

Perencanaan Jaringan Inti 4G LTE di Bandung
4G LTE Evolved Packet Core Network Planning in Bandung

Bayu Septiyanto¹, Uke Kurniawan Usman, Ir., M.T.², Noviwan Wicaksono, ST, MM³

^{[1][2]}Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

^[3]Lte Core Planning and Rollout, Telkomsel

¹Basepto@gmail.com, ²ukeusman@telkomuniversity.ac.id, ³noviwan_wicaksono@telkomsel.co.id

Abstrak

Long Term Evolution atau disingkat LTE adalah sebuah standar komunikasi akses data nirkabel yang berbasis pada jaringan GSM/EDGE dan UMTS/HSPA. *3GPP Long Term Evolution* (LTE) dipasarkan dengan nama 4G LTE. Arsitektur jaringan 4G LTE terdiri dari tiga bagian utama yaitu *User Equipment (UE)*, *Evolved Packet Core Network (EPC)*, dan *Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN)*. Jaringan inti pada 4G LTE hanya mempunyai packet Switched domain, untuk mendukung jaringan suara pada penelitian ini menggunakan CS Fallback.

Pada Tugas Akhir ini dibahas tentang perencanaan jaringan inti atau core network 4G LTE di Bandung dengan studi kasus PT Telkomsel hingga tahun 2020. Proses *dimensioning* pada penelitian ini adalah mencari jumlah elemen perangkat yang dibutuhkan, dan pada CS fallback membutuhkan MSS untuk menangani layanan suara. Pada studi kasus PT Telkomsel, PT Telkomsel belum memakai *IP Multimedia Subsystem*, dan belum menggunakan *Voice Over LTE*, Sehingga digunakan metode CS Fallback Untuk melayani layanan suara, dengan cara mengalihkan Layanan voice di jaringan 4G ke jaringan 3G. dalam proses penyusunan tugas akhir ini dikumpulkan data-data jumlah penduduk, trafik, jaringan eksisting yang berguna dalam tahap *dimensioning*.

Dari hasil perencanaan yang dilakukan, maka untuk bisa mengimplimentasikan jaringan 4G LTE CS Fallback di Bandung, diperlukan minimum 6 buah, HSS diperlukan 1 buah, MME diperlukan minimum 2 Buah, SGW-PGW diperlukan 2 buah. *Interface signaling* seperti s6a, S11, S10, S1-MME membutuhkan *bandwidth* 269, 191 Mbps, Untuk *interface user plane* S5/S8, S1-U, SGI, membutuhkan *bandwidth* 13 Gbps hingga 96,91 Gbps. Tugas akhir ini telah menghasilkan suatu perencanaan awal penerapan jaringan inti 4G LTE menggunakan CS Falback di Telkomsel Bandung.

Kata kunci : 3GPP LTE, 4G LTE, EPC, *Network Planning*, *Core Network*

Abstract

3GPP Long Term Evolution or LTE is a communication standard for wireless data access based on GSM / EDGE and UMTS / HSPA. 3GPP Long Term Evolution (LTE) is marketed under the name 4G LTE. 4G LTE network architecture is composed of three main parts: User Equipment (UE), Evolved Packet Core Network (EPC), and the Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN). 4G LTE core network has only packet switched domain to support voice network. And in this study using a CS Fallback.

In this final task discussed about a core network planning 4G LTE network in Bandung with a case study of PT Telkomsel until 2020. The process of dimensioning in this study was sought after the number of elements necessary tools, and the CS fallback requires MSS to handle voice services. In the case study of PT Telkomsel, PT Telkomsel has not been put on the IP Multimedia Subsystem, and yet using Voice Over LTE, so use the method of CS Fallback To serve voice services, by diverting voice services in 4G networks to the 3G network. in the process of preparation of this final task collected data of population, traffic, existing networks are useful in dimensioning stage.

