono, 2007)

2) *CAPEX dan OPEX*

Seluruh biaya yang dikeluarkan dalam proyek implementasi dapat dibagi menjadi *capital expenditure (CAPEX)* dan *operation expenditure (OPEX)*. CAPEX meliputi keseluruhan investasi untuk mengadakan perangkat dan sarana penunjang lainnya sesuai dengan jumlah BS. Sedangkan OPEX merupakan biaya-biaya operasional yang dikeluarkan secara periodik (biasanya per bulan atau per tahun) untuk menjalankan aktifitas layanan, termasuk biaya-biaya sewa dan perijinan yang diperlukan. (Gunawan Wibisono, 2007)

3) *Perhitungan NPV*

Secara ekonomis, untuk menilai kelayakan proyek atau suatu investasi dalam suatu periode waktu tertentu pada umumnya menggunakan perhitungan *Net Present Value (NPV)*.

$$NPV = \sum_t^n \frac{CF_t}{(1+i)^t} - C_0 \tag{3}$$

dengan:

CFt = aliran *cash* per tahun pada periode t

i = suku bunga

Co = investasi awal pada tahun ke-nol

n = jumlah tahun

t = tahun ke-t.

Jika nilai sekarang bernilai positif, maka suatu proyek atau investasi dinilai menguntungkan. Sebaliknya apabila NPV bernilai negatif maka sebaiknya proyek tidak dijalankan karena tidak menguntungkan. Jika terdapat beberapa pilihan alternatif proyek maka dipilih investasi dengan investasi tertinggi. (Gunawan Wibisono, 2007)

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di PT. XL Axiata, Tbk. Tasikmalaya dengan waktu penelitian selama 6 minggu.

