



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERENCANAAN SPEKTRUM DIGITAL DIVIDEND PADA
PITA FREKUENSI ULTRA HIGH FREQUENCY DI
WILAYAH PERBATASAN INDONESIA**

TESIS

**ANDREAS BASTIAN DAMANIK
NPM : 0806424182**

**FAKULTAS TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM PASCASARJANA
JAKARTA
JUNI 2011**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERENCANAAN SPEKTRUM DIGITAL DIVIDEND PADA
PITA FREKUENSI ULTRA HIGH FREQUENCY DI
WILAYAH PERBATASAN INDONESIA**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik

**ANDREAS BASTIAN DAMANIK
NPM : 0806424182**

**FAKULTAS TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM PASCASARJANA
KEKHUSUSAN MANAJEMEN TELEKOMUNIKASI
JAKARTA
JUNI 2011**

PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Andreas Bastian Damanik
NPM : 0806424182

Tanda tangan :

Tanggal : Juni 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Andreas Bastian Damanik
NPM : 0806424182
Program Studi : Manajemen Telekomunikasi
Judul Tesis : Perencanaan Spektrum *Digital Dividend* Pada *Frekuensi Ultra High Frequency* di wilayah perbatasan Indonesia

Telah berhasil dipertahankan di hadapan dewan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada program studi Manajemen Telekomunikasi Fakultas Teknik Elektro, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Dadang Gunawan, M.Eng (.....)

Penguji : Ir. Djamhari Sirat, M.Sc., Ph.D (.....)

Penguji : Ir. Arifin Djauhari, MT (.....)

Penguji : Ir. Gunawan Wibisono, M.Sc., Ph.D (.....)

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : Juni 2011

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan penelitian ini. Penulisan penelitian ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik pada Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai dengan pada penyusunan penelitian untuk thesis, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan penelitian ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof.Dadang Gunawan, M.Eng, P.hD selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan penelitian ini.
2. Pihak Depkominfo, yang telah banyak membantu memberikan beasiswa selama program pendidikan saya.
3. Teman-teman S2 Fakultas Teknik Elektro jurusan Manajemen Telekomunikasi tahun 2008.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebajikan semua pihak yang telah membantu. Semoga penelitian ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, Juni 2011

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andreas Bastian Damanik
NPM : 0806424182
Program Studi : Manajemen Telekomunikasi
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

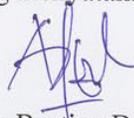
Perencanaan Spektrum *Digital Dividend* Pada *Frekuensi Ultra High Frequency* di wilayah perbatasan Indonesia

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : Juni 2011

Yang menyatakan,



(Andreas Bastian Damanik)

ABSTRAK

Nama : Andreas Bastian Damanik
Program Studi : Manajemen Telekomunikasi
Judul : Perencanaan Spektrum *Digital Dividend* Pada Frekuensi *Ultra High Frequency* di wilayah perbatasan Indonesia

Digital Dividend adalah spektrum yang tidak terpakai pada saat migrasi penyiaran TV analog ke TV digital secara penuh ("*Digital Switchover*"). Frekuensi sisa tersebut dapat digunakan untuk layanan non broadcast maupun broadcast lain seperti mobile (International Mobile Telecommunication), mobile broadband, Long Term Evolution (4G), High Definition TV dan lain-lain.

Adanya perbedaan pengkalanalan frekuensi *digital dividend* di daerah perbatasan Indonesia-Singapura dan Malaysia hal ini diakibatkan karena proposal digital dividend di daerah perbatasan dimulai dari frekuensi 746 MHz sehingga sisa frekuensi dari migrasi tv analog ke tv digital hanya sebesar 60 MHz sedangkan diwilayah non perbatasan rencana *digital dividend* dimulai dari frekuensi 698 MHz yang menyisakan 108 MHz. Perbedaan tersebut berpotensi menimbulkan ketidak maksimalan pendapatan Biaya Hak Penggunaan (BHP) frekuensi dan berpotensi menimbulkan ketidak efisienan penggunaan frekuensi serta belum adanya perencanaan pita frekuensi UHF untuk aplikasi selain broadcasting pada frekuensi *digital dividend*.

Dalam menata ulang pembagian kanal tv digital dan digital dividend hasil pertemuan Trilateral antara Indonesia, Singapura dan Malaysia dihasilkan 4 opsi untuk pengkalanalan tv digital dan digital dividen di daerah perbatasan yang lebih efisien dan Opsi 3 dan opsi 4 merupakan opsi yang paling optimum dari sisi BHP untuk perencanaan pita untuk digital dividend di daerah perbatasan Indonesia, Malaysia dan Singapura.

ABSTRACT

Name : Andreas Bastian Damanik
Study Program : Telecommunication Management
Title : Digital Dividend Spectrum Planning on Ultra High Frequency Band in Indonesian Border

Digital Dividend is the idle spectrum from the migration of the analog TV broadcasting to full digital TV ("Digital Switchover"). The remaining frequencies can be used for non-broadcast and broadcast services such as mobile (International Mobile Telecommunications), mobile broadband, Long Term Evolution (4G), High Definition TV and other services.

The differences in the frequency planning of digital dividend on the border of Indonesia-Singapore and Malaysia because of the digital dividend proposal on the border starting from the frequency of 746 MHz so the rest of the frequency of migration tv analog to digital tv is only at 60 MHz while in the non-border region of the digital dividend plan starting from 698 MHz frequency which left 108 MHz. These differences could potentially lead to lack of frequency fee income (BHP) and potentially inefficient use of frequencies and there is no planning of the UHF frequency band for applications other than broadcasting in a digital dividend frequency.

In rearranging the distribution of digital TV channels and digital dividend from Trilateral meeting between Indonesia, Singapore and Malaysia produced four options for channeling digital tv and digital dividend in the border area. Option 3 and option 4 is the most optimal option in terms of BHP for band planning for digital dividend on the border of Indonesia, Malaysia and Singapore.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 IDENTIFIKASI MASALAH	4
1.3 TUJUAN PENELITIAN	5
1.4 BATASAN MASALAH	5
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN	6
BAB 2. ASPEK PERENCANAAN FREKUENSI DIGITAL DIVIDEND PADA PITA UHF DI INDONESIA	7
2.1 FREKUENSI UHF (ULTRA HIGH FREQUENCY) SEBAGAI FREKUENSI PENYIARAN TELEVISI	7
2.2 POTENSI LAYANAN DIGITAL DIVIDEND	9
2.3 IDENTIFIKASI DIGITAL DIVIDEND DI BEBERAPA NEGARA	11
2.3.1 PERENCANAAN SPEKTRUM DIGITAL DIVIDEND DI BEBERAPA NEGARA	11
2.4 BATASAN TEKNIS ANTAR LAYANAN PADA FREKUENSI DIGITAL	13

	DIVIDEND	
2.4.1	PENGGUNAAN FREKUENSI DI WILAYAH PERBATASAN	14
2.4.2	INTERFERENSI KANAL BERDEKATAN (ADJACENT CHANNEL INTERFERENCE)	15
2.4.3	INTERFERENSI KANAL YANG SAMA (CO-CHANNEL INTERFERENCE)	16
2.4.4	BATASAN POWER FLUX DENSITY DAN GUARD BAND ANTAR SERVIS	17
2.4.5	PROTECTION RATIO	17
2.5	DAMPAK EKONOMI DARI DIGITAL DIVIDEND	18
BAB 3	PERENCANAAN DIGITAL DIVIDEND UNTUK WILAYAH PERBATASAN	19
3.1	POLA PERENCANAAN DIGITAL DIVIDEND UNTUK WILAYAH PERBATASAN	20
3.2	IDENTIFIKASI PENGGUNAAN FREKUENSI UHF DI WILAYAH PERBATASAN	21
3.3	PENENTUAN STANDAR TV DIGITAL DAN MOBILE BROADBAND	23
3.3.1	STANDAR TV DIGITAL	23
3.3.2	STANDAR BROADBAND WIRELESS ACCESS	23
3.3.2.1	LONG TERM EVOLUTION (LTE)	24
3.3.2.2	WORLDWIDE INTEROPERABILITY FOR MICROWAVELINK ACCESS (WIMAX)	24
3.4	PENGGALANGAN ULANG FREKUENSI UHF DI WILAYAH PERBATASAN	26
3.4.1	PENGGALANGAN ULANG OPSI 1	27
3.4.2	PENGGALANGAN ULANG OPSI 2	28
3.4.3	PENGGALANGAN ULANG OPSI 3	28
3.4.4	PENGGALANGAN ULANG OPSI 4	29
BAB 4	ANALISA PERENCANAAN DIGITAL DIVIDEND UNTUK WILAYAH PERBATASAN	31
4.1	SKENARIO SHARING DVB-T DENGAN BWA	31
4.2	SIMULASI DENGAN CHIRPLUS	31
4.2.1	SIMULASI CHIRPLUS UNTUK SEMUA OPSI	32
4.3	PERHITUNGAN BIAYA HAK PENGGUNAAN (BHP) DARI SETIAP OPSI	38

4.3.1	SIMULASI PERHITUNGAN BHP PITA DVB-T DAN BWA	39
4.3.1.1	SIMULASI TOTAL PENDAPATAN BHP DARI SETIAP OPSI	39
4.4	PERBANDINGAN SETIAP OPSI	41
4.5	PEMILIHAN OPSI	44
BAB 5	KESIMPULAN	47
	DAFTAR REFERENSI	48



