

---

---

STUDI PENATAAN ALOKASI PITA FREKWENSI 1800 MHz UNTUK  
TEKNOLOGI LTE

Teten Dian Hakim

[tetendianhakim@unkris.ac.id](mailto:tetendianhakim@unkris.ac.id)

**Abstrak-**Trafik pengguna mobile data untuk layanan akses internet senantiasa mengalami peningkatan dari tahun ke tahun terutama untuk penggunaan layanan mobile broadband dibanding dengan layanan fixed broadband. Kenaikan trafik mobile broadband secara eksponensial ini dipicu dengan munculnya berbagai macam aplikasi, android, jejaring sosial dan media content yang ditambah lagi dengan pertumbuhan berbagai macam perangkat smartphone, tablet, dan mobile PC yang menawarkan beraneka ragam fitur dan teknologi terkini. Teknologi LTE (Long Term Evolution) yang di-standarisasi oleh 3GPP (Third Generation Partnership Project) sebagai organisasi standar internasional merupakan teknologi yang memberikan kecepatan data dan kapasitas yang besar. Dengan akses DL 100 Mbps dan UL 50 Mbps untuk standar teknologi LTE release 8. Sehingga menjadi salah satu solusi untuk mengatasi kenaikan trafik dari pengguna layanan mobile broadband. Dengan menggunakan metodologi dalam tahapan-tahapan pada proses RIA (Regulatory Impact Analysis), hal ini digunakan untuk memilih dan menentukan strategi alternatif tool spectrum management yang dipergunakan dan juga opsi refarming yang paling efektif termasuk dampak dari setiap masing-masing opsi tersebut. Metoda pendekatan voluntary spectrum redeployment dan penerapan netral teknologi yang dilakukan secara transparan dan terbuka melalui konsultasi publik dengan melibatkan stakeholder merupakan strategi alternatif spectrum management yang bisa diterapkan untuk melakukan proses refarming di pita frekuensi 1800 MHz di Indoensia. Dan instrumen spectrum management ini juga digunakan untuk melakukan penataan menyeluruh pita frekuensi 1800 MHz sehingga didapatkan jumlah total lebar bandwidth yang ideal dan kanal alokasi frekuensi yang berdekatan atau contiguous sehingga dapat digunakan dalam penerapan teknologi LTE.

*Abstract-traffic mobile data users for Internet access services are always improving year after year especially for the use of mobile broadband services compared to fixed broadband services. The increase in mobile broadband traffic is triggered by the emergence of various applications, Android, social networking and media content that is coupled with the growth of various smartphones, tablets, and mobile PC devices that offers a wide range of advanced features and technologies. The standardised LTE (Long Term Evolution) technology by 3GPP (Third Generation Partnership Project) as an international standard organization is a technology that delivers great data speed and capacity. With Access DL 100 Mbps and UL 50 Mbps for standard LTE technology release 8. So it becomes one solution to overcome the increase of traffic from users of mobile broadband service. Using the methodology in stages of the Regulatory Impact Analysis, it is used to select and determine the alternative principles of spectrum management tools used as well as the most effective refarming options. Including the impact of each individual option. The method of voluntary spectrum redeployment approach and the application of neutral technology that is done transparently and openly through public consultation involving stakeholders is an alternative strategy of spectrum management that can be applied To refarming the frequency bands of 1800 MHz in Indoensia. And this spectrum management instrument is also used to perform a thorough setup of the frequency bands of 1800 MHz so that the total amount of the ideal bandwidth and the adjacent frequency allocation channel is achieved so that it can be used In the application of LTE technology.*

**Keywords:** LTE, RIA, Voluntary Spectrum Redeployment, Pita Frekuensi 1800 MHz, Netral Teknologi

## 1. PENDAHULUAN

Di era mobile broadband belakangan ini kebutuhan akan akses mobile data dan layanan internet yang cepat senantiasa meningkat dengan kapasitas yang besar yang mendukung berbagai kebutuhan layanan multimedia yang resolusi tinggi, *conference video call* berdefinisi tinggi, layanan *streaming*, *email* dengan *attachment* yang besar, dan *game online*. Sehingga perkembangan mobile broadband yang berbasis teknologi 4G (Fourth Generation) sangat tinggi di berbagai negara terutama di negara-negara berkembang. Bahkan di beberapa region seperti pada gambar I.1 diperkirakan sampai tahun 2018 trafik mobile data senantiasa akan terus mengalami kenaikan secara eksponensial lebih tinggi dibandingkan dengan layanan fixed broadband [26].