B. Alat Bantu Pengolahan Data

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain

1. unit laptop dengan sistem operasi *Windows 7*
2. *Microsoft Excel*

C. Alur Penelitian

Terdapat pada Gambar 2

D. Flow Chart Pengolahan Data

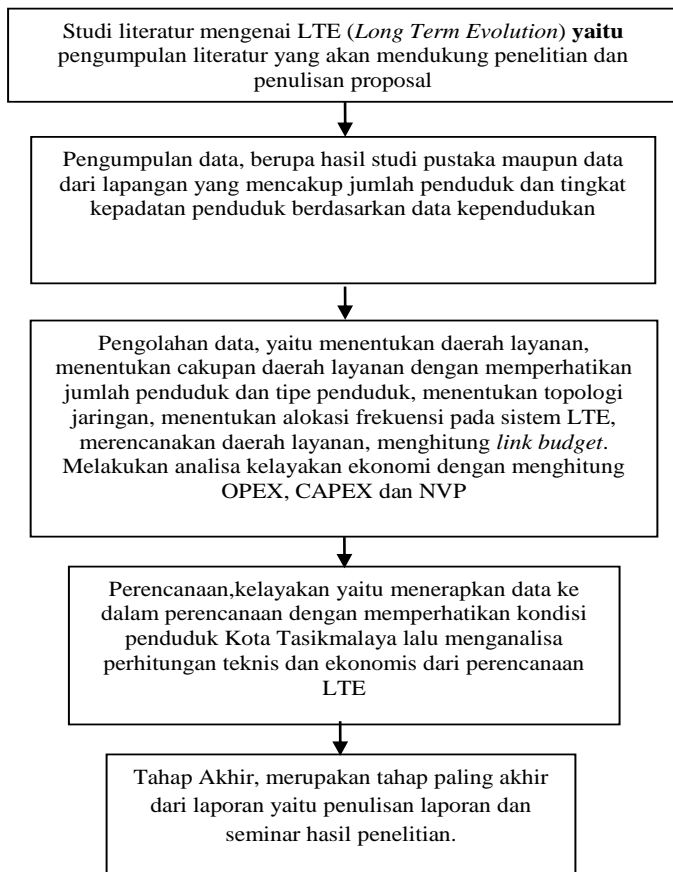
Terdapat pada Gambar 3

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

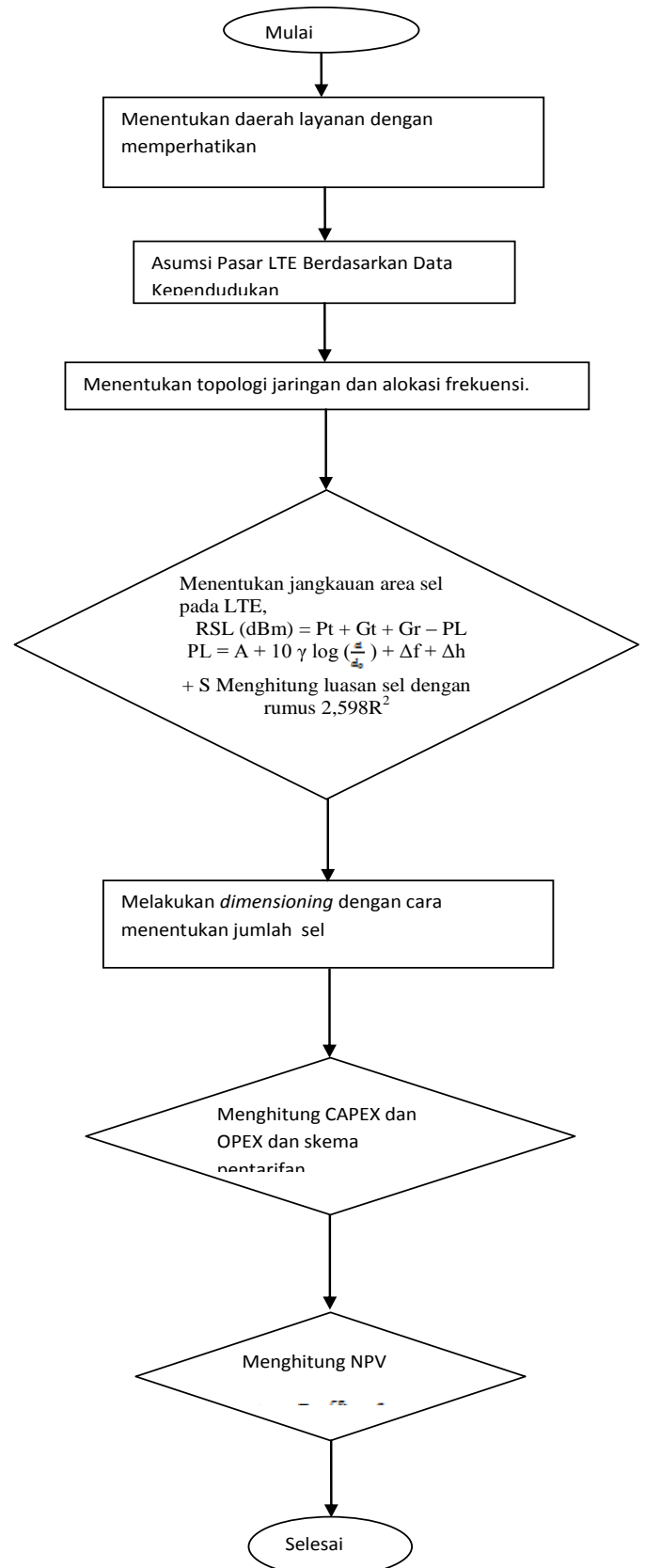
A. Deskripsi Kota Tasikmalaya

1) Luas Wilayah

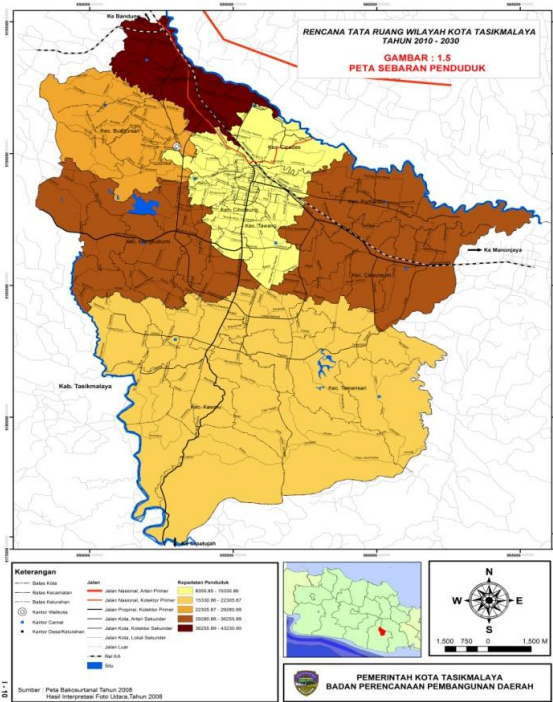
Kota Tasikmalaya memiliki wilayah seluas 171,56 km² yang meliputi wilayah 10 Kecamatan, yaitu Kec. Cipedes, Cihideung, Tawang, Tamansari, Mangkubumi, Kawalu, Indihiang, Bungursari, Purbaratu dan Cibeureum.



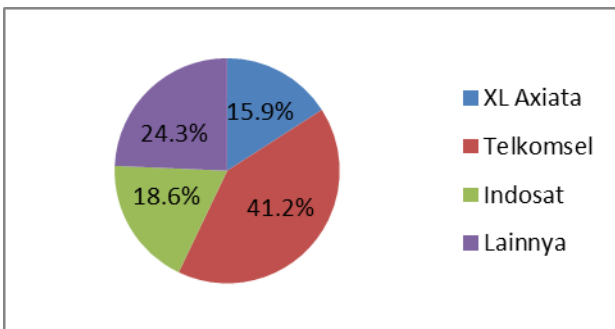
Gambar 2. Alur penelitian



Gambar 3. Flow chart pengolahan data



Gambar 4. Wilayah Tasikmalaya



Gambar 5. Market share operator

Jumlah penduduk Kota Tasikmalaya tahun 2009 sebanyak 652.693 orang. Jumlah penduduk ini mengalami pertumbuhan sebesar 1,66% bila dibandingkan dengan jumlah penduduk tahun 2008. Dilihat dari segi komposisinya, penduduk Kota Tasikmalaya lebih banyak laki-laki daripada perempuan yaitu terdiri dari 327.043 orang laki-laki dan 325.650 orang perempuan dengan sex ratio sebesar 100,43.

