

Strategi Alternatif Manajemen Spektrum Dan Penataan Alokasi Pita Frekuensi 1800 MHz Untuk Penerapan Teknologi LTE

Teten Dian Hakim

Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana, Jakarta
tetendh@yahoo.com

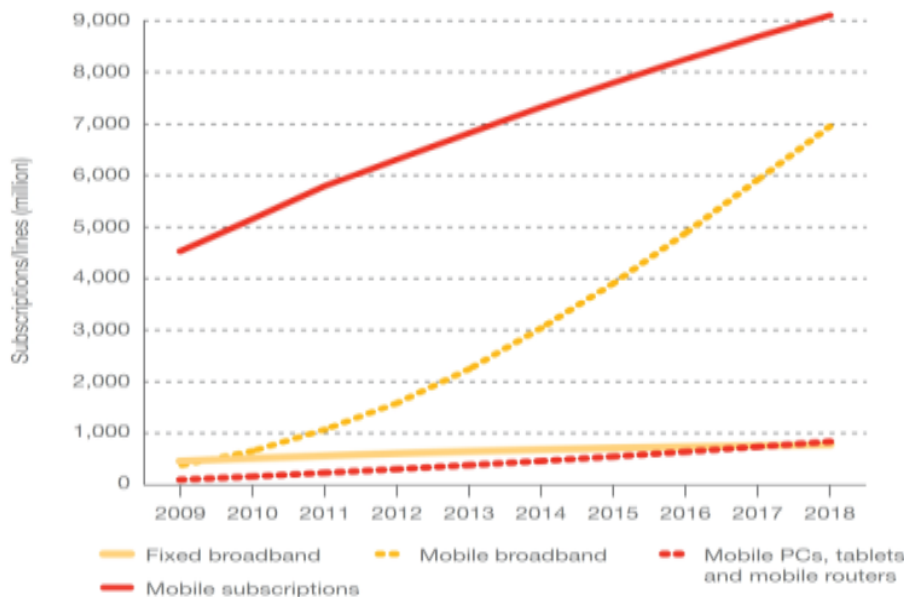
Abstrak

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.

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

1. PENDAHULUAN

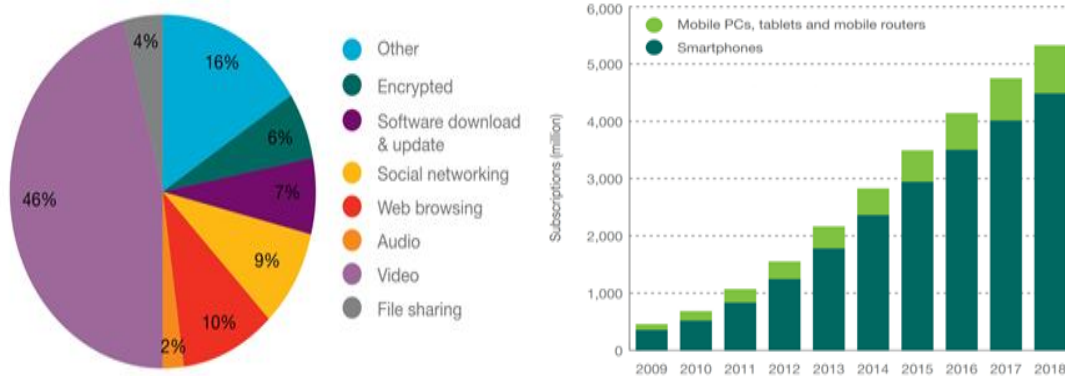
Di era mobile broadband belakangan ini kebutuhan akan akses mobile data dan layanan internet yang cepat senantiasa meningkat dengan kapasitas yang besar yang mendukung berbagai kebutuhan layanan multimedia yang resolusi tinggi, *conference video call* berdefinisi tinggi, layanan *streaming*, *email* 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 1 diperkirakan sampai tahun 2018 trafik mobile data senantiasa akan terus mengalami kenaikan secara eksponensial lebih tinggi dibandingkan dengan layanan fixed broadband [26].



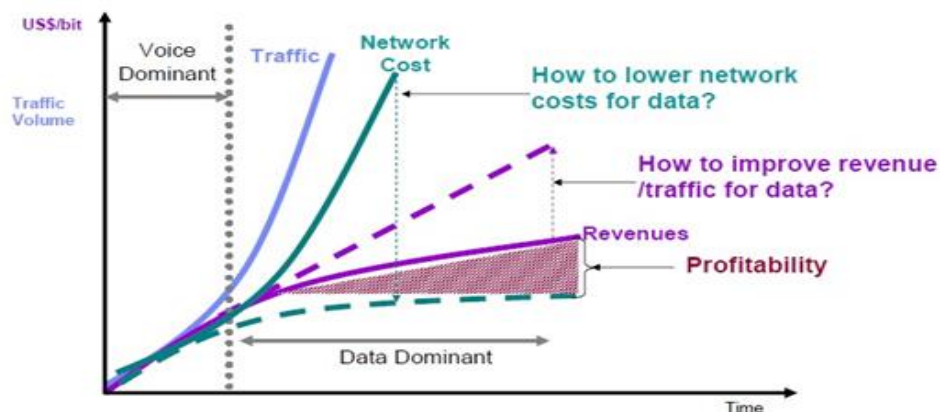
Gambar 1 Pertumbuhan layanan data mobile broadband

Kenaikan trafik mobile data juga didorong dengan pertumbuhan dari banyaknya tipe aplikasi dan content yang berkembang seperti android, aplikasi jejaring sosial dan lain-lain. Bersamaan dengan itu juga disertai dengan munculnya beberapa perangkat baru, seperti mobile PC, smartphone, tablet dan mobile router. Yang diperkirakan sampai tahun 2018 akan tumbuh dan mengalami kenaikan seperti yang ditunjukkan pada gambar 2 [26].

Dengan munculnya fenomena diatas dimana kebutuhan mobile data dan akses data menjadi meningkat tajam sementara pemakaian layanan *voice* menjadi menurun namun dampak terhadap *revenue* menjadi relatif flat dan biaya operasional jaringan menjadi tinggi sehingga menimbulkan apa yang disebut dengan fenomena *scissor effect* seperti pada gambar 3.