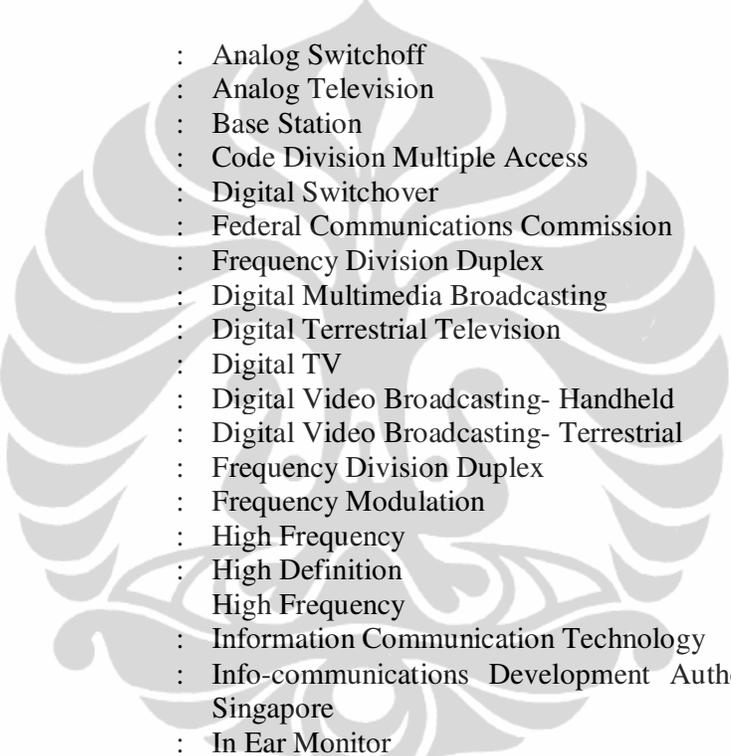
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Sisa band frekuensi penyiaran setelah migrasi penuh dari TV analog dan digital	4
Gambar 2.1	Alokasi perencanaan frekuensi UHF di United Kingdom	11
Gambar 2.2	Alokasi perencanaan ferkuensi Digital Dividend di Korea	12
Gambar 2.3	Alokasi perencanaan ferkuensi Digital Dividend di Amerika Serikat	13
Gambar 2.4	Adjancent Channel Interference	16
Gambar 3.1	Pola Perencanaan Digital Dividend untuk Wilayah Perbatasan	20
Gambar 3.2	Proposal Digital Dividend Singapura dan Malaysia	26
Gambar 3.3	Pengkanalan ulang Opsi 1	27
Gambar 3.4	Pengkanalan ulang Opsi 2	28
Gambar 3.5	Pengkanalan ulang Opsi 3	29
Gambar 3.6	Pengkanalan ulang Opsi 4	30
Gambar 4.1	Skenario Simulasi Interferensi	31
Gambar 4.2	Skenario DVB-T Transmitter (<i>TX</i>) di Batam menginterferensi Wimax/LTE <i>User Equipment (UE)</i>	35
Gambar 4.3	Skenario DVB-T <i>TX</i> menginterferensi Wimax/LTE <i>Base Station (BS)</i>	36
Gambar 4.4	Skenario Wimax/LTE <i>BS</i> menginterferensi DVB-T <i>Receive (RX)</i>	37

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Pita Penyiaran Televisi	7
Tabel 2.2	Alokasi kanal penyiaran televisi pada pita UHF band IV	8
Tabel 2.3	Alokasi kanal penyiaran televisi pada pita UHF band V	9
Tabel 2.4	Jarak koordinasi untuk berbagai layanan	14
Tabel 2.5	Proteksi Digital Terrestrial Television (DTT) dengan pemisahan geografis	16
Tabel 2.6	Batasan Power Flux Density dan Guard Band antar servis	17
Tabel 2.7	Guard Band antar Servis	17
Tabel 2.8	Protection Ratio Co-Channel antara DVB-T dengan LTE	18
Tabel 2.9	Protection Ratio Adjacent-Channel antara DVB-T dengan LTE	18
Tabel 3.1	Penggunaan frekuensi UHF di daerah perbatasan	21
Tabel 3.2	Perbandingan antara sistem 3G, dengan Wimax dan LTE	25
Tabel 4.1	Parameter Simulasi CHIRPLUS	32
Tabel 4.2	Parameter Frekuensi untuk simulasi CHIRPLUS	32
Tabel 4.3	Simulasi Perhitungan BHP DVB-T dan BWA di Batam	41
Tabel 4.4	Perbandingan kelebihan dan Kekurangan Opsi 1	41
Tabel 4.5	Perbandingan kelebihan dan Kekurangan Opsi 2	42
Tabel 4.6	Perbandingan kelebihan dan Kekurangan Opsi 3	43
Tabel 4.7	Perbandingan kelebihan dan Kekurangan Opsi 4	44

DAFTAR SINGKATAN



ASO	: Analog Switchoff
ATV	: Analog Television
BS	: Base Station
CDMA	: Code Division Multiple Access
DSO	: Digital Switchover
FCC	: Federal Communications Commission
FDD	: Frequency Division Duplex
DMB	: Digital Multimedia Broadcasting
DTT	: Digital Terrestrial Television
DTV	: Digital TV
DVB-H	: Digital Video Broadcasting- Handheld
DVB-T	: Digital Video Broadcasting- Terrestrial
FDD	: Frequency Division Duplex
FM	: Frequency Modulation
HF	: High Frequency
HD	: High Definition
HF	: High Frequency
ICT	: Information Communication Technology
IDA	: Info-communications Development Authority of Singapore
IEM	: In Ear Monitor
ITU	: International Telecommunications Union
LTE	: Long Term Evolution
MFN	: Multiple Frequency Network
MHz	: Mega Hertz
PANGTEL	: Papua New Guinea Radiocommunication and Telecommunication Technical Authority
PFD	: Power Flux Density
PMSE	: Programme-Making and Special Events
PPDR	: Public Protection and Disaster Relief
RSPG	: Radio Spectrum Policy Group
RTF	: Radio Televisi dan Film
SD	: Standard Digital
SKMM	: Suruhanjaya komunikasi Multimedia Malaysia
SFN	: Single Frequency Network
TDD	: Time Division Duplex

UE	: User Equipment
UHF	: Ultra High Frequency
UMTS	: Universal Mobile Telecommunications System
VHF	: Very High Frequency
Wimax	: Worldwide Interoperability for Microwave Access



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Kanal UHF di Indonesia yang digunakan untuk layanan penyiaran terletak pada rentang frekuensi 470 MHz sampai dengan 806 MHz, spektrum ini juga digunakan secara umum untuk penyiaran di negara-negara lain di dunia. Jika di lihat dari regulasi tentang penyiaran yang tertuang dalam Keputusan Menteri No 76 Tahun 2003 BAB II Ketentuan Teknis yang mengatur bahwa standar sistem televisi pada pita UHF adalah standar sistem televisi analog dan standar sistem televisi digital yang beroperasi pada frekuensi 478 MHz-606 MHz (band IV) dan frekuensi 606 MHz-806 MHz (band V). Kondisi eksisting TV analog di Indonesia saat ini sudah sangat penuh dimana kanal frekuensi yang tersedia pada band UHF sudah tidak ada lagi sementara permohonan izin siaran TV semakin banyak. [1]

Karakteristik TV analog juga dapat dikatakan sebagai pemicu penuhnya kanal UHF, dimana pada TV analog 1 kanal hanya dapat di isi oleh satu siaran, Selain itu dalam suatu wilayah layanan yang sama tidak dapat digunakan pita frekuensi yang bersebelahan (*adjacent frequency*) maupun yang berselisih 5 dan 9 kanal, karena akan menimbulkan interferensi.

Letak geografis negara Indonesia yang berbatasan dengan negara-negara perbatasan sudah harus memerlukan suatu pengaturan telekomunikasi termasuk penggunaan frekuensi dengan memperhatikan batas wilayah negara sehingga terhindar dari interferensi (saling mengganggu).

Perkembangan industri telekomunikasi yang pesat, terdapat beberapa permasalahan yang harus diperhatikan bersama secara terus menerus, yaitu masalah koordinasi frekuensi *microwave link* lintas batas, *spill over* cakupan Radio Siaran FM dan TV Siaran, *spill over* frekuensi selular, gangguan frekuensi HF dan lain-lain.

Saat ini Indonesia sudah menyepakati koordinasi frekuensi berkala dengan Singapura (2 kali pertahun) dan juga dengan Malaysia. Dalam beberapa forum

digunakan pula bentuk *joint commission* di bawah koordinasi Departemen Luar Negeri.

Dalam kenyataannya pelaksanaan koordinasi frekuensi di daerah perbatasan baik dengan Malaysia maupun Singapura salah satu mata agenda yang menjadi fokus pembicaraan adalah koordinasi frekuensi penyiaran pada pita VHF dan UHF. Sejak dahulu baik Ditjen Postel sebagai administrasi telekomunikasi di Indonesia maupun Ditjen RTF, Departemen Penerangan tidak pernah melakukan koordinasi dengan negara tetangga dalam hal memberikan izin penyelenggaraan siaran radio dan siaran televisi di daerah perbatasan, padahal sejak puluhan tahun yang lalu Malaysia dan Singapura selalu melakukan koordinasi penggunaan frekuensi dan memiliki perjanjian pengaturan distribusi kanal frekuensi di negara masing-masing. Sehingga kedua negara tersebut selangkah lebih maju dalam pengaturan penggunaan frekuensi di wilayah perbatasan.

Koordinasi penggunaan frekuensi dengan negara-negara perbatasan yang saat ini telah dibentuk adalah : *Joint Commission on Communication (JCC)* dengan SKMM (Malaysia), *Border Communication Coordination Meeting (BCCM)* dengan IDA (Singapura), *Trilateral Meeting* (Indonesia-Malaysia-Singapura) dan *Joint Border Committee* dengan PANGTEL (Papua Nugini).