Sebagai salah satu solusi untuk mengatasi pertumbuhan jumlah pelanggan mobile broadband yang diprediksikan senantiasa mengalami kenaikan yang pesat dan untuk menangani fenomena efek gunting di Indonesia, maka sudah saatnya Indonesia melakukan upgrade teknologi ke teknologi LTE sebagai teknologi mobile broadband yang berbasis 4G. Dengan melihat perkembangan jumlah operator di dunia yang mengimplemtasikan teknologi LTE dan mempertimbangkan kelebihan serta manfaat penggunaan pita frekuensi 1800 MHz untuk teknologi LTE. Maka, penulis mencoba melakukan penelitian kemungkinan penerapan proses refarming spektrum frekuensi 1800 MHz untuk penerapan teknologi LTE. Dengan menggunakan metoda pendekatan *voluntary spectrum redeployment* dan penerapan netral

teknologi sebagai instrumen-instrumen dalam proses refarming untuk melakukan opsi refarming yang lebih tepat, diharapkan baik pihak pemerintah dan regulator dapat menyiapkan dan menyelesaikan regulasi penataan ulang penggunaan blok dan pemindahan alokasi pita frekuensi radio di 1800 MHz.

Dalam melakukan penelitian ini, penulis juga telah menelaah penelitian yang telah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya yang menjadikan data referensi dan pembanding dalam menyelesaikan proses hasil penelitian. Adapun judul dari hasil penelitian sebelumnya yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Strategi Alternatif Implementasi Long Term Evolution (LTE) Dengan Keterbatasan Pita Frekuensi 2100 MHz
2. Refarming of frequency 700 MHz analysis for Long Term Evolution (LTE) in Indonesia using link budget calculation.

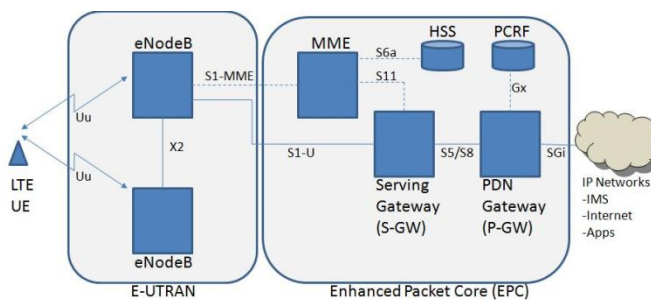
## 2. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1. Teknologi LTE (Long Term Evolution)

LTE (*Long Term Evolution*) adalah standarisasi kerja dari *Third Generation Partnership Project* (3GPP) dalam teknologi jaringan mobile seluler yang sebelumnya direalisasikan dengan teknologi GPRS/EDGE dan UMTS/HSPA yang mendefinisikan metoda akses radio high-speed yang baru untuk sistem komunikasi mobile. Dimana dengan LTE bisa memberikan kecepatan downlink secara teoritis sampai maksimum 300 Mbps per 20 MHz. Dan dapat mencapai kecepatan uplink sampai 75 Mbps per 20 MHz untuk 200 aktif user per cell dalam 5 MHz [1][5][6].

### 2.1.1. Arsitektur Jaringan LTE-SAE

LTE merupakan sebuah konsep 3GPP yang mendefinisikan sebuah *long-term evolution* untuk teknologi akses radio, sedangkan SAE (System Architecture Evolution) adalah konsep 3GPP yang mendefinisikan sebuah *long-term evolution* untuk core network. Pada gambar II.1 ditunjukkan standard arsitektur dari sebuah jaringan LTE. Dimana satu jaringan LTE terdiri dari E-UTRAN/beberapa E-nodeB sebagai fungsi radio akses network dan EPC (Evolved Packet Core) sebagai IP core network yang terdiri dari: Serving Gateway (SGW), PDN Gateway (PGW) dan Mobility Management Entity (MME). E-UTRAN dan EPC membentuk Evolved Packet System (EPS) atau dalam istilah lain menjadi LTE/SAE [1][3].

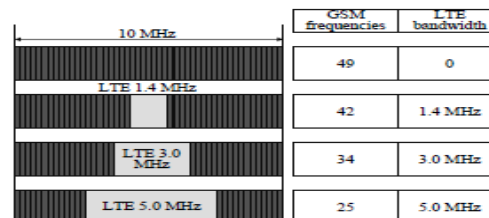


Gambar 1. Jaringan LTE

### 2.2. Refarming 1800 MHz untuk LTE

Fleksibilitas dan skalabilitas bandwidth LTE membuat proses refarming menjadi mudah dikarenakan LTE dapat dimulai dengan bandwidth 1,4 MHz, 3 MHz atau 5 MHz sampai 20 MHz dan kemudian terus tumbuh ketika trafik GSM mengalami penurunan. Total spektrum yang dibutuhkan untuk LTE dapat dihitung berdasarkan *carrier spacing*. Ekspansi

carrier bandwidth LTE ditunjukkan pada gambar II.2 saat trafik GSM senantiasa menurun. Hanya tujuh carrier GSM yang harus diganti untuk membuat ruang untuk LTE 1,4 MHz dan 15 carrier GSM untuk LTE 3 MHz [6].