B. Analisa Daerah Tinjauan

1) Pengguna LTE

Pengguna LTE akan berasal dari dua segmen konsumen, yaitu residensial dan bisnis. Untuk konsumen residensial merupakan pelanggan pra bayar, sedangkan konsumen bisnis adalah pelanggan pasca bayar.

Setelah didapatkan jenis pengguna LTE, maka selanjutnya membagi komposisi antara pengguna pra-bayar dan pasca-bayar. Peneliti menggunakan asumsi pengguna

LTE untuk pra-bayar adalah 95% dan untuk pengguna pasca-bayar sebesar 5%.

C. Prediksi Pengguna LTE

Forecasting demand merupakan hal yang sangat esensial karena penilaian volume dan tarif menggunakan hasil perhitungan *forecast*. Dengan membangun model yang komplit terkait seluruh aspek, bisa didapatkan kerangka referensi yang baik untuk menguji realita pada asumsi yang diterapkan terkait level harga. Namun pada penelitian ini perhitungan *forecast* ini tidak dimaksudkan untuk menghitung aspek teknik (kapasitas pengguna LTE) akan tetapi untuk bahan perhitungan ekonomi sebagai pemasukan kas perusahaan.

Pada penelitian ini, diperhitungkan pula faktor kompetisi dengan operator lain. Pada 2010, pasar operator seluler dikuasi oleh tiga operator besar GSM: Telkomsel, Indosat, XL.

