ARSITEKTUR JARINGAN LTE (LONG TERM EVOLUTION) UNTUK MENGATASI BACKHAUL CONNECTION WIFI PADA RURAL AREA DENGAN TEKNOLOGI FOURTH GENERATION (4G)

Komang Ayu Triana Indah¹⁾, Ida Bagus Putra Manuaba²⁾

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali

Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali – 80364

E-mail: ¹triana_indah@pnb.ac.id

Abstrak - Teknologi WiFi yang digunakan pada rural area pada umumnya untuk jaringan fisik untuk koneksi satu base-station ke base-station yang lain (backhaul) atau ke switching centre seringkali terdapat banyak permasalahan. Wi-Fi dioptimasi untuk penggunaan dengan jangkauan yang pendek, penggunaan untuk luar ruangan dan jangkauan yang panjang akan menyebabkan *multipath* dan *delay spread* tidak tertangani secara optimal. Meskipun penggunaan teknologi WiFi cukup praktis, akan tetapi penggunaan WiFi untuk koneksi backhaul akan menimbulkan permasalahan karena teknologi WiFi dirancang dan dioptimasi untuk penggunaan dengan cakupan LAN, sedangkan kondisi geografis di pedesaan tidak memungkinkan instalasi tersebut. Teknologi LTE menjawab permasalahan yang timbul dalam instalasi WiFi diantaranya kecepatan puncak data, mobilitas pengguna, daya, konsumsi, handover, fasilitas roaming dan coverage. *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. LTE memiliki standar terbaru teknologi jaringan mobile yang diproduksi dengan teknologi jaringan GSM/EDGE dan UMTS/HSDPA. Implementasi LTE untuk mengatasi permasalahan koneksi backhaul di pedesaan dengan teknologi Rural 4G secara teknis dilakukan untuk mengatasi permasalahan koneksi backhaul pada jaringan WiFi.

Kata Kunci: *Term Evolution, Backhaul Connection, WiFi, Fourth Generation Network*

1. PENDAHULUAN

Layanan telekomunikasi merupakan salah satu kebutuhan yang tidak pernah terlepas dari kehidupan manusia. Indonesia merupakan negara di Asia Tenggara, dengan teledensitas yang rendah. Hal ini diakibatkan oleh ketersediaan layanan telekomunikasi, terutama di pedesaan masih sangat kecil. Angka teledensitas di Indonesia masih berada di bawah 4%. Dengan kata lain, penetrasi akses teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) masih kurang. Padahal, menurut ITU-T, peningkatan 1% penetrasi TIK dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi sebesar 3%.

Beberapa alasan rendahnya ketersediaan layanan ini adalah mahalnya biaya teknologi, kesulitan pembangunan dan pemeliharaannya karena struktur geografis pedesaan. Salah satu upaya yang sedang dilakukan adalah menyediakan akses TIK yang murah bagi masyarakat pedesaan melalui *Rural Next Generation Network* (R-NGN). Salah satu permasalahannya adalah tingginya biaya infrastruktur jaringan kabel dan layanan komunikasi yang tidak dapat dijangkau terutama oleh masyarakat pedesaan. Infrastruktur yang digunakan saat ini adalah menggunakan teknologi Wi-Fi yang digunakan untuk jaringan fisik, terutama koneksi (*backhaul*) satu *base-station* ke *base-station* yang lain. Namun penggunaan teknologi Wi-Fi untuk koneksi *backhaul* dapat menimbulkan permasalahan diantaranya jangkauannya yang pendek, teknologi antenna, ukuran kanal, bit rate dan frekuensi unlicensed sehingga banyak perangkat memiliki frekuensi yang sama. Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan *backhaul WiFi* adalah penerapan teknologi LTE (Long Term

Evolution) yang memberikan kecepatan uplink hingga 50 megabit per detik (Mbps) dan kecepatan downlink hingga 100 Mbps.