From the planning, then to be able implement 4G LTE network CS Fallback in Bandung, required MSS, HSS, MME, S / PGW. MSS minimum required for 6 pieces, the necessary HSS 1 piece, MME takes a minimum of 3 pieces, SGW-PGW required 1 pieces. From the planning. Signaling interfaces such as S6A, S11, S10, S1-MME require wide bandwidth 269, 191 Mbps, user plane Interface For S5 / S8, S1-U, SGI, require wide bandwidth 13 Gbps Until 96,96 Gbps. This Final task resulted an initial planning application of 4G LTE core network using a CS Falback in Bandung with a case study of PT Telkomsel.

Keywords : 3GPP LTE, 4G LTE, EPC, *Network Planning*, *Core Network*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi selular yang sangat pesat dipicu oleh tuntutan akan efisiensi spektrum yang semakin tinggi, kapasitas yang semakin besar, serta kemampuan untuk memberikan layanan suara dan data dengan data rate yang lebih tinggi. Seiring dengan perkembangan dan kebutuhan akan layanan data bergerak dan laju data yang tinggi di wilayah bandung, diperlukan jaringan yang mampu memenuhi kebutuhan layanan tersebut. Maksud dan tujuan dari Tugas Akhir ini adalah :Menganalisis dan merencanakan jaringan inti (*Evolved Packet core network*) 4G LTE yang berlokasi di kota Bandung, Mengetahui kapasitas tiap interface dan traffik pada jaringan

inti, Didapatkan detail perencanaan *evolved packet core network* 4G LTE Telkomsel di Bandung sehingga dapat mempermudah implementasi jaringan 4G LTE di Bandung.

Ada beberapa masalah yang dirumuskan dalam Tugas Akhir ini : Mencari kondisi eksisting pelanggan, profil trafik, layanan, dan lain-lain yang mendasari diimplementasikannya jaringan *core* 4G LTE yang diterapkan pada jaringan eksisting PT Telkomsel di Bandung. Membuat Langkah-langkah dalam perencanaan *evolved packet core network* 4G LTE PT Telkomsel di Bandung. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini dipergunakan beberapa batasan masalah agar pembahasan menjadi fokus, diantaranya : Perencanaan hanya dilakukan pada bagian *Evolved Packet core network* dengan wilayah cakupan radio *network* PT Telkomsel di Bandung. Mendasarkan pada kajian kondisi jaringan eksisting Telkomsel, Tidak membahas keamanan jaringan, Tidak dilakukan perencanaan routing, Penentuan jumlah MSS, HSS, MME, SGW-PGW yang dibutuhkan, Menghitung *bandwidth* yang dibutuhkan interface s6a, s11, s10, s5/s8, Sgi, Diasumsikan bahwa tidak akan ada layanan yang membuat trafik meningkat drastis pada suatu waktu, Diasumsikan tidak ada kebijakan yang dapat membuat trafik meningkat drastis pada suatu waktu, Diasumsikan bahwa persebaran pelanggan bersifat merata.

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir adalah : pendalaman materi-materi yang terkait melalui literatur dan referensi yang tersedia di berbagai sumber. Kemudian dilakukan survei lapangan dan pengumpulan data tentang segala sesuatu yang akan digunakan dalam perencanaan *Evolved Packet core(EPC) network* 4G LTE. Lalu dilakukan pengolahan data, Setelah diperoleh data dari tahap sebelumnya, maka data diolah pada tahap ini proses perencanaan *core network* Setelah semua data diolah, maka akan digunakan untuk merencanakan EPC di Bandung, kemudian dilakukan analisa terhadap hasil perencanaan EPC Bandung dengan cara diskusi dengan pembimbing tugas akhir. Tahap akhir dari penelitian ini adalah pembuatan laporan tugas akhir dan sidang tugas akhir Membahas tentang proses dan hasil perencanaan *core network* 4G LTE pada jaringan Telkomsel di Bandung serta analisa kinerja sistemnya

2. DASAR TEORI

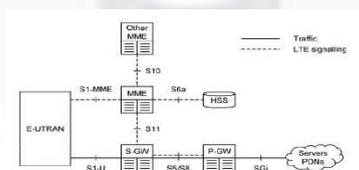
2.1 Perbedaan Teknologi 4G dengan 3G (WCDMA)^[2]