Gambar 2 Pertumbuhan perangkat dan aplikasi



Gambar 3 Fenomena efek gunting

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

pembandingan 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.

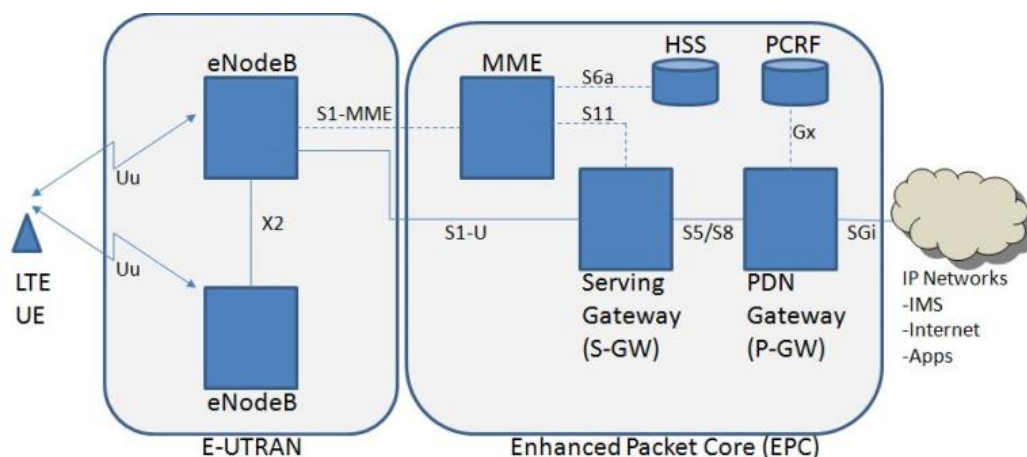
2. KAJIAN PUSTAKA

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

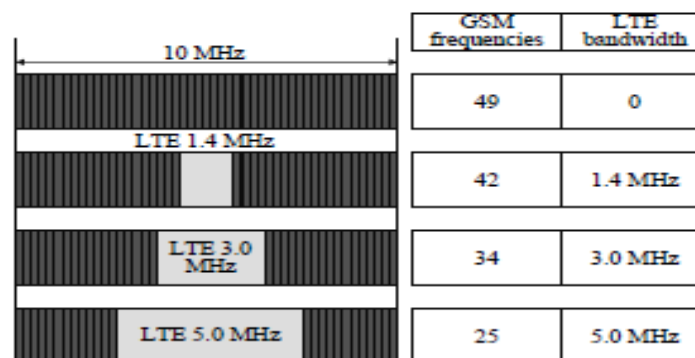
LTE merupakan sebuah konsep 3GPP yang mendefinisikan sebuah *long-term evolution* untuk teknologi akses radio, sedangkan SAE (System Architecture Evolution) adalah konsep 3GPP yang mendefinisikan sebuah *long-term evolution* untuk core network. Pada gambar 4 ditunjukkan standard arsitektur dari sebuah 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 4. 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 5 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 5. 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 otorisasi:

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].

2.4. Metoda Pendekatan Spektrum Refarming

Ada beberapa metoda pendekatan dalam *spectrum management* yang bisa diterapkan untuk melakukan proses *refarming* seperti yang telah disebutkan dalam standar ITU-R SM 1603 dan *ICT regulation toolkit* dalam *module 5*. Adapun beberapa metoda pendekatan untuk melakukan proses *refarming* adalah:

1. Metoda Lelang Spektrum

Metoda lelang spektrum ini adalah mekanisme melelang spektrum frekuensi 1800 dengan pengaturan blok frekuensi yang telah diatur sebelumnya sehingga akan didapatkan pemegang lisensi dimana proses ini pada umumnya selalu diawali dengan inisiatif dari pemerintah selaku *National Regulatory Authority* (NRA).

2. Metoda Voluntary dan Regulatory redeployment

a) *Voluntary redeployment* adalah metoda yang digunakan untuk mendorong pengguna spektrum agar bisa dilakukan penetapan ulang dikarenakan ada kenaikan biaya lisensi atau teknologi baru muncul untuk memberikan layanan yang lebih baik. Metoda ini cocok untuk mekanisme *charging* seperti *spectrum pricing* dimana biaya lisensi dapat dihubungkan dengan berbagai faktor seperti misalnya *coverage area*, jam operasi, *bandwidth*, dan *tariff sharing*.

b) *Regulatory redeployment* adalah metoda pendekatan yang terkait dengan kebijakan pemerintah untuk memindahkan spektrum terutama pada saat masa ijin lisensi berakhir.

3. Penerapan biaya melalui *spectrum pricing* dan kompensasi

Metoda dengan menggunakan harga spektrum yang fleksibel secara progresif untuk mendorong pengguna untuk secara sukarela dapat mengosongkan spektrum pita frekuensi sehingga proses migrasi dapat dilakukan dengan lebih cepat yang mana akan memakan proses waktu sukses selama tiga sampai lima tahun.

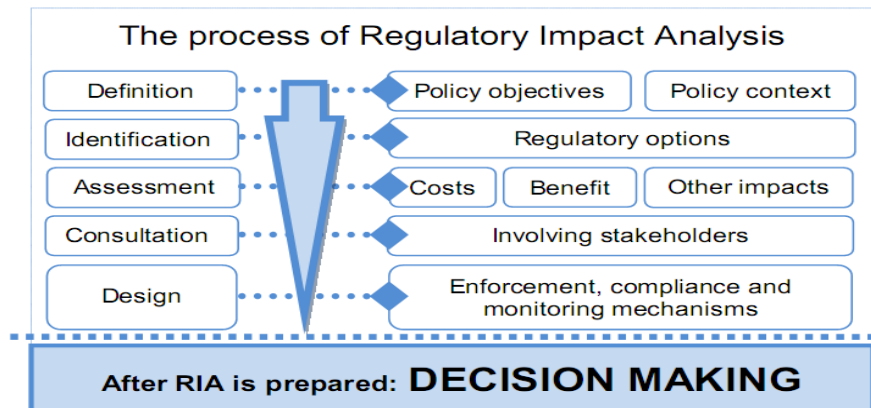
4. Metoda Administratif melalui tahapan alokasi dan *assignment* (Beauty Contest)

Metoda *beauty contest* adalah metoda pendekatan dengan cara evaluasi komparatif yang kadang-kadang melibatkan dengar publik dan / atau konsultasi public [14][18].