Hadirnya teknologi sistem transmisi siaran TV digital memungkinkan penggunaan spektrum frekuensi yang lebih efisien dibandingkan dengan sistem transmisi siaran TV analog, karena teknologi digital memberikan peningkatan efisiensi berlipat-lipat daripada penggunaan frekuensi oleh penyiaran. Hal ini terjadi dengan adanya teknologi multipleks/demultipleks digital yang memungkinkan satu kanal TV dengan lebar pita yang sama dengan TV analog berisi beberapa subkanal program siaran dan layanan data. [2]

Proses multipleksing mengkombinasikan kanal audio/video/data kedalam satu aliran bit koheren pada satu kanal TV dan sebaliknya pada proses demultipleksing dilakukan pemecahan aliran bit menjadi beberapa kanal individu program siaran dan layanan data. Misalnya pada kanal 7, berisi subkanal 7-1, 7-2, 7-3,7-4, 7-5 dan 7-6. Ini berarti satu kanal TV yang hanya bisa digunakan untuk satu operator TV siaran pada sistem analog bisa digunakan oleh 6 operator pada sistem digital. [2]

Teknologi sistem transmisi siaran TV digital dapat menjawab keterbatasan kanal pada TV analog dan membuka kesempatan bagi penyelenggara TV baru yang selama ini tidak dapat dilayani sehingga pemerintah dalam hal ini telah menerbitkan regulasi tentang penyiaran digital yaitu dalam Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika No. 39/PER/M.KOMINFO/10/2009 tahun 2009 tentang Kerangka Dasar Penyelenggaraan Penyiaran Televisi Digital Terrestrial Penerimaan Tetap Tidak Berbayar (*Free To Air*).[3]

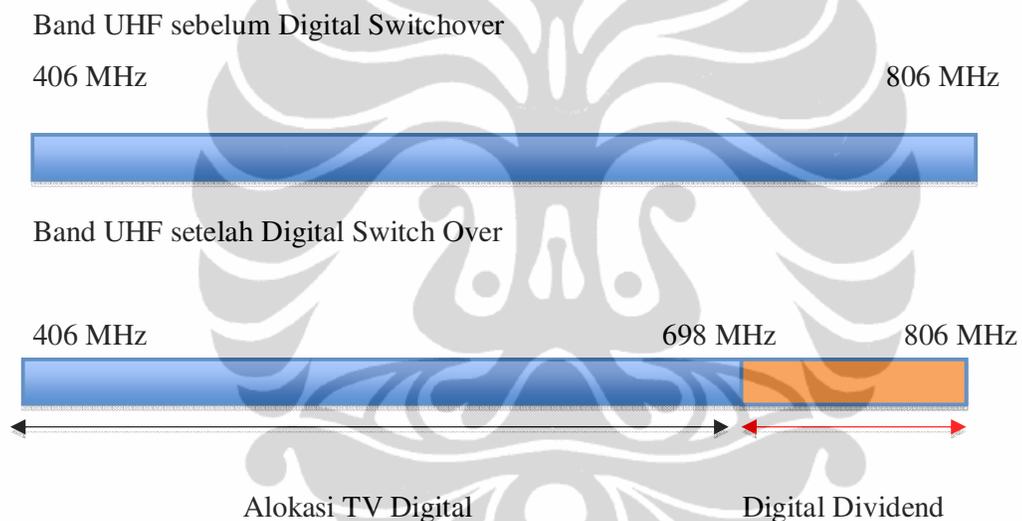
Salah satu sasaran dari penetapan teknologi digital untuk penyiaran TV dan radio adalah dalam rangka memberi ketersediaan saluran bagi penyelenggaraan penyiaran, maupun permintaan penyelenggaraan penyiaran baru yang tidak dapat ditampung dengan teknologi analog.

Penerapan siaran TV digital pada pita UHF dilakukan secara bertahap sampai suatu batas waktu *cut-off* (migrasi penuh) TV analog UHF yang ditetapkan (2015 di kota besar dan 2020 secara nasional). Dalam *White Paper* Penyelenggaraan Televisi Digital di Indonesia dijelaskan tahapan migrasi siaran TV analog ke TV digital sebagai berikut [3] [4] :

- 13 Agustus 2008 uji coba lapangan untuk pertama kali diluncurkan
 - 20 Mei 2009 uji coba lapangan TV *Digital Terrestrial* Penerimaan Tetap yang dilaksanakan oleh dua operator yaitu KTDI (Konsorsium 6 LPS : SCTV, Metro, AnTV TVOne, TransTV dan Trans7) dan konsorsium TVRI/Telkom
 - Uji Coba kedua dan Ketiga diharapkan selesai pada tahun 2010
 - Pelaksanaan penggelaran siaran TV *Digital Terrestrial* (*Free To Air*) untuk penerimaan tetap yang diharapkan dapat digelar selambat-lambatnya di tahun 2011
 - Migrasi penuh ke sistem penyiaran digital (*Digital Switchover*) atau Pemberhentian siaran TV analog (*Analog cut off*) pada tahun 2015-2020
- Digital Switchover* (DSO) atau *Analog Switchoff* (ASO) diharapkan akan terjadi pada 2015 untuk kota-kota besar dan pada tahun 2020 untuk seluruh Indonesia. Peralihan ke sistem penyiaran digital memunculkan istilah *digital dividend*, yang didefinisikan oleh *Radio Spectrum Policy Group* (RSPG) sebagai kelebihan spektrum yang tersedia melebihi yang dibutuhkan untuk mengakomodasi

peralihan layanan siaran televisi analog ke digital pada pita UHF (band IV dan V: 470 - 806 MHz). Spektrum ini tersedia secara penuh setelah penghentian siaran televisi analog tahun 2015 sesuai dengan ITU untuk proteksi siaran analog.

Ketika sistem transmisi siaran TV analog UHF 470-806 MHz beralih ke digital (*analogue switch-off*), terdapat 108 MHz spektrum frekuensi yang akan dibebaskan. Spektrum frekuensi yang potensial ini akan digunakan untuk aplikasi-aplikasi baru disamping aplikasi siaran yang sudah ada sebelumnya. Gambar 1.1 dibawah ini mengilustrasikan/menggambarkan sisa frekuensi (*digital dividend*) setelah *digital switchover* sesuai dengan hasil *World Radicommunication Conference* (WRC) tahun 2007 untuk *Region 3*.



Gambar 1.1 Sisa band frekuensi penyiaran setelah migrasi penuh dari TV analog dan digital

1.2. IDENTIFIKASI MASALAH

Frekuensi merupakan kekayaan alam yang sangat terbatas. Untuk itu perlu pengaturan yang jelas tentang keberadaan frekuensi dan penggunaannya sehingga penggunaan 108 MHz spektrum frekuensi sisa dari *digital switchover* pada spektrum (pita frekuensi) UHF bisa efektif dan efisien penggunaannya pada masa mendatang. Dari latar belakang tersebut diatas secara umum terdapat beberapa

permasalahan dalam perencanaan frekuensi *digital dividend* baik untuk layanan *broadcasting* maupun layanan *non broadcasting* antara lain yaitu :

- Adanya perbedaan pengkanalan frekuensi *digital dividend* di daerah perbatasan Indonesia-Singapura dan Malaysia hal ini diakibatkan karena proposal digital dividend di daerah perbatasan dimulai dari frekuensi 746 MHz sehingga sisa frekuensi dari migrasi tv analog ke tv digital hanya sebesar 60 MHz sedangkan diwilayah non perbatasan rencana *digital dividend* dimulai dari frekuensi 698 MHz yang menyisakan 108 MHz.
- Perbedaan tersebut berpotensi menimbulkan ketidak maksimalan pendapatan Biaya Hak Penggunaan (BHP) frekuensi dan berpotensi menimbulkan ketidak efisienan penggunaan frekuensi.
- Belum adanya perencanaan pita frekuensi UHF untuk aplikasi selain *broadcasting* pada frekuensi *digital dividend*

1.3. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Menata ulang hasil pembagian kanal tv digital hasil pertemuan Trilateral antara Indonesia, Singapura dan Malaysia agar dihasilkan pengkanalan tv digital dan *digital dividen* yang lebih efisien.
- Melakukan perencanaan pita frekuensi yang sesuai untuk *digital dividend* di daerah perbatasan Indonesia, Singapura dan Malaysia

1.4. RUANG LINGKUP / BATASAN MASALAH

Ruang lingkup atau batasan permasalahan dalam penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

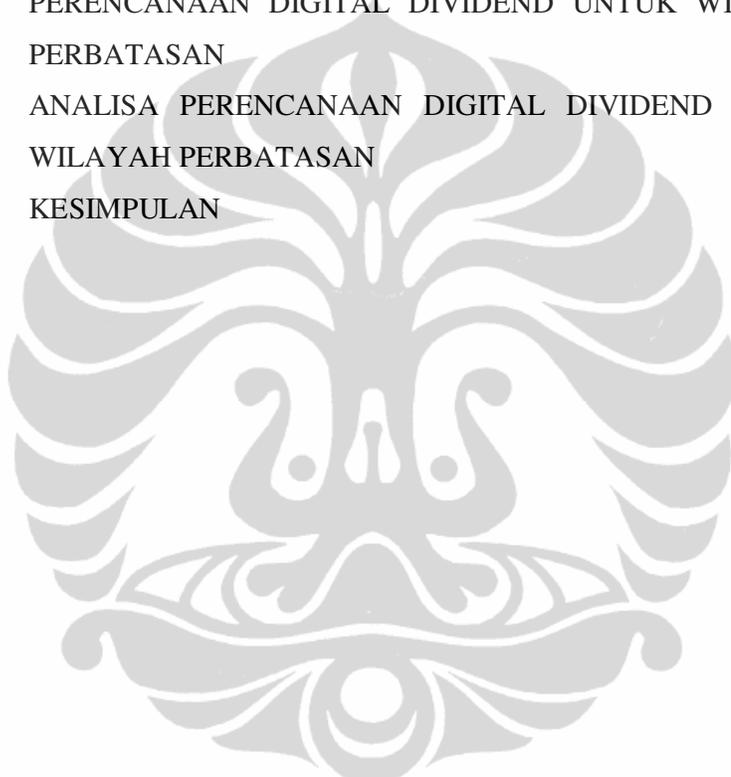
- Frekuensi UHF untuk layanan penyiaran berada pada 470 – 806 MHz dan setelah *digital switchover* maka alokasi penyiaran digital pada frekuensi UHF berada pada rentang 470-698 MHz, maka sisa frekuensi 698-806 MHz yang akan diamati.
- Penelitian perencanaan spektrum *digital dividend* dilakukan dengan melihat kondisi eksisting layanan penyiaran di wilayah perbatasan Indonesia (Batam) Singapura dan Malaysia (Johor Baru) dengan analisa

software CHIRPLUS dan Biaya Hak Penggunaan frekuensi yang akan digunakan.