Setelah didapat data-data yang dibutuhkan pada Gambar 5, selanjutnya dapat dilakukan perhitungan *forecasting* pengguna LTE, seperti pada Tabel IV.

Untuk prediksi 5 tahun dengan asumsi pertumbuhan 10%, maka didapatkan pelanggan LTE sebanyak:

$$T_n = U_o (1 + gf)^n$$

Dimana:

T_n : Tahun ke-n

U_o : Jumlah pelanggan sekarang

gf : Faktor pertumbuhan

maka;

$$T_5 = 8.302 (1 + 0,1)^5 = 13.370$$

Jadi terdapat 12.702 pelanggan pra bayar LTE dan 668 Pelanggan pasca bayar LTE.

D. Topologi Jaringan

Topologi jaringan LTE dapat dibagi menjadi dua kategori besar, yaitu topologi jaringan *point to point* dan topologi jaringan *point to multi point*. Dimana topologi *point to point* digunakan untuk menghubungkan tiap *backhaul* dan topologi jaringan *point to multi point* untuk menghubungkan BS dengan pelanggan.

E. Alokasi Frekuensi LTE

Pada perencanaan cakupan atau *coverage* di kota Tasikmalaya digunakan frekuensi kerja pada 2,3 GHz sebagai frekuensi yang dialokasikan untuk *mobile WiMAX* karena frekuensi yang khusus untuk LTE belum disediakan oleh pihak regulator. Penggunaan frekuensi ini sesuai dengan pembagian zona frekuensi 2,3 GHz untuk *WiMAX* yang ada di Indonesia untuk kawasan Jawa Barat.

F. Perhitungan Jumlah Base Station

Dalam melakukan perhitungan jumlah *base station* berdasarkan *coverage*, data yang harus dimiliki adalah luas wilayah Kota Tasikmalaya dan luas sel yang dapat dilingkupi oleh sebuah *eNode B*.

Berdasarkan parameter pada Tabel V, perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut.

$$SNR = P_{RX} - N \tag{4}$$

Dengan P_{RX} = sensitivitas *receiver*

N = daya noise pada *receiver*

TABEL II
LUAS DAERAH, JUMLAH PENDUDUK DAN RATA-RATA KEPADATAN PENDUDUK KOTA TASIKMALAYA TAHUN 2009

Kecamatan	Luas Daerah (km ²)	Jumlah Penduduk (Orang)	Rata-rata Kepadatan Per km ² (Orang)
(1)	(2)	(3)	(4)
010. Kawalu	41,12	88.644	2.156
020.Tamansari	28,52	62.349	2.186
030.Cibeureum	17,54	60.156	3.430
031.Purbaratu	11,87	39.500	3.328
040.Tawang	5,33	70.756	13.275
050.Cihideung	5,30	77.304	14.586
060.Mangkubumi	23,68	84.074	3.550
070.Indihiang	11,88	44.148	3.716
071.Bungursari	18,22	43.782	2.403
080.Cipedes	8,10	81.980	10.121
Kota Tasikmalaya	171,56	652.693	3.804
Tahun 2008	171,56	642.046	3.742

TABEL III
ASUMSI SEBARAN DAERAH TINJAUAN

Area tinjauan	Luas Area (km ²)		
	Terrain A	Terrain B	Terrain C
010. Kawalu	-	100%	-
020.Tamansari	-	100%	-
030.Cibeureum	-	-	100%
031.Purbaratu	-	-	100%
040.Tawang	100%	-	-
050.Cihideung	100%	-	-
060.Mangkubumi	-	100%	-
070.Indihiang	-	100%	-
071.Bungursari	-	-	100%
080.Cipedes	100%	-	-

$$P_{RX} = SNR + N = 1 + (-104,5 + 7) = -96,5 \text{ dBm}$$

$$Path \text{ loss} = P_{TX} + G_{TX} - L_{TX} - P_{RX} - \text{margin} \quad (5)$$