2.5. Proses Regulatory Impact Analysis (RIA)

Regulatory Impact Analysis (RIA) adalah alat fundamental untuk membantu pemerintah untuk menilai dampak dari regulasi. RIA digunakan untuk menguji

dan mengukur kemungkinan manfaat, harga dan dampak peraturan baru atau yang sudah ada. RIA merupakan alat kebijakan utama untuk menetapkan informasi rinci tentang potensi dampak dari regulasi dalam hal biaya dan manfaat. Adapun manfaat RIA yaitu memastikan secara sistematis dalam menentukan pilihan kebijakan yang paling efisien dan efektif.

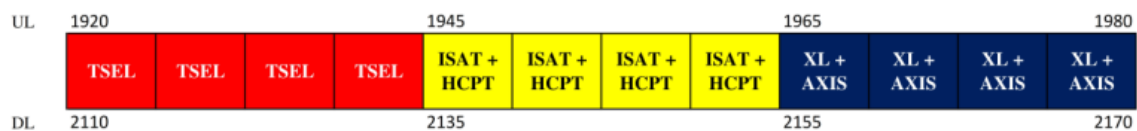


Gambar 6. Proses-proses tahapan RIA

Adapun alur proses framework RIA itu sendiri adalah seperti terlihat pada gambar 6. Dan proses sistematis RIA dalam menganalisis dari opsi regulasi yang ada mencakup: Definisi konteks kebijakan dan tujuan, Identifikasi opsi regulasi, Pengembangan strategi, Konsultasi publik [23].

2.6. Strategi Alternatif Implementasi LTE 2100 MHz

Dari lima operator yang beroperasi pada frekuensi 2100 MHz maka alternatif yang dapat dilakukan adalah *frekuensi sharing* dari beberapa operator sehingga mendapatkan alokasi frekuensi yang optimal untuk implementasi LTE. Adapun opsi lain dalam implementasi LTE pada frekuensi 2100 MHz ini adalah dengan menggabungkan pita frekuensi milik Indosat dengan HCPT dan XL dengan AXIS sehingga Telkomsel, Indosat dan HCPT, XL dan AXIS masing-masing mendapat lebar pita 20 MHz dengan mengimplementasikan MVNO ataupun dengan frekuensi sharing untuk Indosat dan HCPT, XL dan AXIS. Pada gambar 7 menunjukkan kepemilikan blok frekuensi di pita frekuensi 2100 MHz apabila MVNO atau frequency sharing dapat diterapkan di frekuensi ini untuk implementasi LTE [10].



Gambar 7. Alternatif blok frekuensi 2100 MHz

Diperoleh empat opsi regulasi yang memungkinkan untuk diterapkan dalam implementasi LTE pada pita frekuensi 2100 MHz dengan mempertimbangkan kondisi dan karakteristik teknologi LTE serta beberapa kendala yang muncul. Empat opsi tersebut memiliki beberapa keuntungan dan kerugian [10]:

- Mobile Virtual Network Operator (MVNO): tiga MNO dengan dua MVNO
- Mobile Virtual Network Operator (MVNO): empat MNO dengan satu MVNO
- Lima MNO: 2 MNO dengan 3 blok kanal frekuensi dan 3 MNO dengan 2 blok kanal frekuensi
- Lima MNO: 1 MNO dengan 4 blok frekuensi dan 4 MNO dengan 2 blok frekuensi

2.7. Implementasi LTE 1800 di APAC

Dan GSA memprediksi akan ada 260 komersil jaringan LTE di 93 negara sebelum akhir tahun 2013. Ada ketertarikan yang tinggi dalam me-refarming spektrum 2G untuk LTE terutama pita frekuensi 1800 MHz. Regulator secara umum mengadopsi netral teknologi untuk memfasilitasi penggunaan mobile broadband dan akses internet LTE. Dalam beberapa market, pita 1800 MHz baru saja telah dialokasikan untuk sistem LTE dan penyebaran jaringan LTE 1800 menjadi tren utama di banyak benua. Ada sekitar 91 operator telah meluncurkan sistem LTE 1800 secara komersil di 49 negara baik sebagai sistem *singel-band* ataupun dalam penyebaran multi-band. LTE 1800 melayani jutaan pelanggan dari 43% jaringan yang diluncurkan di seluruh dunia [24].

Di region Asia Pasifik beberapa operator yang telah beroperasi di pita frekuensi 1800 MHz untuk penerapan teknologi LTE adalah seperti diperlihatkan pada tabel 1

Tabel 1 Status penerapan LTE 1800 di negara APAC

Negara	Operator	Keterangan
Australia	Optus	LTE 1800 + TDD 40
Australia	Telstra	LTE 1800
Australia	Vodafone	LTE 1800
Hongkong	CSL	LTE1800/2600
Hongkong	3 HK	LTE1800/2600
Hongkong	PCCW	LTE1800/2600
Hongkong	Smartone	LTE1800
Malaysia	Maxis	LTE1800/2600
Malaysia	Celcom	Status percobaan
New zealand	Vodafone	LTE1800
New zealand	Telecom NZ	Status percobaan
Filipina	Smart	LTE1800/2100/850
Filipina	Globe	LTE1800
Filipina	Bayan Telecom	Status percobaan
Singapur	Singtel	LTE1800/2600
Singapur	M1	LTE1800/2600
Singapur	Starhub	LTE1800
Myanmar	P&T	Dalam proses
Thailand	DTAC	Dalam proses
Thailand	AIS	Status percobaan
Thailand	True Move	Status percobaan
Indonesia	Indosat	Status percobaan
Laos	Beeline	Status percobaan

Dan bila melihat studi kasus di operator Starhub Singapur, mereka melakukan proses refarming dengan menggunakan pita frekuensi 1800 untuk penggunaan teknologi LTE. Hal ini dengan mempertimbangkan beberapa aspek seperti [15]:

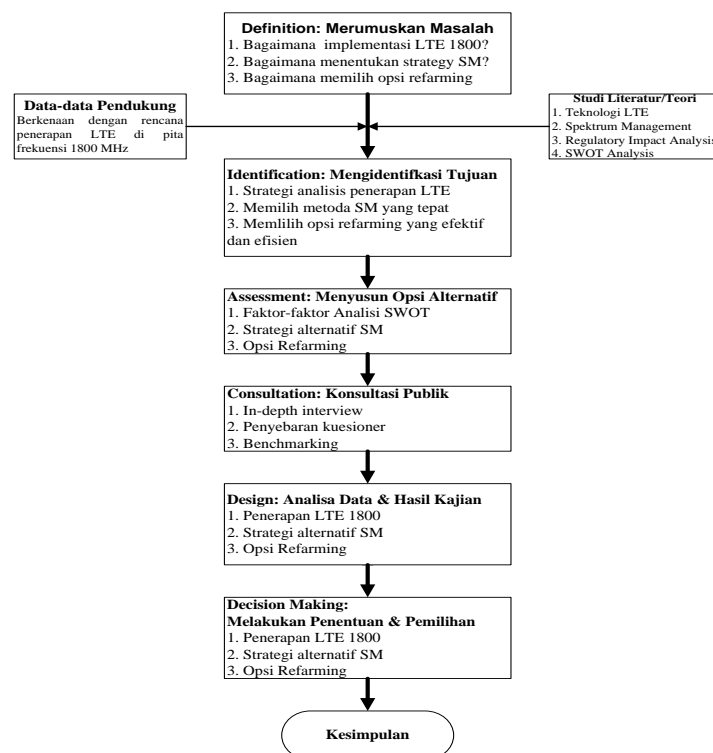
- Ketersediaan spektrum: 351 operator di 148 negara memilikinya dan tidak membutuhkan spektrum baru
- Kesiapan eco-system: Terminal LTE 1800 sudah siap dan jaringan LTE 1800 sedang roll-out
- Kapasitas: Volume trafik data meningkat dua kali lipat setiap tahun

3. METODE PENELITIAN

Yang menjadikan tujuan dalam melakukan penelitian ini adalah untuk memilih dan menentukan strategi alternatif metoda *spectrum management* untuk melakukan proses re-farming dan dalam *re-balancing* lebar bandwidth dan penataan ulang alokasi frekuensi dengan opsi re-farming yang akan diterapkan dalam implemmentasi teknologi LTE (*Long Term Evolution*) dengan menggunakan pita frekuensi 1800 MHz. Dalam melakukan penelitian ini, penulis menggunakan metoda penelitian kuantitatif dan kualitatif yang bersifat deskriptif. Dimana untuk data primer dari hasil survey kuisisioner dilakukan secara kuantitatif melalui perhitungan teknik statistik dari metoda analisis SWOT, sedangkan untuk pengumpulan data melalui in-depth interview menggunakan metoda kualitatif yaitu suatu metoda dalam meneliti dengan melalui wawancara dengan tatap muka secara langsung [7][11].

3.1. Prosedur Metodologi Penelitian

Langkah-langkah dalam diagram alur penelitian seperti penjelasan diatas untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Metoda penelitian

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].

3.2. Metoda Pengumpulan Data

Metoda pengumpulan data dilakukan ke lima operator GSM sebagai penyelenggara jaringan, dengan pihak regulatory di Kominfo dan dengan pihak penyedia jaringan atau vendor. Beberapa hal yang disiapkan untuk alat bantu sebagai pemandu wawancara atau *interview guide* dibuatkan seperti dalam tabel 2.

Tabel 2 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

Untuk data sekunder penulis mengambil data dari studi kasus proses refarming yang telah dilakukan regulator di satu negara Eropa yaitu di negara Denmark sebagai metoda *benchmarking* secara generik dan mengacu pada dokumen laporan dari *Electronic Communications Committee (ECC) report no.16* dalam *European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT)* [20].

3.3. Kondisi Pita Frekuensi 1800 MHz

Pada gambar 9 merupakan data yang menunjukkan kondisi dari komposisi alokasi spektrum frekuensi radio 1800 MHz di Indonesia saat ini. Dari total lebar bandwidth sebesar 2x75 MHz telah dihuni oleh lima operator GSM sebagai

pemegang lisensi utama dimana operator XL mendapatkan lebar bandwidth sebesar 7.5 MHz, Indosat 20 MHz, Telkomsel 22.5 MHz, Axis 10 MHz dan HCPT atau Hutchinson 3 sebesar 15 MHz.



Gambar 9. Kondisi pita frekuensi 1800 MHz

3.4. Penyusunan Strategi Alternatif SM dan Opsi Refarming

Penyusunan beberapa strategi alternatif spectrum management dalam melakukan proses refarming dan bentuk opsi refarming merupakan proses tahapan RIA yang ke-3, yaitu proses *assessment* atau penilaian. Dalam tahapan ini penulis mengembangkan pilihan beberapa strategi alternatif dalam menentukan proses refarming dan memberikan beberapa bentuk opsi reframing untuk penataan ulang menyeluruh pita frekuensi 1800 MHz [23].

3.4.1. Strategi Alternatif Metoda SM

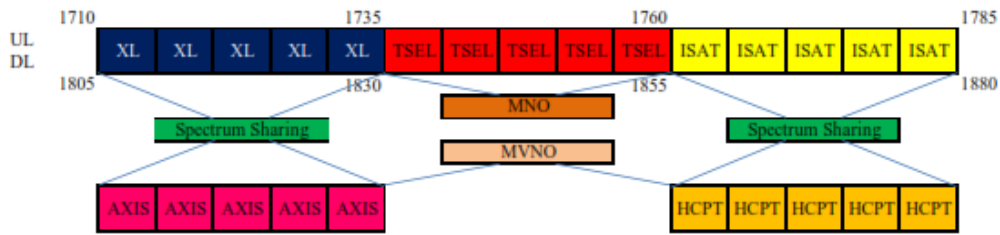
Dari beberapa metoda pendekatan *spectrum management* yang bisa diterapkan untuk melakukan proses *refarming* seperti yang telah disebutkan dalam standar internasional ITU-R SM 1603, terdapat beberapa metoda pendekatan yang dapat dipergunakan untuk melakukan proses refarming yang mana bila dikaitkan dengan masa izin lisensi pita frekuensi 1800 memiliki kelebihan dan kekurangan dalam menerapkan teknologi LTE, yaitu [14][18]:

1. Metoda *spectrum auction* atau lelang spektrum
2. Metoda *Voluntary* dan *Regulatory redeployment*
3. Metoda Pendekatan *Spectrum pricing* dan kompensasi
4. Metoda seleksi *Beauty Contest* atau komparatif
5. Metoda Penerapan Netral Teknologi

3.4.2. Bentuk Alternatif Opsi Refarming

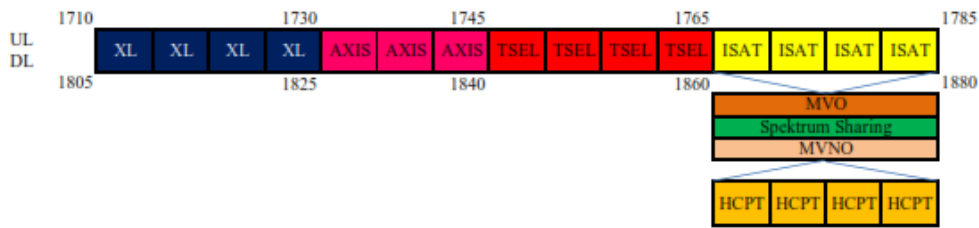
Dari setiap opsi refarming yang ditawarkan memiliki kelebihan dan kekurangan yang mungkin bisa diterapkan dalam pembagian ulang komposisi pemegang lisensi frekuensi 1800 MHz. Adapun pembentukan dan pembuatan konsep Opsi Refarming ini mengacu pada: *Market share*, Jumlah BTS dan Area Cakupan, dan Jumlah Pelanggan. Adapun opsi-opsi refarming tersebut adalah sebagai berikut:

1. Opsi Refarming I



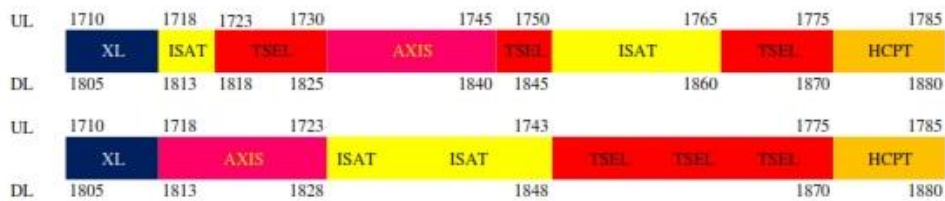
Gambar 10. Opsi refarming I

2. Opsi Refarming II



Gambar 11. Opsi refarming II

3. Opsi Refarming III



Gambar 12. Opsi refarming III

4. Opsi Refarming IV



Gambar 13. Opsi refarming IV

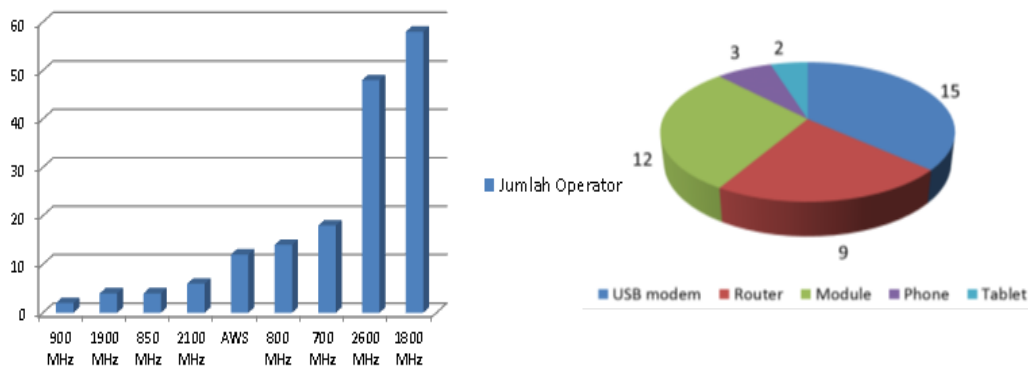
3.5. Analisis Dampak Penerapan Strategi Alternatif

Menganalisa dampak dari setiap pilihan alternatif spectrum management dan opsi refarming merupakan bagian dari proses *assessment* RIA. Dimana dalam tahapan ini, penulis menganalisa dampak dari setiap metoda pendekatan spectrum management dan juga dari setiap opsi refarming yang diberikan baik dari segi manfaat ataupun dari aspek biaya.

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 14 [17].



Gambar 14. Pertumbuhan operator LTE 1800 dan eco-system

4.2. Pengumpulan Hasil Data

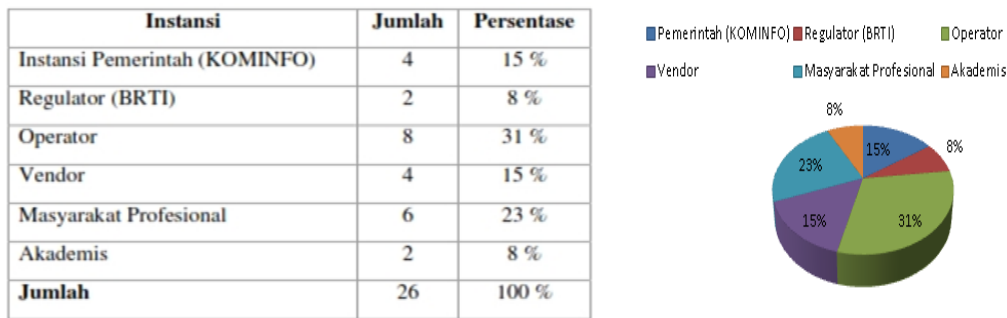
Sebagai tahapan proses RIA dalam konsultasi, maka penulis melakukan kegiatan survey dengan melibatkan partisipasi publik dalam konsultasi publik baik melalui survey kuisioner maupun wawancara secara langsung. Yang mana hasil konsultasi publik melalui survey ini menjadi data analisa bagi penulis untuk 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 15. Hasil survey penerapan LTE 1800

4.2.3. Statistik Deskriptif

Cara perhitungannya adalah dengan memberikan nilai persentase antara 0 sampai dengan 100 dimana:

- Nilai 0 untuk responden yang menyatakan Sangat Tidak Setuju
- Nilai 25 untuk responden yang menyatakan Tidak Setuju
- Nilai 50 untuk responden yang menyatakan Netral
- Nilai 75 untuk responden yang menyatakan Setuju
- Nilai 100 untuk responden yang menyatakan Sangat Setuju

4.2.3.1. Nilai Rata-rata Faktor Kekuatan

STRENGTHS	JUMLAH RESPONDEN					Total Nilai	Rata-rata (%)
	SS	S	N	TS	STS		
Memiliki total lebar BW yg besar	3	13	5	5	0	1650	64
Memberikan kapasitas dan cakupan yg besar	0	9	14	3	0	1450	56
Penghematan dan Efektifitas biaya	0	6	18	2	0	1400	54
Probabilitas Coexist dengan Legacy Network	5	18	3	0	0	2000	77
Ketersediaan Alokasi Frekuensi	8	13	5	0	0	2025	78
TOTAL NILAI						8525	

4.2.3.2. Nilai Rata-rata Faktor Peluang

OPPORTUNITIES	JUMLAH RESPONDEN					Total Nilai	Rata-rata (%)
	SS	S	N	TS	STS		
Pertumbuhan Pelanggan Pengguna LTE	11	15	0	0	0	2225	86
Pertumbuhan Perangkat Eco-system	2	14	10	0	0	1750	67
Percepatan Waktu Implementasi Ke pasar	3	3	17	3	0	1450	56
Demand Masyarakat akan Layanan LTE	2	15	6	3	0	1700	65
Pertumbuhan Penyebaran di Berbagai Negara	0	12	14	0	0	1600	62
TOTAL NILAI						8725	

4.2.3.3. Nilai Rata-rata Faktor Kelemahan

WEAKNESSES	JUMLAH RESPONDEN					Total Nilai	Rata-rata (%)
	SS	S	N	TS	STS		
Pengguna Lisensi dari Lima Operator GSM	5	10	9	2	0	1750	67
Komposisi Alokasi Frekuensi dan lebar BW	3	15	5	3	0	1650	63
Penghematan dan Efektifitas biaya	3	0	9	11	3	1035	40
Masa Lisensi yang Berakhir di tahun 2020	0	13	7	6	0	1475	57
Regulasi Spectrum Sharing dan MVNO	0	10	10	6	0	1375	53
TOTAL NILAI						7285	

4.2.3.4. Nilai Rata-rata Faktor Ancaman

THREATS	JUMLAH RESPONDEN					Total Nilai	Rata-rata (%)
	SS	S	N	TS	STS		
Penetapan Regulasi Metoda Refarming	0	20	0	6	0	1650	64
Penggunaan Regulasi untuk Teknologi Netral	0	12	12	2	0	1550	60
Penetapan Regulasi Penerapan & Ijin LTE	10	16	0	0	0	2200	85
Penerapan Opsi Regulasi Penataan Ulang	0	26	0	0	0	1950	75
Penetapan lebar blok BW per Kanal	2	9	9	6	0	1475	57
TOTAL NILAI						8825	

4.2.4. Analisis SWOT

Analisa SWOT didasarkan pada logika yang dapat memaksimalkan *strengths* dan *opportunities* namun secara bersamaan dapat meminimalkan weaknesses dan threats. Untuk proses penyusunan perencanaan strategi dilakukan melalui dua tahapan yang meliputi tahap pengumpulan data dan tahap analisa [21][22].

4.2.4.1. Tahap Pengumpulan Data

Dalam tahap pengumpulan data dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai skoring dari ke-dua aspek tersebut, dimana:

- Indeks (IDX) dihitung dengan menggunakan rumus:

$$IDX = (nSS \times 5) + (nS \times 4) + (nN \times 3) + (nTS \times 2) + (nSTS \times 1) \quad (1)$$

- Bobot (BBT) dihitung dengan menggunakan rumus:

$$BBT = IDX : Total\ IDX \quad (2)$$

- Skor dihitung dengan menggunakan rumus:

$$SKOR = BBT \times RTG \quad (3)$$

A. Skor Aspek Kekuatan-Kelemahan

NO	INDIKATOR	JUMLAH RESPONDEN					IDX	BBT	RTG	SKOR
		5	4	3	2	1				
A KEKUATAN										
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 KELEMAHAN										
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
TOTAL							901	1.00		0.31

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				
A PELUANG										
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 ANCAMAN										
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	Penerapan lebar Bandwidth	2	9	9	6	0	85	0.09	-3	-0.27
TOTAL							962	1.00		-0.20

Dari hasil perhitungan tabel diatas maka nilai total skor aspek peluang-ancaman adalah -0.20

4.2.4.2. Tahap Analisa

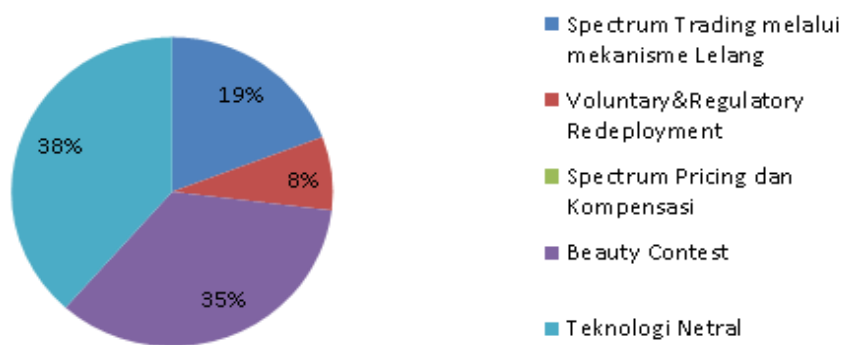
Dari hasil analisis SWOT melalui teknik positioning menghasilkan keberadaan posisi LTE 1800 di Indonesia yang terletak di kuadran ke-4 dalam status diversifikasi seperti ditunjukkan pada gambar 16.