1.5. SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika Penulisan Penelitian ini adalah sebagai berikut:

- BAB I. PENDAHULUAN
- BAB II. ASPEK PERENCANAAN FREKUENSI DIGITAL DIVIDEND
 PADA PITA UHF DI INDONESIA
- BAB III. PERENCANAAN DIGITAL DIVIDEND UNTUK WILAYAH
 PERBATASAN
- BAB IV. ANALISA PERENCANAAN DIGITAL DIVIDEND UNTUK
 WILAYAH PERBATASAN
- BAB V. KESIMPULAN



BAB 2
ASPEK PERENCANAAN FREKUENSI DIGITAL DIVIDEND PADA
PITA UHF DI INDONESIA

2.1 Frekuensi UHF (*Ultra High Frequency*) sebagai frekuensi penyiaran televisi

Penyiaran televisi *analog* membutuhkan *bandwidth* yang besar yaitu sekitar 8 MHz per program dengan menggunakan frekuensi VHF maupun UHF. ITU mengatur alokasi penyiaran televisi *analog* pada pita VHF dan UHF untuk *Region 3* dapat dilihat pada Tabel 2.1 di bawah ini : (frekuensi pada Tabel 2.1 tidak eksklusif untuk penyiaran televisi tetapi dapat juga digunakan untuk layanan tetap (*fixed*) maupun layanan bergerak (*mobile*))

Tabel 2.1 Pita Penyiaran Televisi [5]

Pita Penyiaran	Frekuensi
VHF Band I	47-68 MHz
VHF Band III	174-230 MHz
UHF Band IV	470-582 MHz
UHF Band V	582-960 MHz

Di Indonesia frekuensi UHF yang digunakan untuk penyiaran televisi dialokasikan pada rentang frekuensi 478 – 806 MHz atau jika menggunakan standar G/PAL yaitu dengan *bandwidth* sebesar 8 MHz per kanalnya maka terdapat 38 kanal yaitu kanal 22 sampai dengan kanal 60. Pita frekuensi untuk setiap kanal baik untuk frekuensi gambar maupun suara pada pita *UHF Band IV* dan *Band V* dapat dilihat pada Tabel 2.2 dan Tabel 2.3.

Tabel 2.2 Alokasi kanal penyiaran televisi pada pita *UHF band IV* [5]

BAND		CHANNEL	FREQ. RANGE (MHz)	FREQ VISION (MHz)	FREQ SOUND (MHz)
UHF	IV	21	470 - 478	471.25	476.75
		22	478 - 486	479.25	484.75
		23	486 - 494	487.25	492.75
		24	494 - 502	495.25	500.75
		25	502 - 510	503.25	508.75
		26	510 - 518	511.25	516.75
		27	518 - 526	519.25	524.75
		28	526 - 534	527.25	532.75
		29	534 - 542	535.25	540.75
		30	542 - 550	543.25	548.75
		31	550 - 558	551.25	556.75
		32	558 - 566	559.25	564.75
		33	566 - 574	567.25	572.75
		34	574 - 582	575.25	580.75
		35	582 - 590	583.25	588.75
		36	590 - 598	591.25	596.75

Sebagai catatan bahwa pada saat ini di beberapa lokasi, pita frekuensi 479 – 488.48 MHz dan 489 – 493.48 MHz masih digunakan operator selular MOBISSEL yang menggunakan sistem selular *analog* NMT-470. Saat ini operator tersebut sedang dalam proses migrasi frekuensi secara bertahap ke frekuensi 450 MHz-an, untuk menyelaraskan dengan sistem *digital* CDMA-450. Jadi artinya di beberapa lokasi Ch. 22 s/d Ch. 24 tidak bisa digunakan [6].

Tabel 2.3 Alokasi kanal penyiaran televisi pada pita UHF band V [5]

BAND		CHANNEL	FREQ. RANGE (MHz)	FREQ VISION (MHz)	FREQ SOUND (MHz)
UHF	V	37	598 - 606	599.25	604.75
		38	606 - 614	607.25	612.75
		39	614 - 622	615.25	620.75
		40	622 - 630	623.25	628.75
		41	630 - 638	631.25	636.75
		42	638 - 646	639.25	644.75
		43	646 - 654	647.25	652.75
		44	654 - 662	655.25	660.75
		45	662 - 670	663.25	668.75
		46	670 - 678	671.25	676.75
		47	678 - 686	679.25	684.75
		48	686 - 694	687.25	692.75
		49	694 - 702	695.25	700.75
		50	702 - 710	703.25	708.75
		51	710 - 718	711.25	716.75
		52	718 - 726	719.25	724.75
		53	726 - 734	727.25	732.75
		54	734 - 742	735.25	740.75
		55	742 - 750	743.25	748.75
		56	750 - 758	751.25	756.75
57	758 - 766	759.25	764.75		
58	766 - 774	767.25	772.75		
59	774 - 782	775.25	780.75		
60	782 - 790	783.25	788.75		
61	790 - 798	791.25	796.75		
62	798 - 806	799.25	804.75		

2.2 Potensi Layanan Digital Dividend

Digital Dividend adalah spektrum yang tidak terpakai pada saat migrasi penyiaran TV analog ke TV *digital* secara penuh (“*Digital Switchover*”). Frekuensi sisa tersebut dapat digunakan untuk layanan *non broadcast* maupun *broadcast*, berikut

ini adalah layanan yang dapat diimplementasikan pada spektrum *digital dividend* [7]

1. Kanal TV Digital Nasional – *Standard* (SD) dan *High Definition* (HD)

Kanal spektrum *digital dividend* dapat digunakan untuk layanan DTT (*Digital Terrestrial Television*) dengan format *standard definition* (SD) atau *high-definition* (HD), dan berbasis *free-to-air*,

2. Kanal TV Digital Lokal

Kanal spektrum *digital dividend* dapat digunakan untuk layanan DTT (*Digital Terrestrial Television*) dengan cakupan kecil seperti komunitas,

3. *Mobile TV* (*Mobile Multimedia Broadcasting*)

Kanal spektrum *digital dividend* dapat digunakan untuk layanan *broadcast* ke *mobile handset*,

4. *Wireless Microphone*, dan aplikasi PMSE (*programme-making and special events*)

Spektrum UHF saat ini sudah digunakan untuk *radio microphone*, *in-ear monitor* (*IEM*), *talkback* dan *point-to-point audio link*. Dan pita ini akan tetap digunakan untuk layanan – layanan ini dan pengguna PMSE lainnya,

5. *Cellular / Broadband Wireless Access*

Spektrum *digital dividend* sangat potensial digunakan untuk layanan BWA dan selular. Teknologi – teknologi yang bisa diterapkan meliputi 3G (dan 3G *enhancement*), WiMAX dan UMTS FDD/TDD,

6. *Private mobile radio* dan *public access mobile radio*

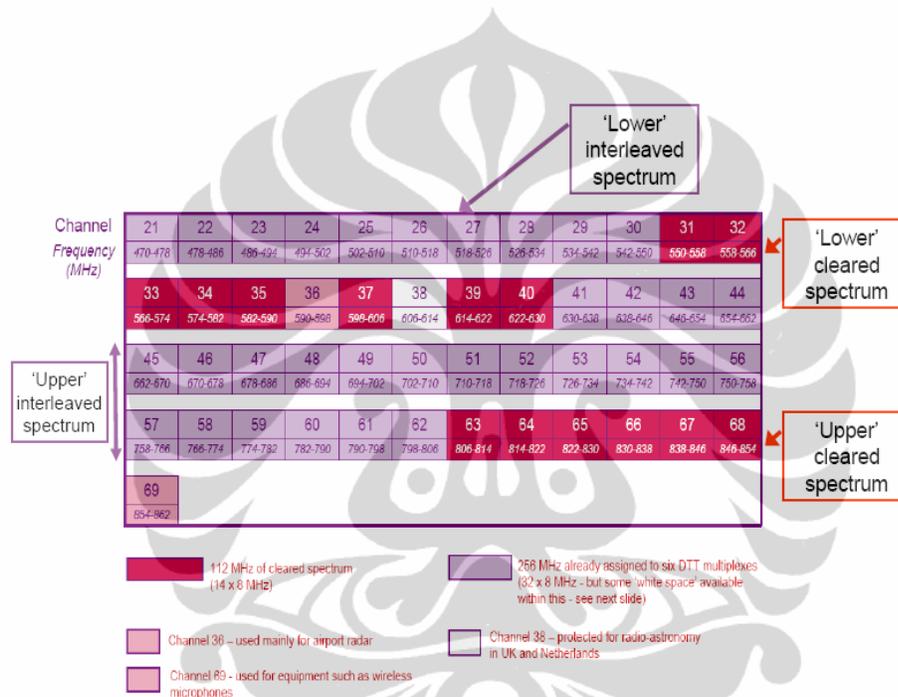
Sistem *Private Mobile Radio* (*PMR*) digunakan oleh perusahaan – perusahaan seperti operator taksi. Sedikit permintaan untuk spektrum *digital dividend* oleh pengguna *PMR*. *Public access mobile radio* (*PAMR*) digunakan oleh organisasi – organisasi seperti layanan *ambulance*.

