

## ANALISIS PERENCANAAN JARINGAN LONG TERM EVOLUTION (LTE) DENGAN PHYSICAL CELL IDENTITY

Ikha Dalinar Kurnia Putra<sup>1</sup>, Heroe Wijanto .<sup>2</sup>, Nachwan Mufti<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

### Abstrak

Peningkatan trafik akses data kecepatan tinggi setiap tahun semakin meningkat terutama untuk akses mobile, maka dari itu Long Term Evolution (LTE) muncul sebagai teknologi broadband yang menawarkan high data rates yaitu untuk arah downlink mencapai 100 Mbps, sedangkan untuk uplink mencapai 50 Mbps. LTE menggunakan bandwidth yang bervariasi yaitu 1,4,3,5,10,15, dan 20MHz serta menggunakan teknik modulasi QPSK, 16QAM, dan 64 QAM. Tingginya akses data tersebut juga semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah pelanggan dalam suatu daerah. Sehingga dibutuhkan perencanaan jaringan yang optimal untuk dapat melayani kebutuhan trafik tersebut.

Perencanaan jaringan LTE FDD 700 MHz dengan studi kasus dilakukan pada 4 tipe daerah yaitu untuk dense urban di Jakarta, urban di Gianyar Bali, sub-urban di Demak Jawa Tengah, dan untuk daerah rural di Sulawesi Tengah. Perencanaan berdasarkan metode konvensional yaitu coverage dan capacity dari segi radio access. Kemudian dilakukan perencanaan berdasarkan neighbor relation, dan physical cell identity (PCI). PCI memiliki fungsi hampir sama seperti scrambling code untuk arah downlink pada teknologi WCDMA. PCI merupakan salah satu parameter dengan nilai antara 0 sampai 503 yang digunakan untuk memberikan identitas tiap transmitter untuk mengirimkan informasi ke tiap pengguna di cell tertentu. Sehingga pengguna di cell lain tidak mengganggu informasi di cell tersebut karena kode PCI yang diberikan berbeda. Dalam co-reuse PCI yang direncanakan minimal 4 kali radius cell tinjauan karena harus dalam keadaan free collision dan free confusion.

Parameter dalam tugas akhir ini dilakukan sesuai standar vendor telekomunikasi Huawei. Alokasi PCI harus dilakukan dalam LTE untuk mengidentifikasi suatu cell. Simulasi menggunakan software perencanaan dan optimisasi Atoll dari forsk, serta average cost untuk daerah tinjauan 100 km<sup>2</sup> pada dense urban 0,1356, urban 0,1258, sub-urban 0,0789, dan pada daerah rural 0,0331. Hal ini berbanding lurus antara jumlah sel yang direncanakan dengan cost/beban sistem. Dengan adanya PCI terutama di daerah potensial yaitu dense urban dengan membandingkan sebelum dan sesudah alokasi PCI maka dapat mengurangi level interferensi yang ditunjukkan penurunan BLER sebesar 9,876%, kemudian karena interferensi yang berkurang maka SINR naik sebesar 24,70%, sehingga average user throughput mengalami kenaikan 17,49% dari 440,648 kbps menjadi 517,745 kbps.

**Kata Kunci :** Perencanaan LTE, coverage, capacity, neighbor relation, Physical Cell Identity, cost PCI, BLER, SINR, throughput.

Telkom  
University

### Abstract

Improved high-speed data access traffic is increasing every year, especially for mobile access, so Long Term Evolution (LTE) is emerging as a broadband technology that offers high data rates of which can achieve 100 Mbps for downlink, while 50 Mbps for uplink. LTE uses various bandwidths 1.4, 3, 5, 10, 15, and 20 MHz and using modulation techniques QPSK, 16QAM and 64 QAM. The high data access is also increasing with increasing number of customers in an area. So that the optimal network planning is needed to be able to serve the needs of the traffic.