Dari latar belakang diatas dapat dirumuskan beberapa permasalahan yaitu Bagaimana membuat konfigurasi jaringan LTE (*Long Term Evolution*) dengan teknologi 4G (*Fourth Generation*) sebagai solusi untuk mengatasi permasalahan *backhaul* WiFi dalam infrastruktur *Network Generation Next* (NGN) di daerah pedesaan sehingga *user* bisa mendapatkan akses TIK secara optimal.

Tujuan dari penelitian ini memperbaiki dan mengatasi permasalahan *backhaul connection* WiFi pada rural area dengan merancang arsitektur jaringan LTE (Long Term Evolution) dengan teknologi *Fourth Generation* (4G).

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa metode yaitu Test-Bed Rural NGN (New Generation Next), analisa WiFi *Backhaul Connection*, arsitektur LTE (User Equipment, Mobility Management Entity/MME, Serving Gateway/SGW, Home Subscriber Server/HSS, Aspek Interface Radio LTE, dan Konfigurasi Antena)

3. TEST-BED RURAL NGN

Angka teledensitas di Indonesia masih berada di bawah 4%. Dengan kata lain, penetrasi akses teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) masih kurang. Padahal, menurut ITU-T, peningkatan 1% penetrasi TIK dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi sebesar 3%. Beberapa alasan rendahnya ketersediaan layanan ini adalah mahalnya biaya teknologi, kesulitan

pembangunan dan pemeliharaankarena struktur geografis pedesaan. Salah satu upaya yang sedang dilakukan adalah menyediakan akses TIK yang murah bagi masyarakat pedesaan melalui *Rural Next Generation Network (R-NGN)*. Infrastruktur yang digunakan saat ini adalah menggunakan teknologi Wi-Fi yang digunakan untuk jaringan fisik, terutama koneksi (*backhaul*) satu *base-station* ke *base-station* yang lain. Seperti pada gambar 1 berikut ini

Gambar 1. Jaringan Rural Backhaul WiFi

Seperti ditunjukkan pada gambar 1, sistem untuk R-NGN dibagi menjadi 3 sub-sistem sebagai berikut :

1. Aplikasi Pengguna, terdiri dari aplikasi-aplikasi perangkat lunak dan perangkat keras yang digunakan sebagai alat komunikasi seperti telepon, *chat*, *e-mail*, dan komputer.
2. Sistem Operasi, sistem operasi yang dapat mengatur kerja sistem dan mengaplikasikan protokol IP seperti Linux atau Windows.

Gambar 2. Salah satu Trial-Site Desa Blimbing, Tabanan

Jaringan, infrastruktur sistem komunikasi, terbagi menjadi 3 sub-jaringan, yaitu *Core Network (CN)* menggunakan frekuensi 2,4 GHz yang menghubungkan desa Pupuan, Blimbing dan Slemadeg, Kabupaten Tabanan yang berjarak kurang lebih 10 km, *Access Network* dan *node* yang menghubungkan CN dengan pengguna.

Akan tetapi, penggunaan teknologi Wi-Fi untuk koneksi *backhaul* dapat menimbulkan permasalahan. Potensi permasalahan tersebut, antara lain :

1. Wi-Fi dioptimasi untuk penggunaan dengan jangkauan yang pendek, penggunaan untuk luar ruangan dan jangkauan yang panjang akan menyebabkan *multipath* dan *delay spread* tidak tertangani secara optimal.
2. Teknologi antena masih terbatas, penetrasi *non line of sight (NLOS)* masih terbatas, komunikasi yang dilakukan hanya *point-to-point Line of Sight (LOS)*
3. Wi-Fi dirancang untuk aplikasi LAN
4. Ukuran kanal 20 MHz, tidak fleksibel
5. Bit rate max. 54 Mbps
6. Tidak dirancang untuk komunikasi multi-hop
7. Frekuensi *unlicensed*, banyak perangkat lain yang menggunakan frekuensi yang sama, sehingga interferensi akan menjadi masalah jika semakin banyak pengguna pada frekuensi tersebut
8. Faktor keamanan dan kerahasiaan (WEP) menjadi hambatan