2.3. Identifikasi Digital Dividend di beberapa Negara

2.3.1 Perencanaan spektrum *digital dividend* di beberapa negara

INGGRIS

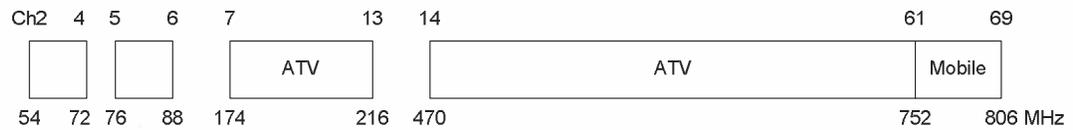
Perencanaan *digital dividend* di Inggris pada frekuensi UHF dapat di lihat pada Gambar 2.1 mereka menjadi perencanaan tersebut berasal dari proteksi interferensi antar layanan dan membebaskan 64 MHz pada pita 550 - 630 MHz (kecuali kanal 36 dan 38) dan 48 MHz dari 806 - 854 MHz.



Gambar 2.1. Alokasi perencanaan frekuensi UHF di *United Kingdom* [8]

KOREA

Migrasi TV analog ke TV digital akan selesai pada tahun 2012 di Korea Selatan, hasil dari migrasi tersebut akan menyisakan 90 MHz (710-806 MHz) dan Ministry of Information and Communication (MIC) sebagai regulator Korea Selatan akan mengalokasikan pita tersebut untuk aplikasi komunikasi bergerak, high definition TV, unlicensed dan lain-lain. Berikut ini adalah alokasi perencanaan frekuensi *digital dividend* di Korea dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut ini.



Kondisi saat ini



Setelah Desember 2012



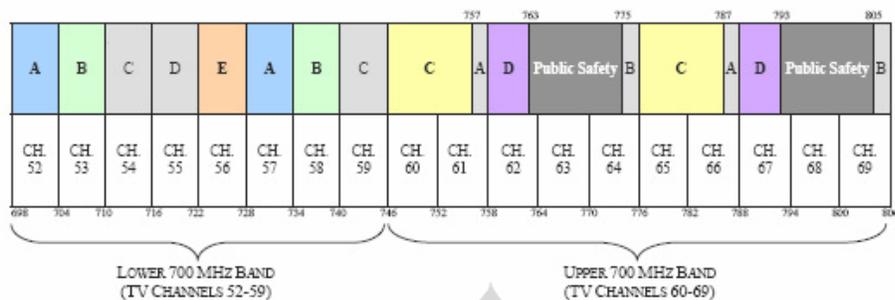
Gambar 2.2 Alokasi perencanaan frekuensi *Digital Dividend* di Korea [9]

AMERIKA SERIKAT

Amerika Serikat merupakan negara pelopor dalam mengalokasikan spektrum digital dividend di dunia, FCC (*Federal Communication Commission*) yang bertindak sebagai regulator negara tersebut telah menyelesaikan lelang spektrum pada pita 700 MHz pada Maret 2008 dan membagikan spektrum dimaksud kepada bermacam-macam penyelenggara dan memberlakukan teknologi netral pada pita 700 MHz. Masa *digital switch over* di Amerika Serikat telah dilakukan pada 12 Juni 2009 dan saat ini para pemenang lelang frekuensi *digital dividend* sedang melakukan percobaan dan akan memulai layanannya pada tahun 2011.

Alokasi perencanaan frekuensi 700 MHz di Amerika Serikat dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut ini:

Revised 700 MHz Band Plan for Commercial Services



Block	Frequencies (MHz)	Bandwidth	Pairing	Area Type	Licenses
A	698-704, 728-734	12 MHz	2 x 6 MHz	EA	176
B	704-710, 734-740	12 MHz	2 x 6 MHz	CMA	734
C	710-716, 740-746	12 MHz	2 x 6 MHz	CMA	734
D	716-722	6 MHz	unpaired	EAG	6
E	722-728	6 MHz	unpaired	EA	176
C	746-757, 776-787	22 MHz	2 x 11 MHz	REAG	12
A	757-758, 787-788	2 MHz	2 x 1 MHz	MEA	52
D	758-763, 788-793	10 MHz	2 x 5 MHz	Nationwide	1 *
B	775-776, 805-806	2 MHz	2 x 1 MHz	MEA	52

* Subject to conditions respecting a public/private partnership.

The blocks shaded above in gray (Lower 700 MHz Band C and D Blocks and Upper 700 MHz Band A and B Blocks) were auctioned prior to Auction 73.

Gambar 2.3 Alokasi perencanaan frekuensi *Digital Dividend* di Amerika Serikat [9]

2.4 Batasan Teknis antar layanan pada frekuensi digital dividend

Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa migrasi televisi analog ke digital secara menyeluruh akan menyisakan frekuensi sebesar 102 MHz dan frekuensi tersebut dapat digunakan untuk layanan tetap, bergerak maupun layanan penyiaran televisi definisi tinggi (*HDTV*). Untuk menjamin agar layanan –layanan dimaksud dapat beroperasi tanpa saling mengganggu dibutuhkan batasan-batasan teknis maupun proteksi untuk meminimalkan interferensi (gangguan) yang merugikan terjadi.

Batasan – batasan teknis dalam penggunaan spektrum *digital dividend* antara lain adalah adanya perjanjian internasional untuk penggunaan spektrum di daerah – daerah perbatasan (*cross border*) antar negara. Selain itu batasan yang disebabkan

interferensi kanal berdekatan (*adjacent channel interference*) dan interferensi kanal yang sama (*co-channel interference*) harus diperhatikan [2].

Berikut ini hal-hal yang perlu diperhatikan dalam merencanakan frekuensi *digital dividend* pada frekuensi UHF [9] :

2.4.1 Penggunaan Frekuensi di wilayah perbatasan

ITU mewajibkan tiap negara anggotanya untuk berkoordinasi dalam penggunaan frekuensi untuk mencapai penggunaan frekuensi yang bebas dengan interferensi. Untuk koordinasi penggunaan frekuensi di perbatasan wilayah Indonesia ada 4 forum yang membahas hal dimaksud yaitu:

- *Joint Commission on Communication* (Indonesia-Malaysia)
- *Border Communication Coordination Meeting* (Indonesia-Singapura)
- *Trilateral Meeting* (Indonesia-Malaysia-Singapura)
- *Joint Border Coordination* (Indonesia-Papua Nugini)

Hasil kesepakatan dari pertemuan-pertemuan tersebut di atas Indonesia dengan negara-negara tetangga Indonesia-Singapura dan Malaysia telah menyepakati untuk mengadopsi rekomendasi APT (Asia Pacific Telecommunity) *Wireless Forum Interim Meeting* untuk jarak koordinasi seperti pada tabel 2.4 berikut ini [12] :

Tabel 2.4 Jarak koordinasi untuk berbagai layanan [12]

No.	Layanan	Pita	Jarak Koordinasi (km)
Non Broadcasting (Fixed Service)			
1	<i>Fixed Wireless Access (FWA)</i>	415 – 420 MHz 425 – 430 MHz	60
2	<i>Fixed Wireless Access (FWA)</i>	2300 – 2400 MHz	30
3	<i>Fixed Wireless Access (FWA)</i>	3400 – 3600 MHz	30
4	<i>Fixed Wireless Access (FWA)</i>	10000 – 10700 MHz	15
5	<i>Fixed Wireless Access (FWA)</i>	825.105 – 835 MHz 870.105 – 880 MHz	10
Non Broadcasting (Mobile Service)			
6	<i>NMT / CDMA 450 (JCC2)</i>	452 -456.475 MHz 462 – 466.475 MH	50
7	<i>GSM / EGSM 900 (JCC2)</i>	880 – 915 MHz	15

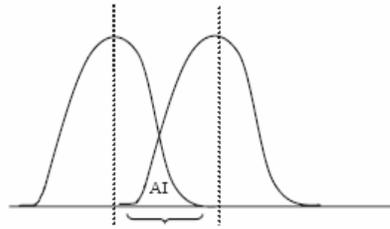
		925 – 960 MHz	
8	GSM 1800 (<i>JCC2</i>)	1710 – 1785 MHz 1805 – 1880 MHz	15
9	<i>International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000) (New)</i>	1885 – 2025 MHz 2110 – 2200 MHz	10
Broadcasting Service			
10	<i>Terrestrial Digital Audio Broadcast (T-DAB)</i>	174 – 230 MHz	50
11	<i>Satellite Digital Audio Broadcast (S-DAB)</i>	1452 – 1492 MHz	60
12	<i>Digital Terrestrial Television (DTTB)</i>	510 – 798 MHz	60
13	<i>Analogue Television Broadcast</i>	Band I, III, IV & V	60
14	<i>FM Radio Broadcast</i>	87.5 – 108.0 MHz	50

Perlu diperhatikan juga bahwa Singapura mengadopsi ITU footnote 5313A yaitu Singapura mengalokasikan rentang frekuensi 698-790 MHz untuk layanan *International Mobile Telecommunication (IMT)* .

