

## PERENCANAAN DAN ANALISA KAPASITAS SKEMA OFFLOAD TRAFIK DATA PADA JARINGAN LTE DAN 802.11AH

Tiara Yunita Ekawati <sup>1)</sup>, Dwi Septiaji <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom

<sup>2)</sup> P.T. Telkomsel

Email : [tiarayunitaekawati@gmail.com](mailto:tiarayunitaekawati@gmail.com)

**Abstrak .** *Trafik high data dari LTE menyebabkan beberapa trafik tidak bisa dilayani dengan baik. Oleh karena itu, diversi trafik sangatlah dibutuhkan untuk meningkatkan nilai QoS dari jaringan. Solusi diversi tersebut bisa menggunakan metode offloading data dari jaringan LTE menuju ke IEEE 802.11ah ataupun sebaliknya. Makalah ini memaparkan hasil perencanaan dan analisis parameter throughput dan kapasitas pada jaringan offload antara LTE dan IEEE 802.11ah. Skema yang digunakan adalah jika kapasitas eNodeB sudah tidak mencukupi maka user ditolak sehingga dialihkan ke jaringan 802.11ah. Hasil yang diperoleh pada perencanaan berdasarkan kapasitas menggunakan tools Atoll adalah 21 site pada wilayah Jakarta Selatan. Setelah itu, simulasi offloading trafik LTE dan 802.11ah dengan 100 user menghasilkan throughput yang stabil untuk LTE dan throughput yang lebih tinggi menggunakan 802.11ah. User yang menggunakan jaringan LTE mendapatkan throughput rata-rata 43.20868462 kbps dan jika user yang memilih untuk berpindah menuju jaringan IEEE 802.11ah mendapatkan throughput rata-rata 84.12624444 kbps.*

**Kata kunci:** 802.11ah, LTE, Offloading

### 1. Pendahuluan

#### Latar Belakang

Pertumbuhan teknologi seluler pada saat ini mengalami peningkatan yang sangat signifikan baik dari segi jumlah pelanggan maupun trafik layanannya sejak tahun 2010 [1]. Pertumbuhan trafik saat ini tidak diiringi dengan penambahan spektrum frekuensi yang semakin terbatas. Untuk mendukung permintaan pelanggan akan *data rate* yang tinggi serta guna menjaga *quality of service* (QoS) maupun *quality of experience* (QoE) pada pelanggan serta keterbatasan spektrum frekuensi maka operator seluler perlu meningkatkan sistem jaringan agar dapat melayani peningkatan trafik yang terjadi saat ini yaitu menggunakan teknologi 4G LTE.

Teknologi LTE merupakan evolusi teknologi GSM yang mempunyai *data rate* hingga 100 Mbps untuk arah *downlink* dan 50 Mbps untuk arah *uplink* [2,3]. Penggunaan teknologi *Long Term Evolution* (LTE) yang mempunyai *high data rate* dan mobilitas yang tinggi sangat tepat diimplementasikan untuk wilayah yang memerlukan akses data dengan kecepatan tinggi. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan jaringan LTE pada kota Jakarta khususnya wilayah yang memiliki trafik pengguna yang tinggi secara efisien sehingga akan didapatkan jumlah *site*. Namun, trafik high data dari LTE menyebabkan beberapa trafik tidak bisa dilayani dengan baik. Maka dari itu perlu adanya alternatif lain agar beban trafik tetap stabil, performansi kapasitas jaringan meningkat dan seluruh pelanggan dalam operator seluler tetap mendapatkan layanan yang baik. Sehingga muncul alternatif yang dapat diimplementasikan untuk kasus berikut yaitu, pengalihan layanan data melewati jaringan WiFi yang biasa disebut dengan *traffic offloading*. IEEE 802.11ah merupakan WLAN dengan frekuensi kerja dibawah 1 GHz yang akan digunakan pada generasi kelima mendatang [4].

Dengan menggunakan IEEE 802.11ah diharapkan dapat meminimalisasi trafik data yang tak dapat dilayani pada jaringan LTE karena pada IEEE 802.11ah memiliki coverage area sekitar 1000 meter dan memiliki efisiensi energy dan dapat memenuhi kapasitas *user* yang semakin meningkat setiap tahunnya.

#### Rumusan Masalah

1. Bagaimana analisis perencanaan LTE untuk lima tahun kedepan berdasarkan kapasitas dengan memperhatikan jumlah pelanggan saat ini untuk wilayah yang memiliki trafik tertinggi di Kota Jakarta?

2. Bagaimana analisis perencanaan LTE dengan mempertimbangkan skema *offloading* trafik dengan Wifi 802.11ah?
3. Bagaimana analisis performa dengan memperhatikan pengaruh terhadap beberapa parameter QoS pelanggan dari sisi *throughput*?