Dari permasalahan-permasalahan tersebut, dapat disimpulkan bahwa penggunaan teknologi Wi-Fi untuk koneksi *backhaul* bukanlah yang terbaik. Permasalahan-permasalahan tersebut dicoba diatasi dengan menggunakan teknologi LTE memberikan kecepatan uplink hingga 50 megabit per detik (Mbps) dan kecepatan downlink hingga 100 Mbps.

4. TEKNOLOGI LONG TERM EVOLUTION (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 (*third generation partnership project*) terlihat pada Gambar 3 sedangkan perkembangan Evolusi Jaringan LTE dapat dilihat pada gambar 4 berikut ini.

Gambar 3 Perkembangan telekomunikasi standar 3GPP (Third generation Partnership Project)

Gambar 4. Evolusi Jaringan LTE

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa LTE merupakan evolusi dari jaringan seluler yang dipersiapkan untuk teknologi 4G. Adapun tujuan pengembangan teknologi pada 3GPP adalah sebagai berikut:

1. Kebutuhan akan pengembangan jaringan 3G dalam waktu yang akan datang.
2. Kebutuhan pelanggan akan kecepatan data yang tinggi dan *quality of service* (QOS).
3. Pengembangan teknologi packet switching.
4. Mengurangi biaya operasional karena arsitektur jaringan yang sederhana.

5. PERANCANGAN DAN ANALISIS LTE UNTUK RURAL-NGN

Salah satu target aplikasi LTE untuk daerah *rural-NGN* adalah koneksi *backhaul*, menggantikan teknologi Wi-Fi yang saat ini sedang digunakan. Dari spesifikasi teknis, beberapa keuntungan dengan adanya LTE sebagai koneksi *backhaul* jika dibandingkan dengan teknologi Wi-Fi yang saat ini sedang digunakan, antara lain sebagai berikut:

1. Mendukung skalabilitas bandwidth 1.25, 2.5, 5.0, 10.0, dan 20.0 MHz
2. Tingkat petak data berskala dengan sistem bandwidth
 - a. Downlink (2 Ch MIMO) peak rate 100 Mbps pada Channel 20 MHz
 - b. Uplink (Single Ch Tx) peak rate 50 Mbps pada Channel 20 MHz
3. Konfigurasi Antenna Pendukung
 - a. Downlink: 4x2, 2x2, 1x2, 1x1
 - b. Uplink: 1x2, 1x1

4. Efisiensi Spektrum
 - a. Downlink: 3 to 4 x HSDPA Rel. 6
 - b. Uplink: 2 to 3 x HSUPA Rel. 6
5. Latency
 - a. C-Panel: <50 - 100 msec untuk membangun U-Plane
 - b. U-Panel: <10 msec dari UE ke server
6. Mobility
 - a. Optimal untuk Low Speed (<15 Km/h)
 - b. Performansi yang tinggi pada kecepatan sampai 120 Km/h
 - c. Pemeliharaan hubungan pada kecepatan sampai 350 Km/h
7. Cakupan/Jangkauan
 - a. Full Performance sampai 5 km
 - b. Sedikit penurunan kinerja pada 5 - 30 km
 - c. Operasi sampai 100 km tidak harus dihalangi oleh standar
8. Mendukung MBSFN (*Multicast Broadcast Single Frequency Network*). Fitur ini dapat memberikan layanan seperti Mobile TV menggunakan infrastruktur LTE, dan merupakan pesaing untuk layanan DVB-H berbasis siaran TV.

Dari fitur-fitur utama yang dipaparkan diatas dapat disimpulkan bahwa teknologi LTE secara teknis dapat diterapkan untuk koneksi *backhaul* untuk R-NGN. Akan tetapi ketersediaan perangkat dan faktor harga masih menjadi kendala saat ini, sehingga penerapannya saat ini untuk R-NGN masih belum terlaksana.