Gambar 2. Refarming spektrum GSM untuk LTE

### 2.3. Manajemen Spektrum Radio

*Spectrum management* adalah proses mengatur penggunaan radio frekuensi untuk mempromosikan kegunaan efisiensi dan mendapatkan sebuah keuntungan sosial. *Spectrum management* yang efektif membutuhkan regulasi di level nasional, regional dan internasional [13].

#### 2.3.1. Objektivitas Manajemen Spektrum

Adapun yang menjadi tujuan diadakannya manajemen spektrum frekuensi adalah antara lain:

- Mencegah terjadinya interferensi
- Memaksimalkan penggunaan dari spektrum frekuensi radio
- Penggunaan spektrum yang fleksibel, dinamis, dan adaptif terhadap perkembangan teknologi yang terus berkembang dengan cepat dan berkelanjutan, baik untuk tahap uji coba ataupun tahap komersial [13].

### 2.3.2. Tiga Metoda Pendekatan SM

A. Metoda Administratif: Dalam metoda administratif ada dua tahapan yang terlibat dalam penggunaan spektrum autorisasi:

1. Tahapan alokasi: Pada tahapan ini, keputusan dalam penggunaan spektrum dibuat dalam konferensi komunikasi radio ITU regional dan global. Regulator spektrum nasional mempersiapkan tabel alokasinya untuk menentukan pembatasan lebih lanjut pada penggunaan spektrum. Keputusannya diformalkan dalam tabel alokasi frekuensi nasional.

2. Tahapan penetapan: Spektrum yang telah ditetapkan, penggunaan spektrum di-authorisasi dengan pengeluaran lisensi yang diberikan kepada pengguna tertentu. Penetapan dibuat dengan dengan metoda seperti *first-come, first-served* atau dengan cara evaluasi komparatif (juga disebut sebagai *beauty contest*)

B. Metoda Berbasis Market:

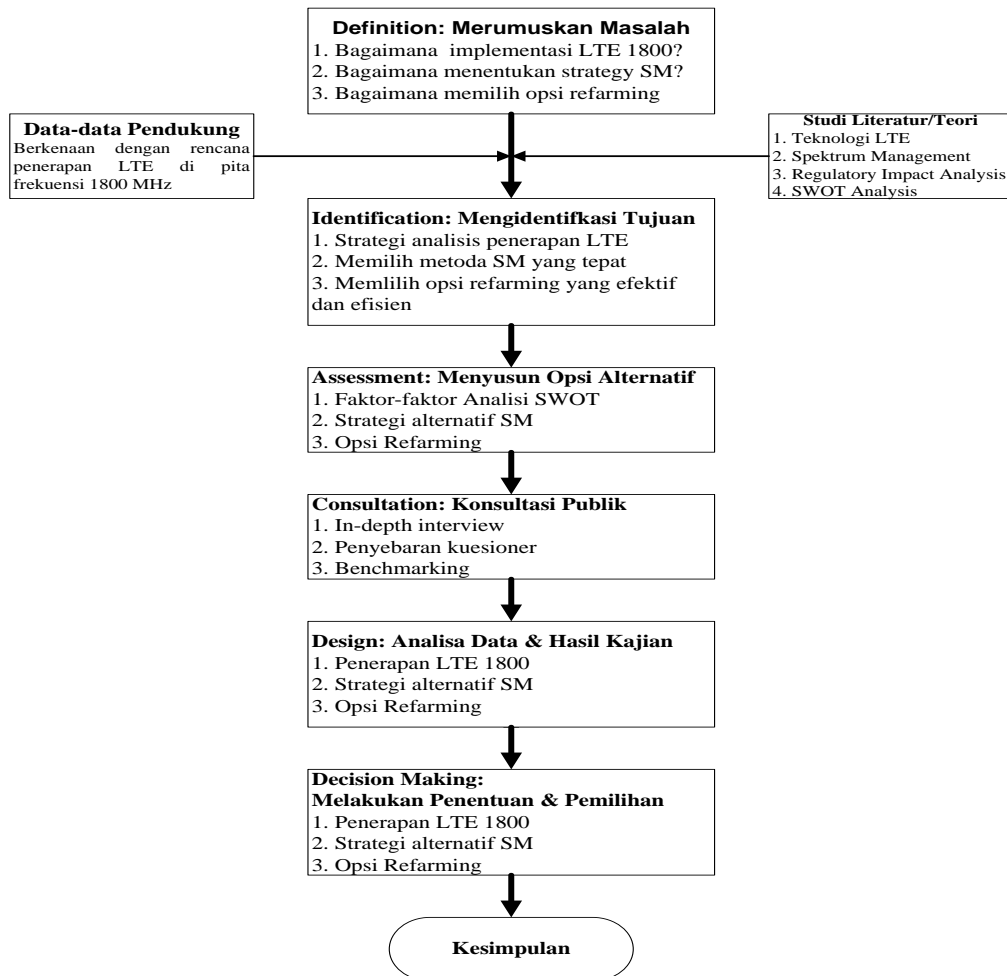
Spektrum Trading adalah sebuah mekanisme dimana hak2 dan kewajiban2 menggunakan spektrum dapat dipindah dari satu pihak ke pihak yang lain melalui cara penukaran *market-based* untuk harga tertentu. Adapun bentuk-bentuk *spectrum trading* menurut komisi eropa, mereka mengidentifikasi beberapa metoda