Gambar 16. Hasil analisis SWOT penerapan LTE 1800

4.2.5. Hasil Survey Pemilihan Metoda SM

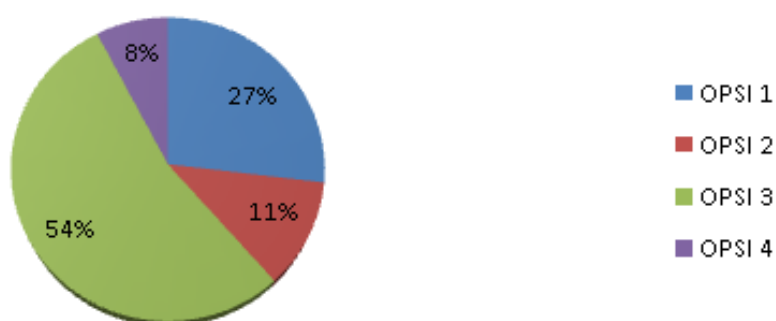
Metoda	Spectrum Trading melalui mekanisme Lelang	Voluntary & Regulatory Redeployment	Spectrum Pricing dan Kompensasi	Beauty Contest	Teknologi Netral
Pemerintah dan BRTI		2		4	
Operator					6
Vendor	3				3
Masyarakat Profesional	2			3	1
Akademis				2	
Total	5	2		9	10
Prosentase	19%	8%		35%	38%



Gambar 17. Hasil survey pemilihan spectrum management

4.2.6. Hasil Survey Pemilihan Opsi Refarming

Opsi Regulasi	OPSI 1	OPSI 2	OPSI 3	OPSI 4
Instansi				
Pemerintah dan BRTI			4	2
Operator	3		3	
Vendor		3	3	
Masyarakat Profesional	2		4	
Akademis	2			
Total	7	3	14	2
Prosentase	27%	11%	54%	8%



Gambar 18. 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.

4.4. Hasil Analisa Wawancara

Menurut Denny Setiawan proses refarming dapat dilakukan dengan menggunakan metoda pendekatan yang berdasarkan standar ITU-T SM 1603, yaitu spectrum pricing, voluntary dan regulatory redeployemnet dan kompensasi. Dan proses ini harus melibatkan dengan para stakeholder sehingga akan didapatkan hasil yang optimal dan efisien. Kalau yang diutarakan oleh Sigit Puspito dari BRTI bahwa LTE akan efektif di lebar bandwidth 20 MHz dan konsep kebijakan dalam strategi spektrum refarming dan penataan ulang frekuensi 1800 MHz memerlukan kerjasama semua pihak terkait. Sedangkan proses mekanisme refarming dan tahapan penataan ulang untuk komposisi pemegang lisensi diatur kembali melalui regulasi dan penetapannya diputuskan oleh peraturan menteri agar bisa membuat kepastian kepada semua stakeholder. Dan

menurut Hardika Nugroho, tahapan *re-balancing* untuk pembagian ulang dari komposisi pemegang lisensi seharusnya mengacu kepada beberapa parameter, seperti: jumlah pelanggan, jumlah BTS, *market share* dan efisiensi spektrum. Dan dari XL, seperti yang disampaikan oleh Marwan O. Bashir bahwa mekanisme dan tahapan proses refarming agar dilakukan dengan me-rebalancing lebar bandwidth sesuai kebutuhan operator, dan pemerintah beserta regulator dapat memberikan beberapa opsi regulasi dalam re-arrangement alokasi pita frekuensi yang bersifat universal dan fleksibel.

4.5. Kajian Regulasi

Beberapa referensi regulasi yang berlaku di Indonesia tentang telekomunikasi yang berkaitan dengan bahan penelitian diantaranya adalah sebagai berikut:

- Undang-undang RI no.36 tahun 1999 tentang telekomunikasi
- Peraturan Pemerintah no.52 tahun 2000 tentang jaringan telekomunikasi
- Peraturan Pemerintah no.53 tahun 2000 tentang penggunaan spektrum frekuensi radio
- Peraturan Menteri no. 17 tahun 2005 tentang ketentuan operasional penggunaan spektrum frekuensi radio
- Peraturan Menteri no.1 tahun 2010 tentang penyelenggaraan jaringan telekomunikasi
- Peraturan Menteri no.76 tahun 2010 tentang jenis dan tarif atas jenis Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP)
- Peraturan Menteri no.29 tahun 2009 mengenai tabel alokasi spektrum frekuensi radio Indonesia (TASFRI)
- Peraturan Menteri no.19 tahun 2013 tentang mekanisme dan penataan menyeluruh pita frekuensi 2100 MHz

4.6. Studi Kasus Proses Refarming di Denmark

Regulator nasional Denmark, NITA (National IT and Telecom Agency) yang merupakan bagian dari pemerintah Denmark telah menyelesaikan proses refarming yang sama pada pita frekuensi 900 MHz dan 1800 MHz dengan menggunakan pendekatan transparansi dan terbuka dari mulai pertemuan publik, konsultasi publik dan membuat keputusan final dokumentasi publik. Dan prosesnya sendiri terdiri dari [19]:

- Redistribusi spektrum untuk mengakomodasi lisensi bagi pendatang baru di kedua band
- *Me-reshuffle* eksisting lisensi sehingga mengharuskan semua operator memindahkan spektrum operasi mereka
- Mencabut batasan teknologi dan menyesuaikan dengan pendekatan teknologi yang lebih netral untuk mendesain lisensi
- Menyesuaikan tanggal berakhir masa perijinan yang ada.

5. INTISARI HASIL KAJIAN & USULAN REGULASI

5.1. Hasil Kajian Pemilihan Frekuensi 1800 MHz

Berdasarkan hasil survey melalui angket kuisisioner dan dengan wawancara secara langsung untuk penerapan teknologi LTE di Indonesia dengan menggunakan pita frekuensi 1800 MHz, beberapa nara sumber dan responden berpendapat bahwa implemetasi LTE 1800 akan efektif dan efisien dengan mempertimbangkan hal-hal berikut:

- Harus ada komitmen yang kuat dari para *stakeholder* dan pihak terkait terutama dari para penyelenggara jaringan dalam merencanakan kesiapan yang matang dan *timing*-nya harus tepat dalam penggelaran teknologi LTE.
- Ketersediaan jumlah eco-system LTE yang tersertifikasi dan sudah tersedia banyak dipasaran. Sehingga diperlukan ketegasan dari pemerintah untuk importir penjualan smartphone, tablet, USB modem yang sudah mendukung layanan berbasis 4G.
- Trafik layanan voice harus sudah sangat kecil dibandingkan dengan trafik layanan data karena pita frekuensi 1800 masih dipakai untuk memberikan layanan 2G yang *demand*-nya sangat tinggi di daerah-daerah tertentu. Disamping itu pertumbuhan dan penggunaan handphone 2G sudah semakin meningkat dikarenakan harganya yang sudah murah dan sangat terjangkau.
- Harga handset atau mobilephone 3G sudah dianggap murah sehingga pelanggan sudah sebagian besar *camp* di jaringan 3G.