Tabel 1 perbedaan jaringan inti WCDMA dan LTE

Jenis Pembeda	WCDMA	LTE
Versi IP	IPv4 dan IPv6	IPv4 dan IPv6
Mekanisme transport	Circuit dan packet Switch	Packet Switch
CS domain	MSC dan MGW	Tidak ada
PS domain	SGSN	MME, S-GW dan P-GW

Pada tabel 1 dapat dilihat perbedaan WCDMA dan LTE adalah jika pada LTE hanya mempunyai mekanisme transport packet switch, sedangkan pada WCDMA ada circuit switch dan packet switch. Untuk LTE mempunyai perangkat MME, S/P GW, sedangkan pada WCDMA menggunakan perangkat SGSN dan GGSN.

2.2 Evolved Packet Core (EPC)^[5]



Gambar 1 Komponen pokok EPC

Komponen EPC terdiri dari *Home Subscriber Server*(HSS), MME, dan S/P GW. Untuk *interface* terdapat s6a yang menghubungkan MME dengan HSS, S1-MME menghubungkan E-Utran dengan MME, S10 menghubungkan antar MME, S1-U menghubungkan E-Utran dengan S-GW, S5/S8 menghubungkan SGW dengan PGW, SGI untuk menghubungkan dengan jaringan eksternal.

2.3 System Architecture Evolution

2.3.1 Mobility Management Entity(MME)

MME adalah node kontrol yang memproses sinyal antara *User Equipment (UE)* dan *Core Network (CN)*^[1]. Fungsi dari MME : Berkaitan dengan *bearer management* artinya MME berfungsi untuk *establishment, maintenance* dan *release bearer*^[1]. MME memproses management sesi dalam NAS protocol. Berkaitan dengan *connection management* artinya MME membuat koneksi dan mengamankan jaringan saat melakukan koneksi dan hal ini terjadi dalam NAS Protocol.^[1]

2.3.2 Serving Gateway (S-GW)

S-GW bertugas perutean dan meneruskan paket pelanggan, sekaligus sebagai jangkar mobilitas untuk *user plane* selama berhubungan dengan e-NodeB dan sebagai jangkar untuk mobilitas antara LTE dan teknologi 3GPP lainnya^{[1][3]}. Untuk *User Equipment*(UE) yang *idle*, S-GW bertugas mengakhiri jalur data downlink dan melakukan *paging* saat data downlink datang untuk UE. S-GW akan mengatur dan menyediakan UE context parameter *IP bearer* dan informasi perutean.^[12]

2.3.3 Packet Data Network Gateway (PDN-GW)

Menyediakan konektifitas UE ke jaringan paket data eksternal, PDN-GW menjadi titik keluar masuknya lalu-lintas pada UE^[1]. Sebuah UE bisa melakukan konektifitas lebih dari satu PDN-GW untuk mengakses beberapa paket pada jaringan data. PDN-GW juga berfungsi untuk packet filtering setiap pengguna, menentukan jenis layanan, interception, dan packet screening. PDN-GW juga berfungsi sebagai jangkar untuk mobilitas antara jaringan 3GPP dan non-3GPP seperti WIMAX dan 3GPP2.^[1]

2.4 Memprediksi Jumlah Subscriber^[11]

Subscriber merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan untuk menentukan berapa jumlah elemen jaringan yang dibutuhkan.

Rumus Untuk menentukan peningkatan pelanggan dapat di lihat dengan prediksi berikut.

$$P_t = P_0 (1 + r)^n$$

P₀ = Subscriber tahun dasar; P_t = Subscriber tahun t ; R = Pertumbuhan Pelanggan; N = Tahun t- tahun 0

$$R = \left(\sqrt[n]{\frac{P_t}{P_0}} \right) - 1 \quad (2-1)$$

R = Rasio peningkatan

2.5 Dimensioning Jumlah Elemen Jaringan

Pada saat penelitian ini dilakukan, PT Telkomsel belum menggunakan IP Multimedia Subsystem (IMS), dan Belum Menggunakan *Voice over LTE* (VoLTE). Dalam penelitian ini batasan masalahnya *dimensioning* elemen network yang termasuk dalam *Evolved Packet Core*(EPC) baik yang menggunakan 4G LTE atau CS fallback. Beberapa elemen jaringan pada EPC dan proses dimana dimensioning-nya dijabarkan sebagai berikut :