untuk pemindahan hak pakai, seperti: dengan menjual, *buy-back*, sistem sewa dan hipotik/gadai [14].

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1. Prosedur Metodologi Penelitian

Langkah-langkah dalam diagram alur penelitian seperti penjelasan diatas untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada gambar III.1. Dari hasil identifikasi permasalahan dengan studi literatur yang terkait dan data pendukung yang ada maka dilakukan perumusan opsi-opsi refarming yang dibuat untuk regulator dalam menentukan strategi alternatif guna mengoptimalkan penggunaan frekuensi eksisting yang telah dipergunakan oleh lima operator GSM menjadi lebih efektif dan efisien dalam mengadopsi teknologi LTE. Untuk membuat opsi refarming dalam penataan dan pengelolaan relokasi spektrum frekuensi 1800 MHz, penulis menggunakan metoda RIA untuk mengidentifikasi opsi-opsi refarming yang dibuat [23].



Gambar 3. Metoda penelitian

### 3.2. Metoda Pengumpulan Data

Tabel 1 Metoda pengumpulan data

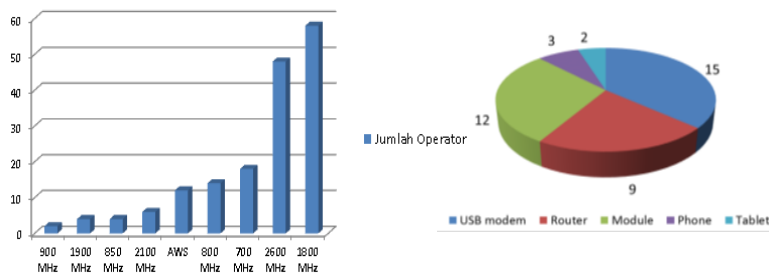
Metode	Instansi	Keperluan
1) In Depth Interview 2) Questionaire		
Pemerintah dan Regulator	Kominfo dan BRTI	Kesiapan regulasi, Strategi Perencanaan proses refarming, Pengelolaan re-lokasi Spektrum Frekuensi
Operator	XL, Telkomsel, Indosat, HCPT dan NTS	Kebutuhan Spektrum, Kebutuhan Bandwidth, Kesiapan Implementasi
Vendor	NSN, Huawei, Ericsson	Kesiapan Implementasi, Ketersediaan Perangkat Jaringan, Kesiapan Infrastruktur Jaringan
3) Studi Literatur		
LTE		Spektrum Frekuensi, Standarisasi Frekuensi, Infrastruktur Jaringan, Metoda Akses Network
Manajemen Spektrum		Metoda dan Tool Spectrum Management, Spectrum Refarming, Spectrum Trading
SWOT Analisis		Faktor-faktor SWOT, Teknik Positioning, Grand Strategi

## 4. ANALISIS dan HASIL PENGUMPULAN DATA

#### 4.1. Analisa Pemilihan Frekuensi 1800 MHz

Penulis memilih untuk menggunakan frekuensi 1800 MHz untuk keperluan implementasi teknologi LTE di Indonesia dengan melihat dan mempertimbangkan tren *benchmarking* ke beberapa negara yang telah beroperasi secara komersial dan

kesiapan eco-system dari ketersediaan market dimana sampai saat ini terus meningkat keberadaan dari user device dalam mendukung layanan LTE yang beroperasi di pita frekuensi 1800 MHz seperti diperlihatkan pada gambar IV.1 [17].