2.4.2 Interferensi kanal berdekatan (*adjacent channel interference*)

Sebagaimana diketahui bahwa gelombang UHF merupakan jenis *optical wave* (gelombang optik) yaitu gelombang radio yang merambat seperti cahaya. Oleh sebab itu dalam perambatannya sangat dipengaruhi profil permukaan tanah yang dilalui dan ketinggian elektrik yang efektif dari antena.

Interferensi kanal berdekatan seperti yang dilihat pada Gambar 2.4 dihasilkan dari sinyal – sinyal yang frekuensinya berdekatan dengan sinyal diinginkan. Hal ini disebabkan karena ketidaksempurnaan filter penerima yang tidak memiliki *cutoff* yang tajam sehingga memungkinkan frekuensi – frekuensi disekitarnya masuk ke *passband*-nya. Akibat dari interferensi kanal berdekatan adalah adanya tumpang tindih (*overlapping*) spektrum dua frekuensi yang berdekatan yang memberikan penurunan kekuatan sinyal yang diterima oleh kedua sistem.



Gambar 2.4 *Adjacent Channel Interference*

2.4.3 Interferensi kanal yang sama (*co-channel interference*)

Teknik pemisahan geografis (*geographic separation*) merupakan teknik yang paling tepat untuk meminimalisasi interferensi yang terjadi pada penggunaan frekuensi kanal yang sama. Tabel 2.5 menjelaskan pemisahan jarak bervariasi dibutuhkan untuk berbagai jenis layanan.

Tabel 2.5 Proteksi *Digital Terrestrial Television* (DTT) dengan pemisahan geografis [10]

Layanan <i>Transmitting</i>	Layanan <i>Receiving</i>	Pemisahan Geografis yang Dibutuhkan
DTT	DTT	Umumnya dibutuhkan pemisahan sejauh 130 km yang untuk meminimalisir interferensi. Dibutuhkan pemisahan sejauh 30 km untuk <i>transmitter</i> . DTT TV lokal dengan power rendah hingga ujung area cakupan multipleks.
<i>Mobile Multimedia</i>	DTT	Dibutuhkan pemisahan sejauh 18 km antara <i>transmitter mobile multimedia</i> pada ujung area cakupan DTT.
Wireless Broadband (TDD)	DTT	Dibutuhkan pemisahan sejauh 18 km antara <i>base station wireless broadband</i> dan ujung area cakupan DTT. Dibutuhkan pemisahan sekitar 650 m antara terminal <i>transmitting mobile</i> dan penerima DTT pada ujung area cakupan DTT.
Seluler <i>mobile</i> (FDD)	DTT	Dibutuhkan pemisahan sejauh 18 km antara <i>base station seluler</i> dan ujung area cakupan DTT, dan pemisahan 650 m antara terminal <i>mobile transmitting</i> dan penerima DTT pada ujung area cakupan DTT.
PMSE	DTT	Dibutuhkan pemisahan sepanjang 440 m antara <i>transmitter PMSE ber-power rendah</i> dan penerima DTT pada ujung area cakupan DTT.

2.4.4 Batasan *Power Flux Density* dan *Guard Band* antar servis

Sebagai referensi contoh batasan PFD dan *guard band* antar servis yang ditetapkan oleh OFCOM Inggris yang ditunjukkan pada Tabel 2.6, Tabel 2.7 berikut ini.

Tabel 2.6 PFD limit antar layanan [8]

	In Band PFD (dBW/m ² /MHz)		Out of band PFD (dBW/m ² /MHz)	
	1.5 m	10 m	1.5 m	10 m
Tinggi Antena	1.5 m	10 m	1.5 m	10 m
DVB-T	-81	-65	-141	-125
MMS	-54	-38	-114	-98
FDD-DL	-60	-42	-106	-88
FDD-UL	-81	-63	-112	-94
TDD	-59	-41	-102	-84

Tabel 2.7 *Guard Band* antar Servis [8]

	DVB-T	MMS	FDD-DL	FDD-UL
DVB-T				
MMS	5 MHz			
FDD-DL	5 MHz	5 MHz		
FDD-UL	16 MHz	19 MHz	10 MHz	
TDD	16 MHz	19 MHz	5 MHz	5 MHz

2.4.5 *Protection Ratio*

Protection ratio merupakan selisih daya minimum antara dua pancaran (yang diinginkan dan yang tidak diinginkan) pada suatu titik batas sehingga tidak terjadi saling ketergangguan satu dengan yang lainnya. Nilai *protection ratio* merupakan nilai yang perlu dipenuhi agar dapat memberikan kualitas layanan yang baik. *Protection ratio co-channel* dan *adjacent-channel* antara layanan DVB-T dengan E-UTRA dijabarkan pada Tabel 2.8 dan Tabel 2.9.

Tabel 2.8

Protection Ratio Co-Channel antara DVB-T dengan LTE [8]

Interfering Signal	Wanted Signal	Protection Ratio (dB)
DVB-T	E-UTRA downlink	16
	E-UTRA uplink	16
E-UTRA downlink	DVB-T	18
E-UTRA uplink		18

Tabel 2.9

Protection Ratio Adjacent-Channel antara DVB-T dengan LTE [8]

Interfering Signal	Wanted Signal	Protection Ratio (dB)
DVB-T	E-UTRA downlink	-25
	E-UTRA uplink	-25
E-UTRA downlink	DVB-T	-31
E-UTRA uplink		-44

2.5 Dampak Ekonomi dari *Digital Dividend*

Penggunaan *mobile broadband* di prediksi akan semakin meningkat setiap tahunnya sedangkan alokasi frekuensi untuk layanan tersebut semakin sedikit. Jika frekuensi *digital dividend* di alokasikan untuk layanan *mobile broadband*, operator *mobile broadband* tersebut dapat memperluas cakupan wilayah layanan dengan jumlah pemancar yang lebih sedikit dibandingkan jika beroperasi pada pita 900 MHz-2100 MHz. Studi dari GSMA menyebutkan bahwa jika dilihat dari cakupan wilayah layanan yang diperoleh maka biaya yang dibutuhkan untuk menggelar layanan *mobile broadband* pada pita UHF akan lebih murah sekitar 70% dibandingkan menggelar layanan pada frekuensi 2100 MHz. [13].

Layanan *mobile broadband* pada pita UHF akan membantu operator untuk menyediakan layanannya daerah urban, suburban maupun daerah rural dan juga sangat berpotensi untuk menghasilkan ekonomi skala besar yang tak tertandingi oleh generasi sebelumnya dari teknologi akses *broadband*.

BAB 3

PERENCANAAN DIGITAL DIVIDEND UNTUK WILAYAH PERBATASAN

Hampir di seluruh negara frekuensi UHF dialokasikan untuk penyiaran televisi namun dengan adanya teknologi televisi digital yang akan menyisakan frekuensi jika migrasi penuh dari tv analog ke tv digital maka dimana frekuensi sisa tersebut dapat digunakan untuk layanan lain mis : *mobile broadband*. Hal tersebut dapat mengakibatkan permasalahan baru baik buat operator, manufaktur penyiaran maupun *mobile broadband* untuk menghindari interferensi yang mungkin terjadi akibat dari koeksistensi antara penyiaran dan *mobile broadband*.

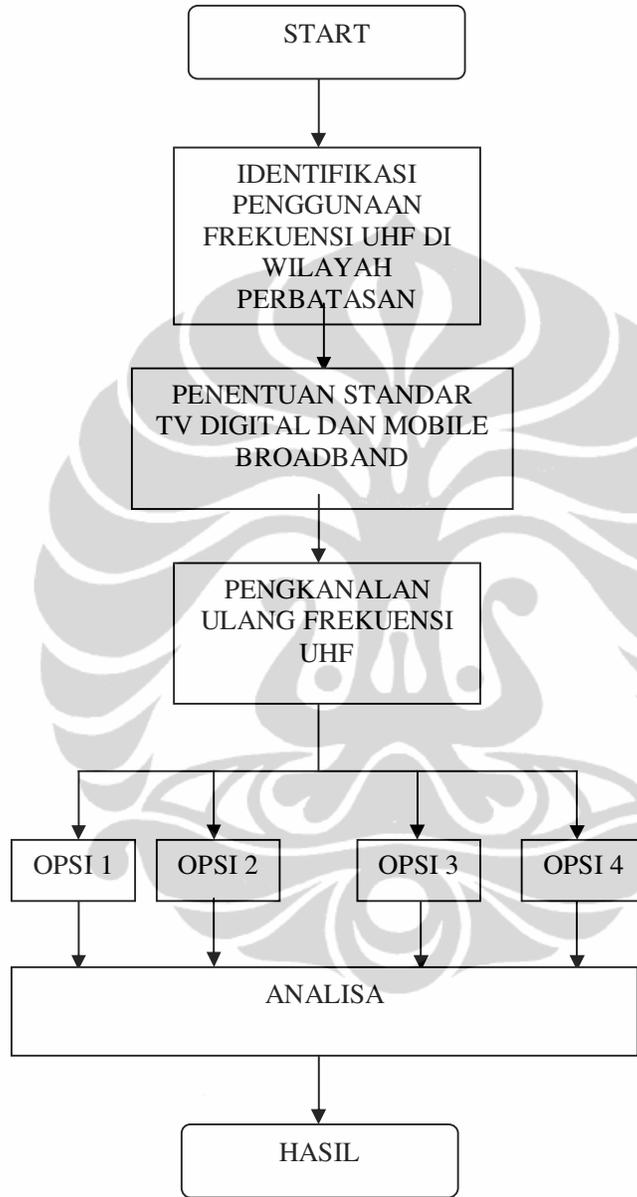
Defenisi perbatasan dalam penelitian ini adalah perbatasan dari ketiga negara yaitu Indonesia, Singapura dan Malaysia. Untuk Indonesia adalah perbatasan Batam dengan Singapura serta Johor Bahru yang dihitung 12 *nautical miles* dari garis pantai Batam yang diatur dalam Undang-Undang No. 6 Tahun 1996 tentang perairan Indonesia. Perbatasan juga diatur dalam ITU-R BT.1306-3 (*Terrestrial Digital Video Broadcasting*) yang mengatur jarak koordinasi sebesar 50 Km di daerah perbatasan suatu negara untuk layanan *broadcasting* dan zona koordinasi sebesar 10 Km di daerah perbatasan suatu negara untuk layanan *broadband mobile access* (tabel 2.4).