2.5.1 MSS

Dalam *dimensioning* MSS, ada beberapa hal yang diperlukan

$$MSS = \text{Max} \left(\frac{\sum \text{Subscriber}}{MM}, \frac{B \text{ HCA}}{\sum \text{sim ultan}}, \frac{\sum \text{sim ultan}}{\sum \text{tr afik}} \right) \quad (2-2)$$

2.5.2 HSS

Untuk menentukan jumlah HLR yang diperlukan

$$\text{Jumlah HSS} = \frac{\sum \text{Subsc r ib er}}{\sum \text{tr afik}} \quad (2-3)$$

2.5.3 MME

Untuk menentukan jumlah MME yang diperlukan, perlu dipertimbangkan tiga aspek penting,

$$MME = \text{Max} \left(\frac{\sum \text{Subscriber}}{MM}, \frac{\sum \text{b ear er}}{\sum \text{tr afik}}, \frac{\sum \text{tr afik}}{\sum \text{tr afik}} \right) \quad (2-4)$$

2.5.4 SGW-PGW

Penentuan jumlah S/PGW yang diperlukan,

$$\text{SGW-PGW} = \text{Max} \left(\frac{\sum \text{Subscriber}}{\text{afik}}, \frac{\sum \text{b ear er}}{\sum \text{tr afik}}, \frac{\sum \text{tr afik}}{\sum \text{tr afik}} \right) \quad (2-5)$$

MM $\sum \text{tr afik}$ $\sum \text{b ear er}$ $\sum \text{tr afik}$

2.6 Dimensioning Interface

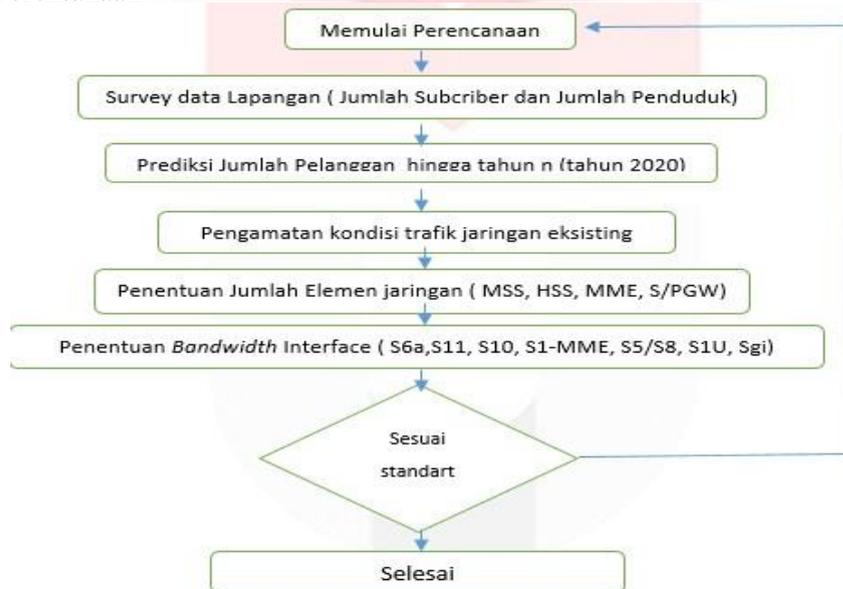
Interface signaling : Jumlah Subscriber x Msg_sig_perSub_BH/ 3600 s
 Interface User Plane atau Trafik Interface : Jumlah Subscriber x PacketpersubBH/3600 s