LTE FDD network planning at 700 MHz with case study conducted in 4 types, namely for dense urban areas in Jakarta, Gianyar Bali as urban, sub-urban in Demak, Central Java, and for rural areas in Central Sulawesi. Planning is based on the conventional method in terms of coverage and capacity radio access. Then do the planning based on neighbor relations, and physical cell identity (PCI). PCI has almost the same functionality as the scrambling code for the downlink direction on WCDMA technology. PCI is one parameter with a value between 0 and 503 are used to provide the identity of each transmitter to send information to each user in a particular cell. So users in other cells did not interfere because the information in the cell is given a different PCI code. In co-PCI planned reuse at least 4 times the radius of the cell must be in a state of review for free collision and confusion free.

The parameters in this final task is done according to standard telecom vendor Huawei. Allocation of PCI should be performed in LTE to identify a cell. Simulation using software planning and optimization Atoll from forsk and the average cost for a review of 100 km<sup>2</sup> area in dense urban 0.1356, urban 0.1258, suburban 0.0789, and 0.0331 in the rural areas. It is directly proportional to the number of cells that planned cost / load system. With the PCI, especially in dense urban areas, namely potential by comparing before and after PCI allocation, it can reduce the interference level BLER shown a decrease of 9.876%, and then decreases as the SINR interference increased by 24.70%, so the average user throughput is achieved increased 17.49% from 440.648 kbps. becoming 517.745 kbps.

**Keywords :** Planning LTE, coverage, capacity, neighbor relations, Physical Cell Identity, cost PCI, BLER, SINR, throughput.

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Adanya peningkatan jumlah pelanggan seluler dan trafik secara eksponensial maka dibutuhkan suatu teknologi yang dapat melayani peningkatan trafik yang terjadi. Badan Standarisasi 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*) memperkenalkan teknologi *Long Term Evolution (LTE)* pada *release 8*, dengan fitur dan kecepatan yang tinggi untuk melayani kebutuhan pelanggan terutama dalam akses data dengan kecepatan tinggi atau *broadband* kapanpun dan dimanapun. Teknologi ini mendukung banyak aplikasi dan fitur, sehingga pengguna dapat memanfaatkannya dalam berbagai hal seperti bisnis, pekerjaan, edukasi, hiburan, dll.

LTE merupakan teknologi berbasis *Internet Protocol (IP)* dengan peningkatan kecepatan yang cukup besar dibanding teknologi sebelumnya pada *HSDPA release 5*, untuk arah *downlink* kecepatannya mencapai 100 Mbps dan untuk arah *uplink* mencapai 50 Mbps. *Bandwidth* yang tersedia *scalable* yaitu 1,4, 3,5,10,15,20 MHz. Teknologi pendukungnya antara lain adanya sistem OFDM sebagai teknik modulasi/*multiplexing*, kemudian *multiple access* yang digunakan adalah OFDMA untuk *downlink*, dan SC-FDMA untuk *uplink*.

Perencanaan jaringan LTE harus dilakukan dengan seoptimal mungkin untuk mendapatkan kualitas yang diharapkan. Dalam metode perencanaan LTE akan dilakukan perencanaan berdasarkan *capacity* untuk mengetahui *cell average throughput* yang tersedia berdasarkan *single user throughput* oleh pengguna, kemudian dilakukan *forecasting* untuk beberapa tahun kedepan sehingga dapat diketahui waktu dimana kapasitas 1 eNodeB sudah tidak mencukupi *network throughput* yang dibangkitkan. Maka dilakukan penambahan site pada tahun tertentu tergantung tipe daerah yang diteliti. Terdapat 4 daerah yang akan dilakukan penelitian yaitu *dense urban, urban, sub-urban, dan rural*. Kemudian perencanaan berdasarkan *coverage* untuk mendapatkan jumlah site juga, yang nantinya akan dibandingkan dengan berdasarkan kapasitas untuk mengetahui jumlah site optimal yang akan dibangun. Setelah jumlah site di *plotting*, maka dilakukan *neighbor planning* dalam *Evolved-Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN)* untuk membuat *neighbor list*.