$$Path \text{ loss} = 46 + 18 - 2 + 96,5 - 14 = 144,5 \text{ dB}$$

Jarak jangkauan suatu *base station* dapat dihitung dengan persamaan Erceg seperti persamaan (1). Persamaan tersebut dapat dimodifikasi menjadi

$$d = d_0 \cdot 10^{\frac{PL - 20 \log \left(\frac{4\pi d_0 f}{c} \right) - \text{sl}_0 \log \frac{f}{1900} + 10 \text{sl}_0 \log \frac{h_T}{2}}{10\gamma}} \quad (6)$$

Seperti ditunjukkan pada Tabel III, wilayah Kota Tasikmalaya dibagi menjadi *terrain A* yang merupakan daerah berbukit dengan kepadatan pohon sedang padat karena pada pusat kota dan *terrain B* yang mayoritas merupakan daerah permukiman yang tidak begitu padat Sedangkan untuk *terrain C* merupakan daerah yang kepadatannya kurang.

Dengan menggunakan persamaan (2) untuk menghitung *path loss exponent terrain A*, diperoleh

$$\gamma = 4,6 - 0,0075 + \frac{12,6}{45} = 4,8725$$

Sehingga radius sel pada wilayah *terrain A* adalah

TABEL IV
PREDIKSI PELANGGAN LTE

Jumlah penduduk	652.693 Orang
Penetrasi seluler (80%)	522.154 Pelanggan
Penetrasi LTE (10%)	52.154 Pelanggan
Penetrasi operator (15,9%)	8.302 Pelanggan

TABEL V
PARAMETER *DOWNLINK LINK BUDGETS* LTE

Downlink	LTE
Data rate (kbps)	1024
Transmitter – Node B	
Tx power (dBm)	46
Tx antenna gain (dBi)	18
Cable loss (dB)	2
EIRP (dBm)	62
Tinggi antenna (m)	45
Receiver – UE	
UE noise figure (dB)	7
Thermal noise (dB)	-104,5
SNR (dB)	1
Interference margin (dB)	4
Building penetration loss (dB)	10
Rx antenna gain (dBi)	0
Body loss (dB)	0
Tinggi antenna(m)	1,5

$$d = d_0 \cdot 10^{\frac{144,5 - 20 \log \left(\frac{4\pi \cdot 100,2 \cdot 3 \cdot 10^9}{3 \cdot 10^8} \right) - \text{sl}_0 \log \frac{2300}{2000} + 10 \text{sl}_0 \log \frac{1,5}{2} - 9,175}{10 \cdot 4,8725}} = 1339,7 \text{ m}$$

Dengan bentuk sel heksagonal, luas suatu sel pada wilayah *terrain A* adalah

$$L = \frac{3\sqrt{3}}{2} d^2 = \frac{3\sqrt{3}}{2} (1339,7)^2 = 4648521,9 \text{ m}^2 = 4,648 \text{ km}^2$$

Luas wilayah *terrain A* adalah 47,63 km² sehingga kebutuhan *base station* pada wilayah *terrain A* adalah

$$\text{Jumlah } base \text{ station} = \frac{47,63 \text{ km}^2}{4,648 \text{ km}^2} = 10,2 \approx 10 \text{ eNode B}$$

Sedangkan untuk *terrain B*, Dengan menggunakan persamaan (6) untuk menghitung *path loss exponent terrain B*. Maka diperoleh

$$\gamma = 4 - 0,0065 \cdot 45 + \frac{17,1}{45} = 4,0875$$

Sehingga radius sel pada wilayah *terrain B* adalah

$$d = d_0 \cdot 10^{\frac{144,5 - 20 \log \left(\frac{4\pi \cdot 100,2 \cdot 3 \cdot 10^9}{3 \cdot 10^8} \right) - \text{sl}_0 \log \frac{2300}{2000} + 10 \text{sl}_0 \log \frac{1,5}{2} - 9,575}{10 \cdot 4,0875}} = 1995,3 \text{ m}$$