### Tujuan

1. Menganalisa perancangan jaringan LTE berdasarkan kapasitas dan kondisi aktual *data traffic* pada *existing network*.
2. Mendapatkan jumlah *site* dan atau *cell* yang optimal pada studi kasus daerah kota Jakarta berdasarkan perencanaan kapasitas.
3. Menganalisa perancangan jaringan LTE dengan mempertimbangkan skenario *offloading* trafik data menuju 802.11ah.
4. Menganalisa parameter QoS *user* berdasarkan perancangan jaringan LTE dengan mempertimbangkan skema *offloading*.

### Long Term Evolution

*Long Term Evolution* (LTE) diciptakan untuk memperbaiki teknologi sebelumnya. Kemampuan dan keunggulan dari *Long Term Evolution* (LTE) terhadap teknologi sebelumnya selain dari kecepatan transfer data tetapi juga karena LTE dapat memberikan *coverage* dan kapasitas dari layanan yang lebih besar, mengurangi biaya dalam operasional, mendukung penggunaan *multiple antenna*, fleksibel dalam penggunaan *bandwidth* operation dan juga dapat terhubung atau terintegrasi dengan teknologi yang sudah ada.

Tabel 1. Parameter LTE [2]

| PARAMETER                                | DETAILS                                                                       |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Peak Downlink Speed 64 QAM (Mbps)</i> | 100 (SISO), 172 (2x2 MIMO), 326 (4x4 MIMO)                                    |
| <i>Peak Uplink Speed (Mbps)</i>          | 50 (QPSK), 57 (16QAM), 86 (64QAM)                                             |
| <i>Data Type</i>                         | <i>All packet switced data (voice and data). No circuit switched.</i>         |
| <i>Channel Bandwidth (MHz)</i>           | 1.4 , 3, 5, 10, 15, 20                                                        |
| <i>Duplex Schemes</i>                    | FDD and TDD                                                                   |
| <i>Mobility</i>                          | 0 – 15 km/h ( <i>Optimized</i> )<br>15 – 120 km/h ( <i>High Performance</i> ) |
| <i>Latency</i>                           | <i>Idle to Active less than 100 ms</i><br><i>Small Packets ~10 ms</i>         |
| <i>Spectral Efficiency</i>               | DL: 3 - 4 <i>times</i> Rel. 6 HSDPA<br>UL: 2 – 3 <i>times</i> Rel. 6 HSUPA    |
| <i>Access Schemes</i>                    | OFDMA (DL)<br>SC-FDMA (UL)                                                    |
| <i>Modulation Types Supported</i>        | QPSK, 16QAM, 64QAM (UL and DL)                                                |
| <i>Coverage</i>                          | 5 – 30 km cells                                                               |

### IEEE 802.11ah

IEEE 802.11ah diperkenalkan oleh IEEE 802 Task Group yang merupakan standar untuk WLAN baik dari sisi PHY maupun MAC yang dapat bekerja dengan frekuensi kerja dibawah 1 GHz.

Tabel 2. Parameter IEEE 802.11ah [4]

| Parameter              | Details                                                          |
|------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Frequency Band         | Sub-1 GHz                                                        |
| Data Rate              | If BW = 1 MHz : 0.15 – 4 Mbps<br>If BW = 2 MHz : 0.65 – 7.8 Mbps |
| Typical Range          | 100 – 1000 m                                                     |
| Tx Power               | < 10 mW - < 1mW<br>(depending on the country's regulations)      |
| Bandwidth per Channel  | 1, 2, 4, 8 or 16 MHz                                             |
| Modulation             | BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM, 256-QAM                              |
| Transmission Technique | OFDM                                                             |
| Topology               | Single-hop                                                       |

| Parameter              | Details                          |
|------------------------|----------------------------------|
| Battery Operation      | From months to years             |
| Power Saving Mechanism | Native                           |
| Packet Length          | $\approx 100$ bytes              |
| Typical Scenarios      | One-hop networks with many nodes |

### Konsep Offload LTE dan WiFi

*Offloading* trafik merupakan sebuah teknik pemindahan trafik data dari pada satu teknologi menjadi melewati teknologi yang berbeda. *Offloading* menuju WiFi ini bekerja menggantikan yang sebelumnya pengguna menggunakan akses seluler. Pada saat pengguna terkoneksi dengan jaringan seluler, maka pemindahan trafik akan memanfaatkan jaringan seluler agar dapat terkoneksi dengan jaringan internet melalui eNode B. eNode B tersebut terhubung dengan backbone milik operator seluler yang sudah terkoneksi dengan internet.