Alokasi spektrum frekuensi untuk implementasi teknologi baru seperti LTE di Indonesia juga sudah hampir penuh, oleh karena itu perlu dilakukan tinjauan, salah satu caranya dengan adanya *refarming* frekuensi dengan mengganti atau memindahkan alokasi frekuensi kerja teknologi lain yang sesuai untuk diimplementasikan teknologi LTE di Indonesia.

Permasalahannya untuk dapat menggunakan alokasi lebar pita frekuensi yang didapat oleh masing-masing operator di Indonesia untuk LTE, maka harus dilakukan konfigurasi yang optimal untuk mengatur supaya antar *cell* tidak saling menginterferensi karena antar *cell* sama menggunakan *band* frekuensi yang sama dan dapat mengetahui skema *reuse distance* yang dibutuhkan.

Dalam Tugas Akhir ini, akan dirancang jaringan LTE dengan menggunakan metode *planning* berdasarkan: *capacity*, *coverage*, dengan perencanaan pada frekuensi kerja 700MHz. Setelah itu akan dilakukan tahap perencanaan selanjutnya dengan menggunakan *Physical Cell Identity (PCI) Planning* untuk dapat memberi suatu kode unik pada setiap *cell* dengan frekuensi alokasi maksimum kemudian dirancang beberapa skenario penggunaan alokasi *PCI reuse*, sehingga didapatkan antar *cell* tidak saling menginterferensi dengan adanya pemberian identitas di masing-masing *cell*. Dengan adanya penurunan interferensi ini maka diharapkan SINR dapat meningkat sehingga throughput dapat meningkat.

## 1.2 Rumusan Masalah

Perencanaan ini dilakukan dengan implementasi 5 metode *planning*. Maka dirumuskan analisis yang akan dibahas dalam tugas akhir ini :

1. Analisis perencanaan LTE by *capacity* dengan memperhatikan jumlah pelanggan
2. Analisis perencanaan LTE by *coverage* dengan memperhitungkan *link budget*
3. Analisa perencanaan pada frekuensi 700MHz pada daerah dense urban, urban, sub urban, dan rural
4. Perencanaan metode *PCI* tiap daerah dan pengaruh implementasi alokasi optimum.
5. Pengaruh terhadap BLER, SINR, dan *Throughput*.

## 1.3 Batasan Masalah

Supaya mendapat hasil yang diinginkan, dalam tugas akhir ini dilakukan pembatasan masalah, antara lain adalah:

1. Perencanaan LTE dilakukan berdasarkan 4 daerah karakteristik di Indonesia yaitu *dense urban*, *urban*, *sub urban*, dan *rural*. Dengan Perbandingan daerah Bandung.
2. Studi kasus kota Jakarta sebagai *dense urban*, Gianyar Bali sebagai *urban*, Demak Jateng sebagai *sub urban*, dan Sulawesi tengah sebagai *rural*.
3. Tidak membahas *refarming* frekuensi 700MHz untuk LTE.
4. Tidak merancang sistem algoritma pengalokasian PCI.
5. Membandingkan dan memperhitungkan skenario beban kerja cell tiap daerah, BLER, SINR dan pengaruh *throughput* dengan alokasi PCI.
6. Analisa dan simulasi menggunakan *software planning* yaitu Atoll.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Setelah dirumuskan beberapa masalah yang didapatkan, maka tujuan dari tugas akhir ini antara lain adalah:

1. Mendapatkan perbandingan radius jangkauan untuk 4 daerah (*Dense urban*, *urban*, *sub urban*, dan *rural*) di Indonesia berdasarkan link budget.
2. Perbandingan kapasitas user dan estimasi jumlah site pada 4 daerah.
3. Perbandingan *cell average throughput* pada berdasarkan *single user throughput* pada persebaran 4 daerah di Indonesia.
4. Mendapatkan jumlah *site* dan atau *cell* yang optimal pada studi kasus kota Bandung berdasarkan *coverage* dan *capacity*.
5. Analisa pemilihan frekuensi 700MHz untuk implementasi LTE di Indonesia.
6. Analisa alokasi PCI untuk efisiensi dan cost pada frekuensi 700MHz dengan tinjauan *bandwidth* tiap site adalah 15 MHz.
7. Mengetahui pengaruh yang dicapai pada perencanaan dengan metode PCI.