Dengan bentuk sel heksagonal, luas suatu sel pada wilayah *terrain B* adalah

TABEL VI
HARGA PERANGKAT

Komponen	Harga (Rp)	Keterangan
MME	11.760.000.000	
Gateway	2.640.000.000	S-GW sekaligus P-GW
Aplikasi billing	140.000.000	
eNB	14.490.000.000	
Support equipment eNB	1.512.000.000	Per eNB
Perijinan spektrum	32.000.000	Ijin frekuensi 10 MHz
Pra instalasi	112.100.000	RF, perijinan & pekerjaan sipil

$$L = \frac{3\sqrt{3}}{2} d^2 = \frac{3\sqrt{3}}{2} (1995,3)^2 = 10311365,2 \text{ m}^2 = 10,311 \text{ km}^2$$

Luas wilayah *terrain B* adalah 105,2 km² sehingga kebutuhan *base station* pada wilayah *terrain B* adalah

$$\text{Jumlah base station} = \frac{105,2}{10,311} = 10,2 \text{ eNode B} \approx 10 \text{ eNode B}$$

Dan untuk *terrain C*, Dengan menggunakan persamaan (6) untuk menghitung *path loss exponent terrain C*. Maka diperoleh

$$\gamma = 3,6 - 0,005,50 + \frac{20}{50} = 3,75$$

Sehingga radius sel pada wilayah *terrain C* adalah

$$d = d_0 \cdot 10^{\frac{144,5 - 20 \log\left(\frac{4\pi \cdot 100,2 \cdot 3 \cdot 10^9}{3 \cdot 10^8}\right) - 6 \log\left(\frac{2300}{2000}\right) + 10,8 \log\left(\frac{1,5}{2}\right) - 9,575}{10,3,75}} = 2512 \text{ m}$$

Dengan bentuk sel heksagonal, luas suatu sel pada wilayah *terrain C* adalah

TABEL VII
HARGA LAIN-LAIN

Komponen Utama	Keterangan	Harga (Rp)
Biaya utilitas dan sewa ruangan lahan untuk tower per tahun	Indoor dan outdoor, termasuk listrik dan keamanan	39.000.000
Biaya sewa backbone per bulan	Sewa backhaul 2Mbps	15.600.000
BHP (Biaya Hak Pemakaian) per tahun	Biaya operator, perawatan server & database	16.000.000

$$L = \frac{3\sqrt{3}}{2} d^2 = \frac{3\sqrt{3}}{2} (2512)^2 = 16343272,96 \text{ m}^2 = 16,34 \text{ km}^2$$

Luas wilayah *terrain C* adalah 18,67 km² sehingga kebutuhan *base station* pada wilayah *terrain C* adalah

$$\text{Jumlah base station} = \frac{18,67}{16,34} = 1,15 \text{ eNode B} \approx 1 \text{ eNode B}$$

Berdasarkan jangkauan sel, jumlah *base station* yang dibutuhkan wilayah Kota Tasikmalaya adalah 21 *eNode B*.

G. Struktur Biaya

Terdapat pada Tabel VI dan Tabel VII

H. Skema Pentarifan

Terdapat pada Tabel VIII

I. Hasil Perhitungan Aspek Ekonomi

Terdapat pada Tabel IX, Tabel X, dan Tabel XI

TABEL VIII
SKEMA PENTARIFAN

Pra-bayar	300.000/bulan
Pasca-bayar	700.000/bulan

TABEL IX
PROYEKSI REVENUE (Rp)

Tahun	Pra bayar	Pasca bayar	Jumlah
2015	47.257.200.000	5.804.400.000	53.061.600.000

TABEL X
PROYEKSI CAPEX

Komponen	Harga (Rp)
MME	11.760.000.000,00
Gateway	2.640.000.000,00
Aplikasi billing	140.000.000,00
eNB	14.490.000.000,00
Support equipment eNB	1.512.000.000,00
Perijinan spektrum	32.000.000,00
Pra instalasi	112.100.000,00
Total	30.706.100.000,00