6. HASIL DAN PEMBAHASAN

6.1. Arsitektur Jaringan R-NGN dengan teknologi 4G LTE

Arsitektur jaringan LTE dirancang untuk tujuan mendukung trafik packet switching dengan mobilitas tinggi, *quality of service*(QOS), dan *latency* yang kecil. Pendekatan packet switching ini memperbolehkan semua layanan termasuk layanan voice menggunakan koneksi paket. Oleh karena itu pada arsitektur jaringan LTE dirancang sesederhana mungkin, yaitu hanya terdiri dari dua node yaitu eNodeB dan *mobility management entity/gateway* (MME/GW). Hal ini sangat berbeda dengan arsitektur teknologi GSM dan UMTS yang memiliki struktur lebih kompleks dengan adanya *radio network controller* (RNC). Beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dengan hanya adanya single node pada jaringan akses adalah pengurangan latency dan distribusi beban proses RNC untuk beberapa eNodeB. Pengeliminasian RNC pada jaringan akses memungkinkan karena LTE tidak mendukung soft handover. Arsitektur dasar jaringan LTE dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5. Arsitektur Jaringan LTE

Untuk mengetahui suatu sistem berfungsi atau tidak perlu dilakukan pengambilan sampel, untuk memudahkan pengambilan data pada titik yang valid, langkah pertama adalah melakukan wawancara dengan pihak operator jaringan gsm masing masing, dari hasil wawancara tersebut didapatkan informasi mengenai lokasi titik-titik 4G LTE, dengan jumlah titik 4G indosat sebanyak 4 titik dan xl 20 titik, lokasi titik 4G XL yang dimaksud dapat dilihat pada table 1 .Titik 4G XL berjumlah lebih banyak dari indosat, lokasi titik 4G Indosat yang dimaksud dapat dilihat pada tabel 5 dari hasil wawancara tersebut juga didapatkan informasi bahwa syarat untuk dapat menikmati jaringan 4G adalah dengan berada di lokasi yang ter-cover jaringan 4G, memiliki perangkat yang support 4G, memiliki kartu sim khusus 4G dan mengaktifkan paket internet 4G.

Tabel 1 Lokasi titik 4G XL

No	Lokasi titik 4G XL
1	Blimbing
2	Pupuan
3	Slemadeg
4	

Tabel 2 Lokasi titik 4G Indosat

No	Lokasi titik 4G Indosat
1	Blimbing
2	Pupuan
3	Slemadeg
4	

Dikarenakan titik 4G indosat lebih sedikit, maka penelitian dilakukan di 4 lokasi tersebut, perlu diketahui bahwa 4G indosat seluruhnya memiliki frekuensi di 900Mhz, sedangkan 4G XL sebanyak 13 lokasi BTS dan memiliki dua frekuensi, yakni 900Mhz dan 1800Mhz, peralatan jaringan yang digunakan berupa modem huawei E8278 sudah support 4G LTE