#### 1.5 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam pembuatan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur  
Literatur berupa buku, hasil penelitian, jurnal, dan sumber lain dari internet.
2. Merumuskan Hipotesis  
Bertujuan untuk merumuskan aspek keuntungan, skema perencanaan yang optimal, serta skenario yang ada berdasarkan penelitian yang sudah ada.

3. Merumuskan skenario pemodelan perencanaan. Bertujuan untuk merumuskan skenario implementasi penggunaan PCI planning pada site yang sudah ditentukan berdasarkan kapasitas dan *coverage*.
4. Tahap Analisa  
Analisa dilakukan dengan mengidentifikasi pemilihan skenario pengalokasian PCI planning untuk hasil yang optimal, serta disimulasikan untuk mengetahui hasil pengukuran dengan menggunakan software Atoll untuk perencanaan.
5. Diskusi  
Diskusi dengan dosen pembimbing serta pihak-pihak yang dapat memberi solusi dalam pembuatan tugas akhir ini.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

### **BAB I Pendahuluan**

Berisi latar belakang masalah, tujuan penulisan, perumusan masalah, batasan masalah, metodologi penyelesaian masalah yang akan digunakan, serta sistematika penulisan yang memuat susunan penulisan Tugas Akhir.

### **BAB II Dasar Teori**

Membahas tentang sistem komunikasi seluler LTE, serta konsep perencanaan jaringan LTE dengan berdasarkan kapasitas, *coverage*, *neighbor planning*, serta konsep mengenai PCI.

### **BAB III Tahapan Perencanaan Jaringan LTE Frekuensi 700MHz**

Membahas tentang langkah-langkah yang digunakan untuk mendesain jaringan LTE dengan memperhatikan aspek jumlah user, layanan yang ditawarkan, *bit rate*, serta trafik user. Dilakukan perencanaan dengan berdasarkan kapasitas pelanggan, *coverage*, *neighbor*, dan alokasi PCI dalam sistem. Kemudian analisa dilakukan pada frekuensi 700MH.

### **BAB IV Analisa Perencanaan LTE dengan Skenario 4 Tipe Daerah**

Menganalisa pengaruh apa saja yang diperoleh dengan pengalokasian PCI pada perencanaan yang dilakukan. Dengan membandingkan antar skenario pemodelan yang didapat untuk mendapatkan hasil yang optimal dan menguntungkan.

### **BAB V Kesimpulan dan Saran**

Berisi kesimpulan dari penulisan Tugas Akhir ini dan saran untuk pengembangan lebih lanjut.

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Refarming frekuensi 700MHz yang sebelumnya ditempati oleh TV analog akan *switchover* ke TV digital hingga tahun 2020, sehingga kedepannya menurut KOMINFO dan ITU-R WRC07 pada *range* 698-806 MHz akan digunakan teknologi *broadband* LTE.
2. Pada daerah potensial *dense urban* dengan *bandwidth* 5 MHz akan terjadi *over capacity* pada tahun 2018, 10 MHz pada tahun 2019, 15 Mhz pada 2020, dan dengan 20 MHz, 1 ENodeB masih mampu melayani sampai 8 tahun kedepan. Sehingga semakin tinggi *bandwidth* maka kapasitas sistem juga semakin meningkat.
3. *Neighbor relation* dengan syarat menjadi *neighbor cell* yaitu sel tujuan dengan rata-rata terdapat 0.5-30% tercakup dan memiliki jarak yang dekat dari sel asal. dikarenakan memiliki keterkaitan *co-site* yaitu sel sektor yang berada dalam satu *site* sel asal, dan juga *adjacent*/sel tetangga.
4. *Cost*/beban sistem *software* Atoll untuk area tinjauan 100 km<sup>2</sup>, daerah urban memiliki cost rata-rata tiap sel 0,1356, urban 0,1258, sub-urban 0,0789, dan pada daerah rural 0,0331, hal ini berbanding lurus antara jumlah sel yang direncanakan dengan *cost*.
5. PCI memiliki fungsi memberikan identitas pembeda sel untuk arah *downlink*, sehingga kemungkinan terjadinya interferensi antar sel bisa diminimalisir. Pada daerah *dense urban* terjadi penurunan BLER sebesar 9,876%, daerah *urban* terjadi penurunan 2,301%, *suburban* 3,547%, dan *rural* 2.887%.
6. Terjadi peningkatan SINR pada kanal PDSCH dan PDCCH pada C/(I+N) untuk arah *downlink*, maka didapatkan peningkatan SINR pada daerah *dense urban* sebesar 24,70%, *urban* 23,04%, *sub-urban* 18 %, dan *rural* mengalami peningkatan sebesar 8,35%.
7. Peningkatan *average user throughput* pada daerah *dense urban*, pengguna mengalami peningkatan *throughput* rata-rata sebesar 17,49% yaitu pada 517,745 kbps, pada daerah *urban* mengalami peningkatan 6,418% yaitu 369,697 kbps, *sub-*