Gambar 4. Pertumbuhan operator LTE 1800 dan eco-system

#### 4.2. Pengumpulan Hasil Data

Sebagai tahapan proses RIA dalam konsultasi, maka penulis melakukan kegiatan survey dengan melibatkan partisipasi publik dalam konsultasi publik baik melalui survey kuisioner maupun wawancara secara langsung. Yang mana hasil konsultasi publik melalui survey ini menjadi data analisa bagi penulis untuk mengkaji masalah penelitian.

##### 4.2.1. Survey Kuisioner

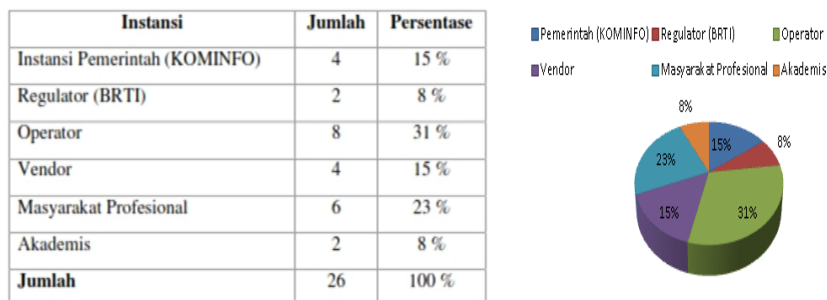
Tujuan diadakannya survey adalah untuk mendapatkan penilaian dari publik atau masyarakat terutama dari para stakeholder tentang seberapa jauh teknologi LTE 1800 dapat diterapkan di Indonesia dengan melihat dari berbagai kekuatan (*strengths*) dan peluang

(*opportunities*) disamping adanya faktor-faktor yang menjadi kelemahan (*weaknesses*) dan ancaman (*threats*) untuk menyimpulkan bagaimana seharusnya strategi yang digunakan agar penyebaran teknologi LTE dapat diwujudkan di Indonesia. Bagian dari masyarakat yang menjadi sasaran survey kami adalah Pemerintah dan Regulator, Penyelenggara Jaringan (Operator), Penyedia Jaringan (vendor), Masyarakat Profesional, dan Kalangan Akademis. Adapun target responden dari penelitian ini adalah berjumlah lebih dari 25 orang.

##### 4.2.2. Hasil Survey LTE 1800

Adapun hasil survey dari tanggapan responden atas survey yang dilakukan adalah sebagai berikut:





Gambar 5.. Hasil survey penerapan LTE 1800

#### 4.2.3. Analisis SWOT

##### A. Skor Aspek Kekuatan-Kelemahan

NO	INDIKATOR	JUMLAH RESPONDEN					IDX	BBT	RTG	SKOR
		5	4	3	2	1				
<b>A KEKUATAN</b>										
1	Total lebar BW yang besar	3	13	5	5	0	96	0.11	4	0.44
2	Kapasitas yang cukup besar	0	9	14	3	0	84	0.09	3	0.27
3	Penghematan biaya	0	6	18	2	0	82	0.09	2	0.18
4	Co-exist dgn GSM network	5	18	3	0	0	106	0.12	4	0.48
5	Ketersediaan alokasi frekuensi	8	13	5	0	0	107	0.12	4	0.48
<b>B KELEMAHAN</b>										
1	Dihuni oleh lima operator GSM	5	10	9	2	0	96	0.11	-4	-0.44
2	Alokasi UL+DL tdk berdekatan	3	15	5	3	0	96	0.11	-3	-0.33
3	Penghematan + efektifitas biaya	3	0	9	11	3	67	0.07	-2	-0.14
4	Masa akhir lisensi tahun 2020	0	13	7	6	0	85	0.09	-3	-0.27
5	Penetapan regulasi MVNO	0	10	10	6	0	82	0.09	-4	-0.36
<b>TOTAL</b>							<b>901</b>	<b>1.00</b>		<b>0.31</b>

Dari hasil perhitungan tabel diatas maka nilai total skor aspek kekuatan-kelemahan adalah 0.31.