2.7 Circuit Switch Fallback (CS Fallback) di EPC

Beberapa operator seluler memilih menggunakan jaringan 4G tanpa mengenyampingkan jaringan eksisting (2G/3G) yang sudah ada. Salah satu solusinya adalah menggunakan CS fallback sampai jaringan IP Multimedia(IMS) siap untuk digunakan. CS Fallback memungkinkan *User equipment*(UE) untuk men-drop koneksi LTE ke jaringan 3G atau 2G. Standart Untuk CS fallback oleh 3GPP adalah 23.272. Arsitektur dari CS Fallback, dimana karakteristik dari EPC yang mendukung CS fallback yaitu tetap terhubung ke *Mobile Switching Center* (MSC) dan *Visited Location Register* (VLR) pada domain *Circuit Switch* (CS) jaringan 3G^[18]. SGSN pada jaringan juga terhubung dengan MME dan SGW. *Interface* antara MME dan MSC disebut *SGs interface*. CS Fallback menggunakan SGs transfer *call request* dari CS domain ke LTE^[7]. Juga memfasilitasi *mobility management* antara 3G CS domain dan *Evolved Packet Core*(EPC). Jaringan telekomunikasi harus mengetahui dimana letak *User Equipment* (UE) agar dapat memberikan pelayanan yang diminta *user equipment*. Untuk dapat melakukan panggilan menggunakan CS fallback, *Circuit Switch* (CS) domain pada jaringan 3G harus mengetahui dimana *location area user*^[18].

3. ASPEK PERENCANAAN

3.1 Alur Perencanaan



Gambar 2 Alur perencanaan

Terdapat beberapa aspek yang diperhatikan : Perkiraan Pelanggan (*Subscriber forecast*), Kondisi trafik yang ada pada jaringan eksisting, Asumsi standar perencanaan dari operator, perencanaan beberapa informasi yang berhubungan dengan kondisi jaringan eksisting. Informasi-informasi tersebut antara lain adalah : Jumlah pelanggan, Kuantitas dan kapasitas dari *network element*, Pemodelan jaringan, Signaling Message Busy Hour dan Packet per Sub saat *Busy Hour*.

3.2 Network Dimensioning

Keluaran pada tahap *dimensioning* adalah : Perkiraan trafik yang akan dibangkitkan oleh seluruh pelanggan, Jumlah elemen jaringan yang dibutuhkan untuk menangani seluruh trafik yang dibangkitkan pelanggan, Kapasitas *interface* yang dibutuhkan untuk menagani seluruh trafik.

3.3 Kondisi Jaringan Telkomsel

Dengan menggunakan rumus pertumbuhan penduduk. $8.602.943 = 7.434.569 (1 + (r))^{(2014-2012)}$. Dimana, Rentang tahun 2014 hingga 2012, Sub tahun acuan awal adalah 7.434.569, Sub tahun acuan akhir adalah 8.602.943 didapatkan $R = 0,020045$. Dari data pelanggan 2012 hingga 2014 diperoleh prediksi peningkatan jumlah pelanggan Telkomsel adalah 2%/tahun. Berdasarkan perhitungan pertumbuhan pelanggan 2%/tahun maka pada tahun 2020 diprediksi Telkomsel memiliki jumlah pelanggan adalah 9.690.876. Pada penelitian ini diasumsikan pelanggan secara keseluruhan 9.690.876 bisa dan akan menggunakan layanan 4G LTE.

Berdasarkan data MSC Server pada tahun 2008, MSS mempunyai spesifikasi : 2.150.000 pelanggan maksimum, 2.500.000 BHCA maksimum, 80.000 *maximum simultaneous calls processing*. Memiliki rata-rata BHCA 1 *subscriber* adalah 1,14, Memiliki 408089 *simultaneous calls processing*. Berdasarkan data 2014 Untuk MME, memiliki spesifikasi sebagai berikut : *subscriber* maksimum 1 Buah MME adalah 10.000.000, maksimum *bearer* 1 MME adalah 10.000.000, *throughput maximum* 1 MME adalah 18.000 Mbps