Pada pertemuan Trilateral antara Indonesia, Malaysia dan Singapura, Singapura dan Malaysia mengajukan proposal untuk penggunaan *digital tv* dan frekuensi *digital dividend* di wilayah perbatasan dimulai dari frekuensi 746 MHz sampai dengan 806 MHz sehingga sisa frekuensi dari migrasi tv analog ke tv digital hanya sebesar 60 MHz sedangkan diwilayah non perbatasan *digital dividend* dimulai dari frekuensi 698 MHz sampai dengan 806 MHz yang menyisakan 108 MHz.

Pada penelitian ini ditata ulang hasil pembagian kanal tv digital hasil pertemuan Trilateral antara Indonesia, Singapura dan Malaysia agar dihasilkan pengkalan digital yang sama di wilayah non perbatasan.

3.1 Pola Perencanaan *Digital Dividend* Untuk Wilayah Perbatasan

Berikut ini adalah pola perencanaan *digital dividend* untuk wilayah perbatasan :



Gambar 3.1 Pola Perencanaan *Digital Dividend* untuk Wilayah Perbatasan

3.2 Identifikasi penggunaan frekuensi UHF di wilayah Batam-Singapura dan Malaysia

Kondisi frekuensi UHF pada saat ini dari rentang 478 MHz sampai dengan 806 MHz digunakan oleh TV analog, untuk daerah perbatasan Batam-Singapura dan Malaysia terdapat 28 penyelenggara penyiaran yang menggunakan frekuensi tersebut dengan pembagian 13 kanal digunakan oleh Indonesia, 11 kanal digunakan oleh Singapura dan 4 kanal digunakan oleh Malaysia

Teknologi TV digital memungkinkan bahwa 1 kanal TV analog dapat digunakan untuk 6 operator penyiaran sehingga akan mengefisienkan penggunaan spektrum frekuensi. Penggunaan frekuensi UHF di perbatasan dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut ini :

Tabel 3.1 Penggunaan frekuensi UHF di daerah perbatasan [1]

BAND	CHANNEL	FREQ. RANGE (MHz)	OPERATOR	
UHF	IV	21	470 - 478	-
		22	478 - 486	-
		23	486 - 494	TV MOBILE (Singapura)
		24	494 - 502	CENTRAL (Singapura)
		25	502 - 510	-
		26	510 - 518	TV 3 (Malaysia)
		27	518 - 526	TVONE (Indonesia)
		28	526 - 534	CHANNEL U (Singapura)
		29	534 - 542	MEDIACORP TV (Singapura)
		30	542 - 550	-
		31	550 - 558	-
		32	558 - 566	CHANNEL NEWS ASIA (Singapura)
		33	566 - 574	STARHUB (Singapura)
		34	574 - 582	STARHUB (Singapura)
UHF	V	35	582 - 590	STARHUB (Singapura)
		36	590 - 598	STARHUB (Singapura)
		37	598 - 606	TV MOBILE (Singapura)
		38	606 - 614	-
		39	614 - 622	SEMENANJUNG TV (Indonesia)
		40	622 - 630	TV MOBILE (Singapura)
		41	630 - 638	MNC (Indonesia)
		42	638 - 646	NTV7 (Malaysia)
		43	646 - 654	RCTI (Indonesia)
		44	654 - 662	CHANNEL 9 (Malaysia)
		45	662 - 670	TRANS TV (Indonesia)
		46	670 - 678	CHANNEL 8 (Malaysia)
		47	678 - 686	SCTV (Indonesia)
		48	686 - 694	-

49	694	-	702	INDOSIAR (Indonesia)
50	702	-	710	-
51	710	-	718	BATAM TV (Indonesia)
52	718	-	726	-
53	726	-	734	ANTV (Indonesia)
54	734	-	742	-
55	742	-	750	-
56	750	-	758	Barelang TV (Indonesia)
57	758	-	766	GLOBAL TV (Indonesia)
58	766	-	774	-
59	774	-	782	Trans7(Indonesia)
60	782	-	790	-
61	790	-	798	Urban TV (Indonesia)
62	798	-	806	-

Keterangan : TVRI berada pada kanal 6 VHF

Pada saat *digital switch over* maka frekuensi UHF yang akan digunakan untuk penyiaran televisi adalah dari kanal 22 sampai dengan kanal 49, dan jika dilihat dari kondisi eksisting operator penyiaran di Batam maka hanya dibutuhkan 3 sampai dengan 6 kanal untuk mencukupi kebutuhan eksisting dan rencana kedepan perluasan TV digital untuk ketiga negara di wilayah perbatasan. Khusus untuk Indonesia rencana pembagian kanal televisi digital pada saat migrasi penuh akan diatur dengan Rancangan Peraturan Menteri Kominfo tentang Rencana Induk (*Masterplan*) Frekuensi Radio untuk Keperluan Televisi Siaran Digital Terrestrial pada pita frekuensi Radio 478-694 MHz pengelompokan Lembaga Penyiaran Publik (LPP) dan Lembaga Penyiaran Swasta (LPS)

1. Penyelenggara Multiplex 1 (LPP) dengan operator : TVRI
2. Penyelenggara Multiplex 2 (LPS) MNC Group : GLOBAL TV, TPI dan RCTI
3. Penyelenggara Multiplex 3 (LPS) Trans Group dan Bakrie Group : Trans TV dan Trans 7, TV One dan ANTV
4. Penyelenggara Multiplex 4 (LPS) : SCTV dan Indosiar
5. Penyelenggara Multiplex 5 (LPS) untuk televisi lokal : SEMENANJUNG TV, BATAM TV, BARELANG TV dan Urban TV
6. Penyelenggara Multiplex 6 dialokasikan untuk HDTV

Pengaturan pengelompokan stasiun televisi tersebut diatas cukup baik karena mengelompokkan penyelenggara televisi sesuai dengan jenis penyelenggaraannya dan grup pemilik dari stasiun televisi dengan demikian penyelenggara *multiplex* tersebut dapat menggunakan pemancar bersama, namun kedepannya perlu pengaturan untuk kewajiban penyelenggara multiplex yang kanalnya masih dapat diisi oleh siaran lainnya harus bersedia menampung penyelenggara televisi yang baru.

3.3 Penentuan Standar TV *digital* dan Mobile Broadband

3.3.1 Standar TV *digital*

Penyiaran TV *digital* secara umum didefinisikan sebagai pengambilan atau penyimpanan gambar dan suara secara *digital*, yang pemrosesannya (encoding-multiplexing) termasuk proses transmisi, dilakukan secara *digital* dan kemudian setelah melalui proses pengiriman melalui udara, proses penerimaan (*receiving*) pada pesawat penerima, baik penerimaan tetap di rumah (*fixed reception*) maupun yang bergerak (*mobile reception*) dilakukan secara digital [7]. Sesuai dengan draft RPM penyiaran televisi *digital* maka teknologi televisi digital adalah *Digital Video Broadcasting Terrestrial (DVB-T)*. Standar penyiaran TV *digital* DVB dikembangkan berdasarkan latar belakang pentingnya sistem penyiaran yang bersifat terbuka (*open system*) yang ditunjang oleh kemampuan *interoperability*, fleksibilitas dan aspek komersial. Sebagai suatu sistem terbuka, maka standar DVB dapat dimanfaatkan oleh para vendor untuk mengembangkan berbagai layanan inovatif dan jasa nilai tambah yang saling kompatibel dengan perangkat DVB dari vendor lain.

3.3.2 Standar *Broadband Wireless Access*

Akses pita lebar berbasis nirkabel atau *broadband wireless access* (BWA) merupakan teknologi akses yang dapat menawarkan akses data/internet berkecepatan tinggi dan berkemampuan menyediakan layanan kapan dan di manapun (*anytime anywhere*) dengan menggunakan media nirkabel. Sejumlah

layanan yang dapat disediakan oleh penyelenggaraan BWA antara lain akses internet pita lebar, VoIP/Teleponi, Multimedia, layanan *on demand*, yang dapat diakses melalui satu perangkat secara bersamaan. Secara umum, *broadband* dideskripsikan sebagai komunikasi data yang memiliki kecepatan tinggi, kapasitas diatas kecepatan data primer 2 Mbps (E1) sesuai ITU-R F.1399-1. Berikut ini beberapa standar BWA untuk teknologi 4G.

3.3.2.1 *Long Term Evolution (LTE)*

Long Term Evolution (LTE) atau *Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA)* yang dijelaskan oleh *Third Generation Partnership Project (3GPP)* adalah merupakan evolusi selanjutnya dari standar 3GPP untuk *wideband CDMA* dan *High Speed Packet Access (HSPA)*. Motivasi evolusi ini adalah untuk menjamin keberlangsungan dan sistem 3G dimasa yang akan datang dan peningkatan kecepatan *transfer* data serta mengoptimalkan penggunaan sistem *packet switch*.