## B. Skor Aspek Peluang-Ancaman

NO	INDIKATOR	JUMLAH RESPONDEN					IDX	BBT	RTG	SKOR
		5	4	3	2	1				
<b>A. PELUANG</b>										
1	Pertumbuhan pelanggan LTE	11	15	0	0	0	115	0.12	3	0.36
2	Pertumbuhan eco-system	2	14	10	0	0	96	0.10	4	0.40
3	Percepatan waktu ke market	3	3	17	3	0	84	0.08	3	0.24
4	Demand masyarakat utk LTE	2	15	6	3	0	94	0.10	3	0.30
5	Pertumbuhan penyebaran di dunia	0	12	14	0	0	90	0.09	4	0.36
<b>B. ANCAMAN</b>										
1	Penetapan Regulasi Refarming	0	20	0	6	0	92	0.10	-4	-0.40
2	Penggunaan Teknologi Netral	0	12	12	2	0	88	0.09	-3	-0.27
3	Penetapan Regulasi LTE	10	16	0	0	0	114	0.12	-4	-0.48
4	Penetapan Relokasi frekuensi	0	26	0	0	0	104	0.11	-4	-0.44
5	Pencapaian lebar Bandwidth	2	9	9	6	0	85	0.09	-3	-0.27
<b>TOTAL</b>							<b>962</b>	<b>1.00</b>		<b>-0.20</b>

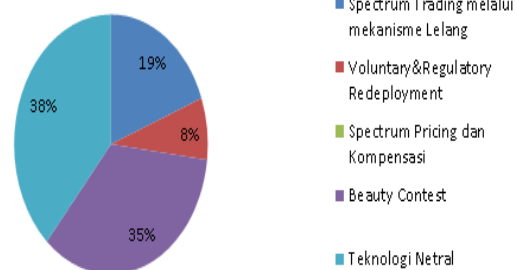
## 4.2.3.1. Tahap Analisa



Gambar 6. Hasil analisis SWOT penerapan LTE 1800

## 4.2.4. Hasil Survey Pemilihan Metoda SM

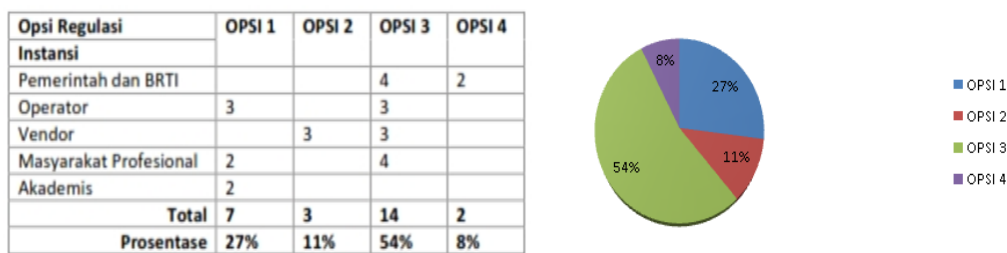
Metoda	Spectrum Trading melalui mekanisme Lelang	Voluntary & Regulatory Redeployment	Spectrum Pricing dan Kompensasi	Beauty Contest	Teknologi Netral
Instansi					
Pemerintah dan BRTI		2		4	
Operator					6
Vendor	3				3
Masyarakat Profesional	2			3	1
Akademis				2	
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>2</b>		<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Prosentase</b>	<b>19%</b>	<b>8%</b>		<b>35%</b>	<b>38%</b>



Gambar 7. Hasil survey pemilihan spectrum management

## 4.2.5. Hasil Survey Pemilihan Opsi Refarming





Gambar 8. Hasil survey pemilihan opsi refarming

#### 4.3. In-Depth Interview

Tujuan dilakukannya wawancara adalah untuk mendapatkan masukan dari para pemangku kepentingan secara kuantitatif tentang penerapan teknologi LTE 1800 MHz di Indonesia. Penulis memilih beberapa nara sumber yang memiliki kompetensi tinggi yang berasal dari: Kominfo, BRTI, Operator GSM, dan Vendor Telekomunikasi. Dan survey dilakukan dengan menggunakan metode wawancara secara langsung dengan tatap muka.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

1. Penerapan teknologi LTE di Indonesia dengan menggunakan pita frekuensi 1800 MHz mempunyai kans yang besar untuk bisa diimplementasikan walaupun kondisi dan posisi dari hasil analisis SWOT berada pada kuadran IV yang mana hal ini diakibatkan *threats* atau hambatan dari aspek regulasi dan kebijakan pemerintah dan regulator yang belum mendukung. Namun hambatan dan ganjalan ini akan menjadi peluang atau *opportunities* selama ada komitmen yang kuat dari para *stakeholder* dan jaminan ketersediaan dari pemerintah untuk dukungan eco-system perangkat LTE yang banyak di pasaran dan disertai dengan dukungan aspek

regulasi dari pemerintah dan regulator dengan melakukan perubahan penggunaan dan peruntukan pita frekuensi 1800 MHz di tabel alokasi spektrum frekuensi radio nasional sebagai spektrum frekuensi radio untuk teknologi LTE yang berbasis 4G yang *co-exist* dengan teknologi 2G dan 3G. Dan juga mengadopsi netral teknologi untuk pita frekuensi 1800 MHz dengan komitmen bersama untuk mendukung penuh dari para *stakeholders*