Berdasarkan data 2014 untuk S/PGW, memiliki spesifikasi sebagai berikut *bearer* maksimum 1 S/PGW adalah 10.000.000, *throughput* maksimum 1 S/PG adalah 18.000 Mbps. Untuk *interface* rata-rata *signaling message* 1 pelanggan adalah 100Kbps, untuk *throughput* 4G rata-rata 5-12 Mbps. Pada *busy hour* rata-rata *packet subscriber* adalah 5 Mbps. Peak maksimum Bandung adalah 36 Mbps, Pada tahun 2014 jumlah pelanggan Telkomsel di Bandung adalah 8.268,154 dan memiliki pelanggan aktif pada *busy hour* maksimum adalah 60% dari jumlah pelanggan yaitu berjumlah 4.960.892 pelanggan. Dan pada penelitian ini didefinisikan 1 pelanggan hanya punya 1 *bearer*, sehingga *bearer* maksimum adalah 4.960.892. Untuk lisensi S/PGW yang digunakan Telkomsel adalah Maximum number 4G *bearer* adalah 13.050.000

4. ANALISA PERENCANAAN EVOLVED PACKET CORE NETWORK 4G LTE

4.1 Dimensioning MSC Server

Jumlah pelanggan yang diramalkan pada tahun 2020 adalah 9.690.876. BHCA yang dibangkitkan oleh satu pelanggan adalah 1.14 BHCA, Sehingga BHCA total pada tahun 2020 adalah 11.047.598,64. Sedangkan jumlah *simltaneous call* adalah 408089. MSS yang digunakan pada jaringan Telkomsel memiliki spesifikasi : 2.150.000 pelanggan maksimum, 2.500.000 BHCA Maksimum, 80.000 *maximum simultaneous calls processing*

Maka jumlah MSS yang diperlukan dapat dihitung dengan pendekatan persamaan 2.1 :

$$\text{Jumlah MSS} : \text{Max} \left[\frac{9.690.876}{2.150.000}, \frac{11.047.598,64}{2.500.000}, \frac{408089}{80000} \right]$$

Jumlah MSS = max[4,5 ; 4,4 ; 5,1], Jumlah MSS yang diperlukan adalah berjumlah 6 Buah.

4.2 Dimensioning Home Subscriber Server

Untuk menentukan Jumlah HSS yang diperlukan dapat dengan menggunakan pendekatan persamaan 2.2 sebagai berikut :

$$\text{Jumlah HSS} = \frac{96.9087}{24300900}$$

Jumlah HSS minimum = 0,39

Jaringan 4G LTE Telkomsel di Bandung membutuhkan 1 buah HSS untuk menangani semua pelanggannya.

4.3 Dimensioning MME

Kapasitas MME ditentukan berdasarkan jumlah pelanggan yang dapat *attach* secara simultan, *Simultaneous PDP context*, dan data *throughput*. Pada jaringan Telkomsel di Bandung dengan spesifikasi : pelanggan aktif maksimum 1 MME adalah 10.000.000 pelanggan, *simultaneous PDP context* maksimum adalah 10.000.000 pelanggan, *throughput maximum/ bearer maximum* adalah 18000 Mbps. Pelanggan aktif maksimum pada jam sibuk : 4.960.892 pelanggan, *simultaneous PDP context* maksimum adalah 4.960.892 *throughput* maksimum per *user* adalah 36 Mbps. Untuk menentukan jumlah minimum MME yang diperlukan dapat menggunakan pendekatan persamaan 2.3 sebagai berikut :

$$\text{Jumlah MME} = \text{Max} \left[\frac{4.960.892}{10.000.000}, \frac{4960892}{10.000.00}, \frac{560 \text{ Mbps}}{18000 \text{ Mbps}} \right]$$

Jumlah MME = 1, jadi jumlah minimum MME yang dibutuhkan jaringan di Bandung adalah 2 buah. 1 untuk operasional dan 1 *active stanby* elemen.