*urban* 2,529% yaitu 212,92 kbps, dan pada daerah *rural* terjadi peningkatan sebesar 1,158% yaitu 38,21 kbps.

## 5.2 Saran

Saran yang diajukan untuk penelitian lebih lanjut adalah sebagai berikut :

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai waktu yang tepat untuk implementasi LTE serta pembagian bandwidth setiap operator dengan disesuaikan kemampuan teknis maupun nonteknis oleh operator seluler di Indonesia.
2. Perlu adanya penelitian tentang bagaimana mengalokasikan PCI yang optimal dengan software atau aplikasi lainnya, serta diteliti dari jumlah tiap hop maupun layer dalam *reuse PCI code* untuk mengetahui tingkat BER, SINR, dan parameter lainnya.
3. Perlu adanya skenario lain dalam penentuan PCI seperti pada frekuensi yang berbeda, variasi jarak antar site untuk penggunaan kode PCI kembali.
4. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai PCI *self healing and optimization* pada LTE *Release 8* maupun LTE *Advanced Release 10* yang mampu mengatasi *collision code* dan *confusion code* dengan sendirinya pada sistem SON (*Self Organizing Network*).



## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Toskala, Antti, dan Holma, Harri. 2009. *LTE for UMTS OFDMA and SC-FDMA for Radio Access*. United Kingdom : John Wiley and Sons Ltd.
- [2]. Sesia, Stefania dkk. 2009. *LTE : The UMTS Long Term Evolution, From Theory to Practice*. United Kingdom : John Wiley and Sons Ltd.
- [3]. Mishra, Ajay R. 2007. *Advanced Cellular Network Planning and Optimization*. John England : John Wiley and Sons Ltd.
- [4]. Dahlman, Erik dkk. 2008. *3G Evolution HSPA and LTE for Mobile Broadband -2nd Ed.* United Kingdom : Academic Press.
- [5]. Amirijoo, Mehdi dkk. *Neighbor Cell Relation List and Physical Cell Identity Self-Organization in LTE*. Ericsson Research, Sweeden.
- [6]. Setiawan, Denny. 2013. ” *Pemodelan Akselerasi Implementasi Digital Dividend di Indonesia*”. Departemen Elektro FT UI, Kampus UI : Indonesia
- [7]. Persson, Patrik. 2008. *LTE Radio Access : Radio Interface Dimensioning & Planning*. RAN System Management Ericsson
- [8]. Huawei Technologies Co. Ltd.. 2010. *LTE Radio Network Capacity Dimensioning*.
- [9]. Yu, Jingjie dkk. 2012. *A Physical Cell Identity Self-Organization Algorithm in LTE-Advanced Systems*. Chinacom, IEEE white paper.
- [10]. Liu, Yanguang dkk. 2012. *Distributed PCI Assignment In LTE Based On Consultation Mechanism*. China : IEEE white paper.
- [11]. 3GPP TS 36.300 V8.5.0 2008. *Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN)*. 3GPP release 8
- [12]. 3GPP TS 36.331 V9.3.0 2010. *Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA), Radio Resource Control*. 3GPP release 9