5.2. Hasil Kajian Pemilihan Strategi Alternatif

Memilih dan menentukan alternatif terbaik untuk mendapatkan hasil yang efektif dan efisien dari kajian pemilihan strategi yang sesuai untuk pelaksanaan proses refarming frekuensi 1800 MHz di Indonesia merupakan tahapan terakhir dari proses RIA, yaitu dalam tahapan *design* setelah melibatkan partisipasi publik melalui konsultasi publik

dengan survey angket dan wawancara. Dalam tahapan ini, hal-hal yang dilakukan oleh penulis adalah:

1. Memilih dan menentukan metoda spectrum management yang akan digunakan untuk melakukan proses refarming pita frekuensi 1800 MHz
2. Memilih dan menentukan opsi refarming yang paling efektif yang digunakan dalam penataan ulang menyeluruh spektrum pita frekuensi 1800 MHz

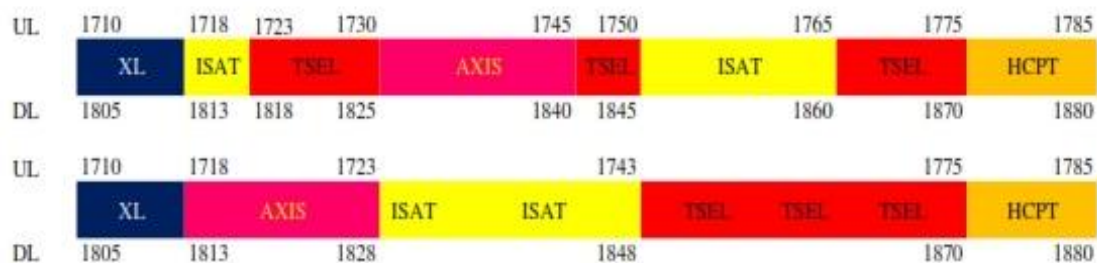
5.2.1. *Instrument Spectrum Management*

Dari hasil survey kuesioner terbanyak sebesar 38% responden lebih memilih menggunakan metoda teknologi netral dimana responden meyakini bahwa penerapan netral teknologi akan menyederhanakan proses migrasi teknologi di masa mendatang dan juga masing-masing operator dapat secara langsung mengimplementasikan sesuai dengan lebar bandwidthnya terlebih dahulu. Namun dari hasil wawancara secara langsung, dari pihak regulator menyetujui bila metoda pendekatan yang akan digunakan untuk melakukan proses refarming ini

dengan metoda *voluntary spectrum & regulatory redeployment* atau bisa diartikan sebagai *refarm by regulation* artinya bahwa penentuan dan pelaksanaan proses refarming sepenuhnya akan diinisialisasi dan dilakukan dengan regulasi kebijakan dari regulator dan pemerintah melalui keputusan Menteri. Dan pemegang lisensi pita frekuensi 1800 MHz harus bersedia untuk dilakukan penataan ulang secara menyeluruh dikarenakan kemunculan teknologi LTE yang berbasis 4G untuk bisa diterapkan.

5.2.2. Opsi Refarming

Dari hasil survey responden terbanyak sebesar 54% memilih opsi regulasi yang ke-3 seperti pada gambar V.1. Opsi refarming yang ke-3 ini juga dipilih dan disetujui oleh pihak perwakilan dari instansi pemerintah sebagai solusi strategi alternatif opsi regulasi dalam pemindahan alokasi pita frekuensi radio berbasis frekuensi.



Gambar 19 Pilihan Opsi Refarming untuk penataan ulang

5.3. Usulan Regulasi

1. Pemerintah merubah dan menambahkan keterangan dalam TASFRI tentang uraian perencanaan dan penggunaan untuk kode INS19 bahwa pita frekuensi 1800 MHz diidentifikasi untuk IMT 2000 dan IMT-Advanced
2. Pemerintah dan regulator perlu membuat suatu regulasi yang ditetapkan melalui keputusan Menteri untuk merubah dan mengganti peruntukan alokasi pita frekuensi 1800 MHz yang sebelumnya dialokasikan khusus untuk GSM 2G / DCS (Digital Cellular Service) diganti menjadi wireless broadband yang berbasis netral teknologi
3. Dibuatkan aturan dan regulasi yang jelas dan lengkap yang mengacu kepada Peraturan Menteri Kominfo RI no.19 tahun 2013 tentang mekanisme dan tahapan pemindahan alokasi pita frekuensi radio pada penataan menyeluruh pita frekuensi radio 2100 MHz

5.4. Strategi Implementasi

Berdasarkan hasil pemilihan dan pertimbangan dari konsultasi publik serta mengacu kepada hasil *benchmarking* dengan negara Denmark, maka strategi implementasi yang bisa diterapkan untuk teknologi LTE dengan menggunakan pita frekuensi 1800 MHz adalah sebagai berikut:

- Pemerintah dan regulator melakukan penataan ulang menyeluruh spektrum frekuensi 1800 MHz dengan menggunakan opsi refarming ke-3
- Pemerintah dan regulator menerapkan metoda pendekatan *voluntary spectrum management* yaitu mendorong kepada para operator untuk bersedia dilakukan penataan ulang dikarenakan kemunculan teknologi LTE. Dan metoda pendekatan yang kedua adalah netral teknologi sebagai instrumen *spectrum management* dalam melakukan proses refarming

untuk merubah peruntukan alokasi pita frekuensi 1800 MHz dari teknologi GSM/DCS 1800 menjadi berbasis netral teknologi.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. 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

6.2. 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 Tehnik 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. Directorat for Public Governance and Territorial Development. OECD. Available at <http://www.oecd.org/gov/regulatory-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
- [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/refarmingcasestudydenmark20111124.pdf>