TABEL XI
PROYEKSI OPEX

Komponen Utama	Keterangan	Harga (Rp)	Harga per 21 eNB per tahun (Rp)
Biaya utilitas dan sewa ruangan lahan untuk tower per tahun	Indoor dan outdoor, termasuk listrik dan keamanan	39.000.000	819.000.000
Biaya sewa backbone per bulan	Sewa backhaul 2Mbps	15.600.000	187.200.000
BHP (Biaya Hak Pemakaian) per tahun	Biaya operator, perawatan server & database	16.000.000	336.000.000
Total			Rp1.342.200.000

J. Analisa Perhitungan Ekonomi

Dari data-data di atas, dengan nilai suku bunga 10%, kita bisa memperoleh nilai-nilai parameter kelayakan ekonomis sebagai berikut:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t} - C_0$$

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{51,719}{(1+0,1)^t} - 30,706$$

$$= 1,6$$

Maka investasi LTE untuk jangka waktu 5 tahun di Kota Tasikmalaya dinilai menguntungkan karena nilai NPV nya lebih besar dari nol.

V. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan hal-hal berikut:

1. Perencanaan teknologi LTE mencakup analisa daerah tinjauan pada Kota Tasikmalaya dimana memiliki wilayah seluas 171,56 km² yang meliputi wilayah 10 kecamatan dan mempunyai jumlah penduduk sebanyak 652.693 orang.
2. Penentuan daerah layanan di Kota Tasikmalaya berdasarkan jumlah kepadatan penduduk di setiap kecamatan, dimana untuk kecamatan Tawang, Cipedes, dan Cihideung dikategorikan sebagai daerah urban, dan area Indihiang, Mangkubumi, Kawalu dan Taman sari dikategorikan sebagai daerah suburban. Sedangkan area Bungursari, Purbaratu dan Cibeureum dikategorikan sebagai daerah rural.
3. Setelah dilakukan perhitungan berdasarkan rumus *Erceg* maka didapat jarak jangkauan *eNode B* di Kota Tasikmalaya untuk area urban adalah 2,5

km, unuk area sub urban adalah 1,99 km dan untuk area rural adalah 1,34 km.

4. Dibutuhkan 21 *eNode B* (1 *eNode B* untuk area urban, 10 *eNode B* untuk area sub urban dan 1 *eNode B* untuk area rural) pada E-UTRAN untuk penggelaran LTE di Kota Tasikmalaya yang optimal oleh operator baru. Pada sisi EPC, hanya dibutuhkan 1 MME, 1 PGW, dan 1 S-GW untuk menangani seluruh sel LTE di Kota Tasikmalaya.
5. Setelah dilakukan perhitungan aspek ekonomi yaitu CAPEX dan OPEX perencanaan LTE maka dilakukan perhitungan NPV untuk mengetahui nilai investasinya, dimana nilai investasi Teknologi LTE di Kota Tasikmalaya adalah positif yang artinya perencanaan LTE di Kota Tasikmalaya layak untuk dilaksanakan dengan tingkat suku bunga 10% dan dalam waktu perencanaan 5 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, LTE SAE architecture and performance www.ericsson.com/ericsson/corpinfo/.../review/.../5_LTE_SAE.pdf
Diunduh pada tanggal 13 Desember 2010
- [2] Hamdani, Arief. Modul Seminar LTE High Level Training. 2011. Purwokerto.
Diunduh pada tanggal 13 Desember 2010
- [3] Setyo, Arif Nugroho. Artikel ICT Evolution. 2009
Diunduh dari cahbanyumas.blogspot.com pada tanggal 27 Januari 2011
- [4] Wibisono, Gunawan; Dwi Hantoro, Gunadi; Meganjaya, Made; Pram, Yudi. *Peluang & Tantangan Bisnis Wimax Di Indonesia*. 2007. Informatika. Bandung