4.4 Dimensioning SGW-PGW

Perangkat SGW-PGW yang akan digunakan memiliki Spesifikasi^[14], *bearer* maksimum adalah 10.000.000, *throughput* maksimum 18.000 Mbps, sedangkan kondisi jaringan, jumlah *bearer context maksimum*^[14], 4.960.892, *throughput* 560 Mbps^[14], untuk menentukan jumlah SGW-PGW minimum dapat menggunakan pendekatan persamaan 2.4 sebagai berikut :

$$\text{Jumlah SGW-PGW} = \text{Max} \left[\frac{4.960.892}{10.000.000}, \frac{560 \text{ Mbps}}{18.000 \text{ Mbps}} \right]$$

Pada jaringan Telkomsel di Bandung minimal membutuhkan 2 buah perangkat, 1 Buah SGW-PGW untuk operasional dan 1 buah untuk aktif standby elemen

4.5 Dimensioning Interface

Bandwidth interface signaling s6a, s11, s10, s5/s8 control plane, s1-MME.

$$\begin{aligned} \text{Bandwidth interface signaling} &= \frac{9690876 \times 100\text{Kbit}}{3600\text{s}} \\ &= 269,191 \text{ Mbps} \end{aligned}$$

Bandwidth interface trafik, seperti S5/S8 user plane, S1-U, Sgi

$$\text{Bandwidth Interface} = \frac{9690876 \times 5000 \text{ K}}{3600 \text{ s}} = 13 \text{ Gbps}$$

Jika diasumsikan tahun 2017-2020 rata-rata *throughput* pelanggan Telkomsel adalah 36 Mbps, maka *bandwidth* yang harus disediakan adalah

$$\text{Bandwidth interface} = \frac{9690876 \times 36000 \text{ K}}{3600 \text{ s}} = 96,91 \text{ Gbps}$$

4.5 Hasil Perencanaan

Tabel 2 Jumlah elemen

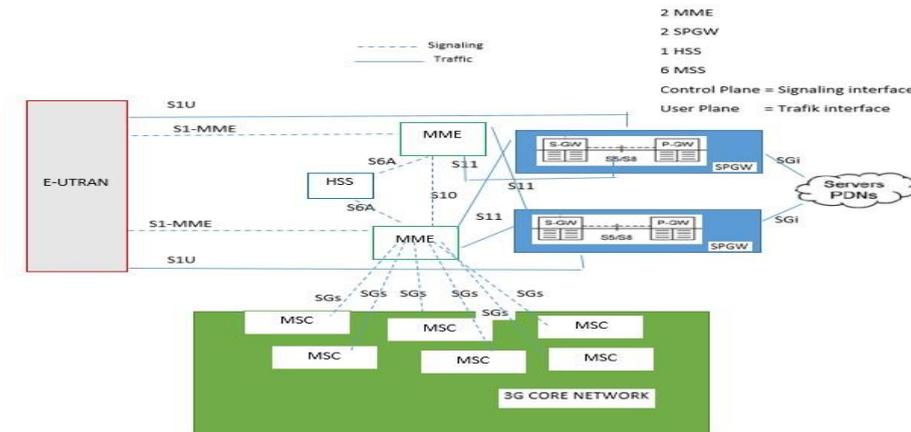
Perangkat	Jumlah
MSS	6
HSS	1
MME	2
S/PGW	2

Tabel 3 Bandwidth Interface

Interface	Bandwidth
S6a	269,191 Mbps
S11	269,191 Mbps
S10	269,191 Mbps
S5/S8 user plane	13 Gbps atau 96,91 Gbps
S5/S8 control plane	269,191 Mbps
S1-U	13 Gbps atau 96,91 Gbps
S1-MME	269,191 Mbps
Sgi	13 Gbps atau 96,91 Gbps

Untuk arsitektur jaringan inti 3G UMTS Telkomsel terhubung dengan topologi *mesh*, dan untuk arsitektur jaringan EPC 4G LTE di Bandung harus tetap menggunakan topologi *Fullmesh* dikarenakan kelebihan yang dimiliki topologi network *full mesh* tidak dimiliki dan tidak bisa diakomodir topologi ring, star, Bus, maupun topologi Hibrid.