di frekuensi 900Mhz, dan 1800Mhz, namun antenna yagi yang dipakai sebagai media penelitian hanya dapat menangkap frekuensi di 900Mhz, mayoritas titik 4G XL ada pada frekuensi 900Mhz, hanya satu lokasi saja yang mempunyai frekuensi 1800Mhz, dan lokasi tersebut ada pada titik Seturan UPN, dikarenakan terdapat kendala tersebut jadi penelitian hanya dapat dilakukan pada frekuensi 900Mhz saja. Dari hasil pengamatan lapangan tersebut, maka tahap selanjutnya adalah menentukan lokasi BTS 4G dari masing-masing operator jaringan gsm dalam hal ini diperlukanlah peran antenna yagi sebagai media dalam melakukan *pointing*, metode ini dilakukan dengan cara menebak posisi BTS 4G dengan menggunakan peralatan berupa modem 4G dan antenna yagi yang terpasang pada modem tersebut, pengujian dilakukan pada titik jaringan 4G yang didapatkan melalui tanya jawab dengan pihak operator jaringan, dan mengunjungi situs website masing-masing operator jaringan, pengujian dilakukan dengan cara memutar antenna yagi yang terpasang pada modem dan terkoneksi dengan aplikasi bawaan modem dan aplikasi mdma, apabila pada aplikasi modem tersebut menunjukkan jumlah bar sinyal yang kuat, selanjutnya dilakukan pengujian menggunakan aplikasi mdma guna melihat informasi dbm dari sinyal operator yang digunakan, setelah didapatkan arah BTS yang sinyalnya kuat, maka tahap selanjutnya adalah menjalankan aplikasi opensignal untuk melihat posisi BTS yang cocok berdasarkan arah antenna modem, informasi lokasi BTS yang didapatkan dari hasil pengujian tersebut kemudian ditandai guna pengambilan data sinyal 4G berikutnya.

Hasil pengujian sistem monitoring dari segi *server* adalah berbentuk grafik dan *ip address* yang didapatkan dari aplikasi BandwidthD, pengujian ini dilakukan dengan menguji paket yang terpasang pada *server* dan pada *client*, pengujian *traffic* dan *throughput* dilakukan dengan melakukan *download file* sebesar 100Mb dalam format zip pada *server2*, dengan menggunakan antenna dan tanpa antenna, hasil dari masing-masing pengujian akan terekam pada aplikasi bandwidthd pada *server*, berdasarkan penelitian di lapangan dengan aplikasi bandwidthd, paket sebesar 100Mb yang di unduh dapat dibagi menjadi beberapa *ip* penyokong dari satu operator, ditemukan pula pada beberapa lokasi paket 100Mb hanya disokong dengan satu *ip* saja. Dengan pengujian unduh dari *server 2* didapatkan hasil berupa *speed upload*, *download*, *data sent* dan *peak send rate* dari file yang diunduh

dengan jarak 1 kilometer tanpa antenna pada BTS Indosat 4G.

Semua interface jaringan pada LTE adalah berbasis internet protocol (IP). eNodeB saling terkoneksi dengan interface X2 dan terhubung dengan MME/SGW melalui interface S1 seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4. Pada LTE terdapat 2 logical gateway, yaitu *serving gateway* (S-GW) dan *packet data network gateway* (P-GW). S-GW bertugas untuk melanjutkan dan menerima paket ke dan dari eNodeB yang melayani user equipment (UE). P-GW menyediakan interface dengan jaringan *packet data network* (PDN), seperti internet dan IMS. Selain itu P-GW juga melakukan beberapa fungsi lainnya, seperti alokasi alamat, packet filtering, dan routing.

Jaringan infrastruktur sistem komunikasi di R-NGN saat ini terbagi menjadi 3 sub-jaringan, yaitu *Core Network* (CN) menggunakan frekuensi 2,4 GHz yang menghubungkan *access unit* pada desa Pupuan, Blimbing dan Selemadeg. *Access unit* terhubung pada *media access*, yang kemudian terhubung ke peralatan pengguna, seperti telepon, yang berbasis IP (VoIP) dan terminal berbasis PC. Implementasi jaringan LTE untuk jaringan R-NGN difokuskan pada koneksi *backhaul*, berdasarkan standar IEEE 802.16a, LTE mempunyai radius *cell* antara 7-10 km untuk NLOS dan 50 km untuk LOS. Spesifikasi tersebut telah cukup untuk mengganti infrastruktur Wi-Fi yang digunakan saat ini. Infrastruktur Wi-Fi digunakan untuk perluasan daerah yang belum tercangkupi LTE. Deskripsi jaringan dapat dilihat pada gambar 6.