## 2. Pembahasan

### Perencanaan Berdasarkan Kapasitas

Perencanaan jaringan dilakukan dengan berdasarkan kapasitas untuk memenuhi kebutuhan user beberapa tahun mendatang. Hal pertama yang dilakukan dalam perancangan jaringan berdasarkan kapasitas yaitu melakukan peramalan trafik pelanggan. Trafik ini diperoleh setelah melakukan beberapa perhitungan seperti forecasting jumlah pelanggan serta network *throughput* semua layanan, *Throughput* tiap user dihitung dengan model trafik dan beberapa asumsi.

Perhitungan kapasitas *throughput* sel didapat melalui spesifikasi sistem LTE, bisa menggunakan persamaan di atas ataupun menggunakan persamaan dibawah ini.

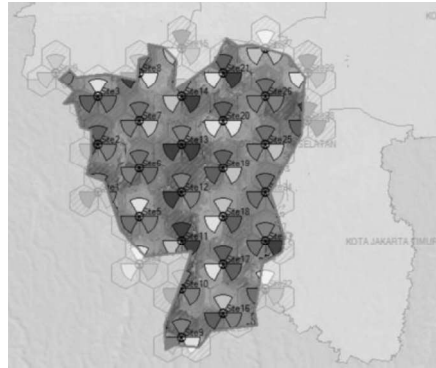
$$\text{Jumlah User per Cell} = \frac{\text{Total User Number}}{\text{Total Site} \times 3 \text{ sector}} \quad (1)$$

$$\text{Site Capacity} = (\text{DL} / \text{UL Cell Capacity}) \times \text{Cell Sector} \quad (2)$$

$$\text{Jumlah Site} = \frac{\text{Network Throughput}}{\text{Site Capacity}} \quad (3)$$

Tabel 2. Hasil Perencanaan Berdasarkan Kapasitas Wilayah Jakarta Selatan

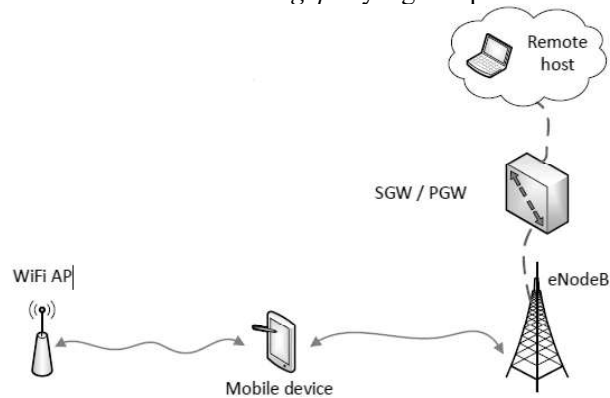
|                                       | Uplink      | Downlink    |
|---------------------------------------|-------------|-------------|
| Luas Wilayah (km <sup>2</sup> )       | 141.27      |             |
| Total User Number                     | 147021050.4 |             |
| Network <i>Throughput</i> (kbps)      | 471298647.7 | 1803006784  |
| Network <i>Throughput</i> (Mbps)      | 471298.6477 | 1803006.784 |
| Cell Average <i>Throughput</i> (Mbps) | 15          | 12.5        |
| Site Capacity (Mbps)                  | 86399928    | 86399928    |
| Number of Site                        | 5.454850005 | 20.86815146 |
| Number of Site (pembulatan)           | 6           | 21          |
| Number of User per Site               | 24503508.5  | 7001002.429 |
| Cell Coverage                         | 23.545      | 6.727142857 |
| Cell Radius                           | 2.154990538 | 1.151890895 |
| Cell Radius (Atoll)                   | 1.737408917 | 0.92868413  |



Gambar 1. Hasil Pemetaan Perencanaan Menggunakan Atoll

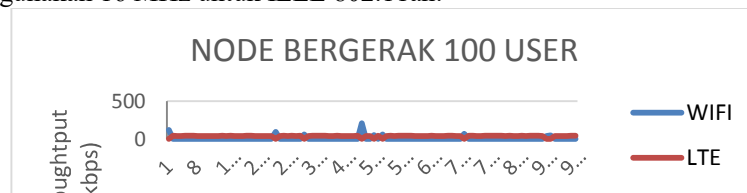
### Offloading Trafik LTE dan WiFi

*Mobility model* yang digunakan adalah offload langsung menuju IEEE 802.11ah jika kapasitas eNB sudah tidak mencukupi lalu di cek kembali *throughput* yang didapat oleh user.



Gambar 2. Topologi Jaringan Offload Pada Network Simulator 3 [4]

Parameter yang digunakan sebagai acuan skema pengerjaan makalah ini adalah node yang digunakan sebanyak 100 node dan node mobility adalah bergerak dengan kecepatan manusia berjalan karena disesuaikan dengan keadaan daerah dense urban yang lebih banyak diam atau bergerak secara perlahan. Dalam makalah ini menggunakan 6 Resource Block LTE yang berarti 1.4 MHz bandwidth. Dan disini menggunakan 16 MHz untuk IEEE 802.11ah.