2. Metoda atau tool *spectrum management* yang bisa dilakukan untuk melakukan proses refarming pita frekuensi 1800 MHz adalah dengan pendekatan penerapan netral teknologi. Dimana penerapan netral teknologi ini dikombinasikan dengan metoda *spectrum management* yang lain, yaitu dengan pendekatan *voluntary spectrum redeployment* guna mendorong pemegang lisensi pita frekuensi 1800 agar dapat dilakukan penetapan ulang dikarenakan munculnya teknologi baru yang lebih efektif dan efisien dalam memenuhi kebutuhan market. Yang proses penerapannya tentunya harus dilakukan dengan jaminan transparan dan terbuka secara penuh.

3. Pemilihan opsi refarming yang ke-3 merupakan opsi regulasi yang menghasilkan manfaat yang besar terutama bagi pemegang lisensi dan pengeluaran biaya yang rendah serta

dampak perubahannya yang relatif kecil untuk effort setting konfigurasi di tiap-tiap BTSnya. Sehingga opsi refarming yang ke-3 ini merupakan pilihan opsi regulasi alternatif yang terbaik yang bisa ditawarkan kepada lima operator GSM 1800 yang dapat digunakan untuk mendukung proses refarming. Dan opsi ini harus didukung dengan aturan dan regulasi yang dibuat dan disahkan oleh pemerintah dalam melakukan mekanisme dan tahapan-tahapan pemindahan alokasi pita frekuensi radio untuk penataan menyeluruh pita frekuensi 1800 MHz secara jelas, lengkap, transparan dan terperinci

### 5.2. Saran

1. Beberapa hal terkait manfaat dan kelebihan serta dampak yang timbul dari opsi regulasi yang diberikan sebaiknya dilakukan melalui uji hipotesa dengan melakukan konsultasi publik. Disamping itu, selain instansi yang termasuk dalam kategori *stakeholder* menurut standar *ICT Radio Regulation*, ada baiknya juga melibatkan pihak dari instansi lain, seperti dari Masyarakat Telematika (MASTEL) dan Asosiasi Telekomunikasi Seluler Indonesia (ATSI).

2. Hasil akhir dari penelitian tahapan proses RIA akan lebih sempurna bilamana hasil keputusan dalam menentukan dan memilih strategi alternatif metoda *spectrum management* dan bentuk regulasi opsi refarming dapat dianalisis dengan menggunakan analisis SWOT agar didapat langkah-langkah strategi yang akan diterapkan setelah melakukan teknik positioning.

3. Selain melakukan proses refarming di pita frekuensi 1800 MHz diharapkan dalam waktu yang sama pihak pemerintah dan badan regulasi juga

melakukan hal yang sama di pita frekuensi 900 MHz. Salah satu alternatif solusinya yaitu dengan menambah lebar bandwidth di pita frekuensi 900 MHz dari standar GSM (*Primary GSM*) atau P-GSM menjadi *Extended GSM* atau E-GSM. Dimana akan ada tambahan sebesar 10 MHz dari rentang frekuensi 880 MHz sampai 890 MHz sehingga total bandwidth yang akan diperoleh dari perubahan operasi ferkuensi GSM dari 25 MHz menjadi 35 MHz

### REFERENSI

- [1]. Aderemi A. Atayero, Matthew K. Luka, Martha K. Orya, Juliet O. Iruemi. (2011). *3GPP Long Term Evolution: Architecture, Protocols and Interfaces*. International Journal of Information and Communication Technology Research. Volume 1 No. 7, November 2011
- [2]. Jasvinder Singh Sadana & Neelima Selam. (2011). *Baseband Analysis of Long Term Evolution Systems*. International Journal of Modern Engineering Research (IJMER). Vol.1, Issue.2, pp-500-509
- [3]. Prabhat Man Sainju. (2012). *LTE Performance Analysis On 800 and 1800 MHz Bands*. Master of thesis, Tampere University of Technology
- [4]. Tamara Muskatirovic & Boban Panajotovic. (2010). *LTE as Technology for Next Generation Mobile Network*. Euroinvent, Number 2, Volume 1, pg.19-28
- [5]. 3GPP TS 36.300 version 11.3.0 Release 11. (2012). *LTE:Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN)*. Available at: <http://www.3gpp.org>
- [6]. Harri Holma & Antti Toskala. (2010). *LTE for UMTS – OFDMA and SC-FDMA Based Radio Access*. E-book. Finland: John