Gambar 6. Jaringan R-NGN LTE

Implementasi LTE untuk rural dapat dikarakterisasi sebagai berikut: segmen pasar, yaitu penduduk/warga dan perusahaan kecil dan menengah, luas daerah, populasi penduduk, densitas penduduk, pita frekuensi yang digunakan, lebar pita kanal, spektrum. OPEX (*operational expense*) meliputi pemeliharaan infrastruktur, instalasi peralatan pengguna, sewa lahan *base station*, dsb. Analisa mengenai CAPE dan OPEX ini akan menghasilkan analisa secara ekonomi, yang kemudian akan digabungkan dengan analisa secara teknis.

Gambar 7 Jaringan R-NGN LTE

Gambar 7 menunjukkan deskripsi jaringan dari pengguna akhir menuju *core network*. CAPEX (*capital expense*) untuk infrastruktur jaringan meliputi *base station*, jaringan *edge* dan jaringan *core*.

7. KESIMPULAN

Teknologi jaringan 4G LTE mampu mengatasi permasalahan yang ada pada *backhaul connection* WiFi, yaitu skala bandwidth yang lebih tinggi, jangkauan yang semakin luas, teknologi antena, ukuran kanal, latency, bit rate, frekuensi, dukungan MBSFN (*Multicast Broadcast Single Frequency Network*) sehingga dapat memberikan layanan seperti Mobile TV menggunakan infrastruktur LTE di daerah Rural/pedesaan. Selain itu teknologi 4G LTE ini juga bisa menghemat biaya investasi perangkat dan menyediakan alternatif untuk memperluas layanan pada daerah-daerah yang sulit dijangkau. Arsitektur jaringan LTE dirancang untuk tujuan mendukung trafik packet switching dengan mobilitas tinggi, *quality of service* (QoS), dan *latency* yang kecil. Oleh karena itu pada arsitektur jaringan LTE dirancang sesederhana mungkin, yaitu hanya terdiri dari dua node yaitu eNodeB dan *mobility management entity/gateway* (MME/GW). Beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dengan hanya adanya single node pada jaringan akses adalah pengurangan *latency* dan distribusi beban proses RNC untuk beberapa eNodeB diharapkan akan didapat banyak keuntungan seperti tersedianya layanan jaringan lebih cepat (bahkan di daerah yang sulit dijangkau oleh jaringan berbasis kabel), biaya instalasi lebih rendah dan kemampuan untuk mengatasi batasan fisik yang terdapat pada jaringan berbasis kabel.

REFERENSI

- [1] Munardi, R., 2013, Evaluasi Daya Terima Sinyal 3G Pada Daerah Sub Urban Banda Aceh : Universitas Syiah Kuala
- [2] Patih, D.F.J., 2012, Analisa Perancangan Server VOIP (Voice Internet Protocol) Dengan Opensource Asterik Dan VPN (Virtual Private

- Network) Sebagai Pengaman Jaringan Antar Client. Lampung : Universitas Lampung
- [3] Pratama, F., 2012, Evaluasi Kinerja Sistem Komunikasi LTE Advanced dengan Relay Berbasis Orthogonal Resource Allocation Algorithm. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [4] Putri, N.T., 2012, Analisis QOS (Quality Of Service) Pada Jaringan Internet. Palembang :Universitas Bina Darma
- [5] Tanenbaum, A., 2011, Computer Networks, Prentice Hall., United States of America
- [6] Anonim., Peak Data Rate / Peak Send Rate, <http://www.sweetwater.com/insync/peak-data-rate/> Diakses: 15 September 2015
- [7] Setyawan, D., 2003, Teknologi Seluler CDMA dan GSM, PT. Elex Media Komputindo. Jakarta
- Suyuti, S., 2011, Studi Perkembangan Teknologi 4G LTE dan WiMAX di Indonesia. Makasar
- [8] Yanto, 2013, Analisis QOS (Quality Of Service) Pada Jaringan Internet. Tanjungpura:Universitas Tanjungpura