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, maka penulis merekomendasikan *link* transport yang bisa digunakan *link* transport untuk *interface* yang melayani *signaling* sebesar 269,191 Mbps masing-masing dapat menggunakan 2 STM-4 atau 3 STM-1, atau menggunakan 2 kabel serat optik berkapasitas 1 Gbps, satu untuk operasional dan satu untuk standby route. *Link* transport untuk *interface User Plane* sebesar 13Gbps dapat menggunakan : 24 STM-4, 23 Untuk Operasional dan 1 untuk *standby route*. Dapat menggunakan 14 kabel berkapasitas 1 Gbps, 13 Untuk Operasional, 1 untuk *Standby route*, Dapat menggunakan 3 buah kabel serat optik berkapasitas 10 Gbps, dan 2 kabel berfungsi untuk operasional atau 1 buah untuk *standby route*, Jika asumsi rata-rata *throughput* per *subscriber* tahun 2017 adalah 36 Mbps, maka dapat menggunakan 11 kabel serat optik berkapasitas 10 Gbps, 10 Untuk jalur utama, 1 untuk rute cadangan.



Gambar 3 Pemodelan Jaringan

Karena pada perencanaan ini diasumsikan bahwa persebaran subscriber dan trafik adalah merata, maka penentuan lokasi penempatan elemen-elemen jaringan yang akan digunakan dilakukan dengan pertimbangan letak lokasi kantor atau tempat yang disediakan PT Telkomsel untuk penempatan elemen, yaitu di dua tempat yaitu di daerah jalan Soekarno Hatta Bandung, dan juga daerah Dago.

5. KESIMPULAN

Menerapkan 4G LTE menggunakan CS Fallback membutuhkan minimum 6 MSS, 1 HSS, 2 MME, 1 SGW-PGW. Kondisi trafik data pada jaringan Telkomsel di Bandung hampir berimbang dengan pelanggan non data. Dari data pelanggan 2014 sebesar 8.602.943 terdapat 45% pelanggan menggunakan layanan 3G. *Bandwidth* yang dibutuhkan *interface signaling* seperti s6a, S11, S10, S1-MME, S5/S8 *control plane* adalah 269,191 Mbps. *bandwidth* untuk *interface user plane* seperti S5/S8 *user plane*, S1-U, Sgi adalah 13 Gbps atau 96,9 Gbps. Adapun alternatif link transport *interface signaling* dapat menggunakan 3 STM-1 atau 2 STM-4, atau menggunakan 2 kabel serat optik berkapasitas 1 Gbps, Untuk link transport *interface user plane* dapat menggunakan 24 STM-4, atau dapat menggunakan 3 buah kabel serat optik berkapasitas 10 Gbps. Jika asumsi rata-rata throughput per subscriber tahun 2017 adalah 36 Mbps, maka dapat menggunakan 11 kabel serat optik berkapasitas 10 Gbps, 10 Untuk jalur utama, 1 untuk rute cadangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alcatel.2010. *The LTE Network Architecture (White Paper)*. Alcate-lucent.france
- [3] BPS Jawa Barat.2014. Tabel Penduduk Kota Bandung.<http://bandungkota.bps.go.id/subyek/penduduk-2013>
- [7] Jumlah Subscriber.2014. Jumlah Subscriber Kota Bandung 2012-2014 Telkomsel.PT Telkomsel. Jakarta
- [11] Ritonga, H. Amanullah, G. dan Andrean.2013.Statistika Perguruan Tinggi Ilmu Kepolisian.Jakarta
- [12] Sesia, I., I. Toufik dan M.Baker.eds.2012.*LTE The UMTS Long Term evoluion From Theory To Practice*. United Kingdom. Wiley
- [14] Spesifikasi dan kapasitas.2014. Kapasitas, trafik, spesifikasi perangkat .PT Telkomsel. Jakarta
- [15] Springer.2011.*Understanding LTE and its performance network and architetur (Paper)*.
- [18] Tanaka, I. Khosimizu, T. dan Nishida, K.2013.*CS Fallback Function for Combined LTE and Circuit Switch(White Paper)*.NTT Docomo. Jepang
- [19] 3GPP *Technical Specification 23.272.CS Fallback in EPS (Release 12)* , www.3gpp.org.
- [20] 3GPP.2014. 3GPP TS 23.002 version 12.6.0 Release 12
- [21] 3GPP.2014.3GPP TS 29.274 version 12.8.0 Release 12