- Wiley & Sons, Ltd
- [7]. Suryana. (2010). Metodologi Penelitian: Model Praktis Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. Universitas Pendidikan Indonesia: Buku Ajar Perkuliahan
- [8]. Denny Setiawan. (2010). *Alokasi Frekuensi: Kebijakan dan Perencanaan Spektrum Indonesia*. E-book. Jakarta: Departemen Komunikasi dan Informatika, Direktorat Jenderal Pos dan Telekomunikasi
- [9]. Uke Kurniawan Usman, Galuh Prihatmoko, Denny Kusuma Hendraningrat & Sigit Dedi Purwanto. (2012). *Fundamental Teknologi Seluler: Long Term Evolution*. Bandung:Rekayasa Sains
- [10]. Satrio Hendartono. (2012). Strategi Alternatif Implementasi Long Term Evolution (LTE) Dengan Keterbatasan Pita Frekuensi 2100 MHz. Thesis. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- [11]. Hamzah Hilal. (2011). *Metodologi Penelitian Telekomunikasi*. Presented at Program Pasca Sarjana, University of Mercu Buana. Jakarta
- [12]. DITJEN POSTEL. (2006). Penataan Spektrum Frekuensi Radio Layanan Akses Pita Lebar Berbasis Nirkabel (BWA). Whitepaper. Jakarta: Kominfo
- [13]. Tim Studi Group 4G spektrum. (2010). Study Group Alokasi Pita Frekuensi Radio Untuk Komunikasi Radio Teknologi Ke Empat (4G). Whitepaper. Jakarta
- [14]. ITU ICT Regulation Toolkit. (2009). *Module 5: Radio Spektrum Management*. E-book, Available <http://www.ictregulationtoolkit.org>
- [15]. Peter Cook. (2011). *LTE 1800 MHz reviews in Asia Pasific*. Paper presented at GSMA forum. Singapore: Starhub
- [16]. Mugdha Rathore, Nipun Kumar Mishra & Vinay Jain. (2012). *Dynamic Spectrum Sharing In Wireless Communication*. International Journal of Engineering Sciences & Emerging Technologies. ISSN: 2231 – 6604 Volume 2, Issue 1, pp: 8-15
- [17]. Innovation Observatory. (2011). Embracing the 1800MHz opportunity: Driving mobile forward with LTE in the 1800MHz band. Available <http://www.gsacom.com>
- [18]. Recommendation ITU-R SM.1603-1. (2012). *Spectrum redeployment as a method of national spectrum management*. SM series, Spectrum Management. Available <http://www.itu.int/rec/R-REC-SM.1603/en>
- [19]. GSM Association. (2011). *900 MHz dan 1800 MHz band refarming case study*. Whitepaper. Denmark
- [20]. ECC Report 16. (2002). *Refarming and Secondary Trading In a Changing Radiocommunication World*. Messolonghi:CEPT
- [21]. Marcel Van Assen, Gerben Van Den Berg & Paul Pietersma.(2009).*Key Management Models: The 60+ models every manager needs to know*. Great Britain:Prentice Hall
- [22]. Fredy Rangkuti. (2006). Analisis SWOT: Teknik membedah kasus bisnis. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- [23]. Delia Rodrigo & Pedro Andrés-Amo. (2008). *Building an Institutional Framework for Regulatory Impact Analysis (RIA): Guidance for Policy Makers. Regulatory Policy Development. Direktorat for Public Governance and Territorial Development. OECD*. Available at <http://www.oecd.org/gov/regulator>

- [y-policy/40984990.pdf](#)
- [24]. Global mobile Supplier Association's published report. (2013). *Status of the Global LTE 1800 Market*. Available at <http://www.gsacom.com>
- [25]. Third Generation Partnership Project (3GPP). (2013). 3GPP TS 36.101 V8.22.0. Available at [www.3gpp.org](http://www.3gpp.org)
- [26]. Ericsson. (2013). *Ericsson Mobility Report*. Report data. Available at <http://www.ericsson.com/res/docs/2013/ericsson-mobility-report-june-2013.pdf>
- [27]. ROA Holdings, INC. (2013). *Asian Mobile Market Forecast 2012-2015*. Analysis Report. Report no. 012201
- [28]. Denny Setiawan. (2013). *Indonesia National Broadband Plan*. Makalah Seminar, Jakarta.
- [29]. AT Kearney. (2011). Asia Pacific Mobile Observatory. Presented at GSMA (GSM Association).
- [30]. GSM Association. (2011). *900 MHz and 1800 MHz band refarming case study Denmark*. Available at <http://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2012/07/refarming-casestudydenmark20111124.pdf>