Gambar Hasil Simulasi Offloading Trafik

Berdasarkan hasil simulasi bisa disimpulkan beberapa analisa yang diambil adalah jika menggunakan metode *offloading* maka *throughput* yang didapat oleh user cenderung lebih stabil dan lebih besar dibandingkan user tersebut tidak mengalami *offloading*. Terlihat juga bahwa semakin banyak user yang memakai jaringan tersebut maka semakin kecil *throughput* yang didapat setiap user. Perbedaan antara WiFi biasa dengan jika menggunakan IEEE 802.11ah maka *throughput* yang dicapai satu user akan lebih kecil karena terdapat efisiensi energi. Berdasarkan gambar bisa dilihat bahwa user pada jaringan LTE akan lebih cenderung stabil dan tidak mengalami kenaikan *throughput* yang signifikan dibandingkan jika user tersebut mengalami offloading karena jika user mengalami offloading maka *throughput* yang didapat lebih besar dibandingkan pada LTE.

User yang menggunakan jaringan LTE mendapatkan *throughput* rata-rata 43.20868462 kbps dan jika user yang memilih untuk berpindah menuju jaringan IEEE 802.11ah mendapatkan *throughput* rata-rata 84.12624444 kbps. Jika dilihat memang hasil *throughput* yang dihasilkan bisa terbilang kecil jika dibandingkan dengan spesifikasi yang diberikan oleh standar 3GPP karena terdapat beberapa

kemungkinan yaitu seperti penggunaan bandwidth LTE pada simulasi menggunakan yang terkecil sehingga jangkauan dan kapasitas menjadi lebih kecil.

### 3. Simpulan

Mobile data *offloading* adalah cara terbaik untuk memaksimalkan *throughput* untuk jaringan seluler. Seperti yang dilihat dari hasil baik grafik maupun tabel, bahwa *Throughput* per pengguna meningkat setelah *offloading*. Selain itu mobile data *offloading* juga dapat meningkatkan cakupan jaringan. Di dalam tugas besar, kami menggunakan 802.11ah IEEE sebagai Access Point. Metode *offloading* menggunakan *throughput* jaringan yang lebih tinggi, dimana jaringan yang memberikan lebih tinggi *throughput*, pengguna akan pindah ke jaringan itu. Disini LTE menggunakan 1.4 MHz bandwidth *throughput* yang hampir sama dengan IEEE 802.11ah 16 MHz.

Bandwidth antara LTE dan IEEE 802.11ah pada dasarnya sangat berbeda. Namun cakupan IEEE 802.11ah lebih baik dari jaringan LTE. Kadang-kadang, nilai *throughput* yang bila dihitung adalah 0, ketika kita mengirim paket yang sama dari pengguna ke LTE atau AccessPoint. Dalam hal ini, yang dapat terjadi karena banyak pengguna mencoba untuk mengakses jaringan. Seperti kita ketahui, masing-masing jaringan memiliki kemampuan untuk menangani pengguna. Operator telekomunikasi harus fokus pada solusi ini, untuk memaksimalkan *throughput* dan *realibility*. Tren ini akan terus berkembang dan sangat baik jika diterapkan dalam optimisasi dalam jaringan seluler nyata saat ini.

### Daftar Pustaka

- [1]. Ericsson, "Ericsson Mobility Report" 2013.
- [2]. Cox, Christopher. 2012. An Introduction To LTE, LTE-Advanced, SAE Ana 4G Mobile Communications. West Sussex. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd.
- [3]. Wardhana, Lingga. (2014). 4G Handbook Edisi Bahasa Indonesia. Jakarta: [www.nulisbuku.com](http://www.nulisbuku.com)
- [4]. T. Adame, A. Bel, B. Bellalta, J. Barcelo, M. Oliver. "IEEE 802.11ah: The Wi-Fi Approach for M2M Communications".
- [5]. Masek. Pavel, Zeman. Krystof, Hosek. Jiri, Tinka. Zdenek, Makhlof. Nermin, Muthanna. Ammar, Herencsar. Norbert, and Novotny. Vit, "User Performance Gains by data offloading of LTE Mobile Trrafic onto Unlicenced IEEE 802.11 Links".
- [6]. Networks [online]. <http://bit.ly/1pKZVMs>
- [7]. NS-3; WiFi – Model Library. NSNAM – Online Documentation [online]. <http://www.nsnam.org/docs/models/html/>
- [8]. LENA: LTE-EPC Network Simulator. [http://networks.cttc.es/mobile\\_networks/software-tools/lena/](http://networks.cttc.es/mobile_networks/software-tools/lena/)