3.3.2.2 *Worldwide Interoperability for Microwave Access (Wimax)*

WiMAX merupakan teknologi nirkabel pita lebar yang mendukung akses *fixed*, *nomadic*, *portable*, dan *mobile* yang disebut juga dengan WBA (*Wireless Broadband Access*) dan dikenal dengan IEEE 802.16 ataupun ETSI HiperMAN. Akses tersebut digolongkan dalam dua bagian, yaitu WiMAX yang mendukung akses *fixed* dan *nomadic* adalah IEEE 802.16-2004 sedangkan WiMAX yang mendukung *portability* dan *mobility* adalah IEEE 802.16e. Sebelumnya versi WiMAX ini mengalami pembaharuan, mulai dari versi 802.16a, 802.16b, 802.16c, 802.16d (2004) dan terakhir adalah 802.16e. *Mobile WiMAX* (IEEE 802.16e) merupakan versi terbaru dari WiMAX 802.16-2004 yang mempunyai kemampuan dalam mengoptimalkan kanal radio nirkabel yang dinamis serta mendukung untuk *handoffs* dan *roaming*.

Mobile WiMAX mempunyai *link margin* yang lebih baik, mendukung *mobility*, kemampuannya dalam area *indoor*, lebih fleksibel dalam mengatur spektrum sinyal, kemampuannya dalam melayani pelanggan pada posisi LoS (*Line of Sight*) dan Non-LOS (NLoS) serta jangkauan yang lebih luas mencapai 50 km.

Tabel 3.2 di bawah ini menjelaskan perbandingan antara sistem 3G, dengan Wimax dan LTE yang secara teknologi sama namun berbeda perangkat, transfer data dan quality of service (QoS). LTE maupun Wimax juga akan menghemat arsitektur jaringan karena *Base Station Controller* (BSC) dan *Radio Network Controller* (RNC) tidak diperlukan lagi sehingga dapat memberikan keuntungan bagi operator.

Tabel 3.2 Perbandingan antara sistem 3G, dengan Wimax dan LTE [15]

	3G			4G	
	W-CDMA	HSPA	HSPA+	WiMax (802.16e)	LTE
<i>Standard</i>	3GPP			IEEE	3GPP
<i>Max Downlink</i>	384 kbps	14.4 Mbit/s	42 Mbit/s	144 Mbit/s	326 Mbit/s
<i>Max Uplink</i>	128 kbps	5.76 Mbit/s	11.5 Mbit/s	35 Mbit/s	86 Mbit/s
<i>Latency</i>	150 ms	100 ms	50 ms max	10 ms	10 ms
<i>Infrastruktur</i>	Parallel networks (circuit-switched for voice, packet-switched for data)			IP based Packet switched	IP based Packet switched
<i>Network Equipment</i>	BTS, BSC, RNC			BTS, ASN gateway	BTS (eNodeB) e PC
<i>Bandwidth</i>	5, 10, 15 MHz			5, 10, 15, 20 MHz	5, 10, 15, 20 MHz
<i>Duplex</i>	FDD			FDD/TDD	FDD/TDD

Hasil pertemuan pada sidang Asia Pacific Telecommunication Wireless Group (AWG) yang ke-10 menghasilkan bahwa mayoritas negara-negara di Asia Pasifik akan mengimplementasikan *Long Term Evolution* (LTE) untuk pita *digital dividend*, namun pada penelitian ini akan dilihat opsi pengkalan ulang baik menggunakan teknologi LTE maupun Wimax (802.16e)

3.4 Pengkalan Ulang Frekuensi UHF di wilayah Perbatasan

Gambar 3.2 berikut ini merupakan proposal Singapura dan Malaysia pada pertemuan Trilateral antara Indonesia, Malaysia dan Singapura untuk penggunaan *digital tv* dan frekuensi *digital dividend* di wilayah perbatasan.

A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	D	C	D
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
478 MHz																				
C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	Digital Dividend								
43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	
746 MHz												806 MHz								

Gambar 3.2 Proposal *digital dividend* Singapura dan Malaysia [14]

Keterangan :

A : Ch. 22-26 : Sharing Low Power Ketiga Negara

B : Ch. 27-38 : Alokasi TV Digital untuk Singapura

C : Ch. 39,41,43,45,47,49,51,53 : Alokasi TV Digital untuk Malaysia

D : Ch. 40,42,44,46,48,50,52,54 : Alokasi TV Digital untuk Indonesia

Jika dilihat usulan tersebut diatas pembagian kanal televisi digital merupakan hasil kesepakatan antara ketiga negara yang telah tercapai dalam pertemuan Trilateral yang ke 4 (empat) pada tahun 2008 [25] dimana singapura akan mendapatkan lower band UHF dan Malaysia mendapatkan upper band untuk kanal ganjil dan Indonesia mendapatkan upper band pada kanal genap. Namun jika mengikuti pembagian tersebut frekuensi *digital dividend* hanya menyisakan 60 MHz dan jika sisa frekuensi tersebut akan diaplikasikan untuk layanan IMT dengan teknologi LTE maka hanya dapat digunakan oleh satu operator saja.

Hal ini tidak sesuai dengan perencanaan *digital dividend* di Indonesia dan hasil WRC tahun 2007 dimana perencanaan *digital dividend* di Indonesia dimulai dari frekuensi (Ch 49) dan menyisakan 108 MHz dan dapat digunakan oleh 2 operator dan jika dilihat kembali Singapura mendapatkan kanal lebih banyak daripada Indonesia yaitu 12 kanal dan Indonesia dan Malaysia hanya mendapatkan 8 kanal.

Hasil dari analisa tv analog eksisting di daerah Batam hanya terdapat 12 operator televisi dan pada saat migrasi dari analog ke digital maka hanya dibutuhkan 3-6 kanal untuk tv digital termasuk untuk eksisting, planning maupun HDTV. Alokasi kanal untuk tv yang terlalu banyak dapat menimbulkan pendapatan BHP yang tidak maksimum atau tidak ketidakefisienan dalam penggunaan spektrum frekuensi. Dengan demikian dianggap perlu untuk merencanakan pengkanalan ulang frekuensi UHF di daerah perbatasan Indonesia, Malaysia dan Singapura. Pada penelitian ini dilakukan 4 opsi perencanaan pengkanalan ulang frekuensi.

3.4.1 Pengkanalan Ulang Opsi 1

Pengkanalan ulang opsi 1 tidak merubah pengkanalan tv digital usulan Singapura dan Malaysia namun mengatur *guard band* antar layanan serta mengalokasikan kanal digital dividen sebesar 60 MHz dengan teknologi Wimax TDD dengan pembagian sebagai berikut :

1. Mengalokasikan *bandwidth* sebesar 20 MHz dengan asumsi kanal 60MHz dapat dialokasikan untuk 2 operator dan sesuai dengan pembagian *bandwidth* dengan metode TDD.
2. Pengalokasian *guard band* antar operator tidak diperlukan namun operator yang menggunakan alokasi frekuensi tersebut harus melakukan sinkronisasi waktu guna menghindari interferensi.
3. Mengalokasikan *guard band* sebesar 16 MHz sesuai dengan Tabel 2.7 yang mengatur *guard band* antar layanan.
4. Gambar 3.3 menjelaskan bahwa kanal tv digital akan berakhir pada kanal 54 dan untuk Opsi 1 pengkanalan *digital dividen* menggunakan teknologi Wimax TDD *guard band* yang dibutuhkan adalah 16 MHz sehingga layanan BWA dimulai dari frekuensi 758 MHz.

A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	D	C	D				
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42				
C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	GB	UL/DL		UL/DL									
43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	2	1		1									
												758 MHz	778 MHz				798 MHz							

Gambar 3.3 Pengkanalan Ulang Opsi 1

3.4.2 Pengkanalan Ulang Opsi 2

Pengkanalan ulang opsi 2 tidak merubah pengkanalan tv digital usulan Singapura dan Malaysia namun mengatur *guard band* antar layanan serta mengalokasikan kanal *digital dividend* sebesar 60 MHz dengan teknologi LTE FDD dengan pembagian sebagai berikut :

1. Mengalokasikan *bandwidth* sebesar 20 MHz untuk *uplink* dengan asumsi kanal *digital dividend* sebesar 60MHz dapat dialokasikan untuk 1 operator.
2. Mengalokasikan *bandwidth* sebesar 20 MHz untuk *downlink* asumsi kanal *digital dividend* sebesar 60MHz dapat dialokasikan untuk 1 operator.
3. Mengalokasikan 10 MHz untuk *duplex gap* [16].
4. Mengalokasikan *guardband* sebesar 5 MHz sesuai dengan Tabel 2.7 yang mengatur *guard band* antar layanan.
5. Gambar 3.4 menjelaskan bahwa kanal tv digital akan berakhir pada kanal 54 dan untuk Opsi 2 pengkanalan *digital dividen* menggunakan teknologi LTE FDD *guard band* yang dibutuhkan adalah 5 MHz sehingga layanan BWA dimulai dari frekuensi 747 MHz.

A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	D	C	D
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42

C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	GB	DL	DG	UL
43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	4	2	3	1

747 -767 MHz 777 – 797 MHz

Gambar 3.4 Pengkanalan Ulang Opsi 2

3.4.3 Pengkanalan Ulang Opsi 3

Pengkanalan ulang opsi 3 merubah pengkanalan tv digital usulan singapura dan Malaysia sesuai dengan hasil WRC 2007 dimana kanal *digital dividend* dimulai dari frekuensi 698 MHz (kanal 49 UHF) dan membagi rata kanal-kanal televisi (kanal 27-49) sehingga tiap negara memperoleh 7 kanal dan diperoleh juga kanal *digital dividend* sebesar 108 MHz. Pengkanalan opsi 3 ini mengatur *guard band* antar layanan serta mengalokasikan kanal digital dividen sebesar 108 MHz dengan teknologi Wimax TDD dengan pembagian sebagai berikut :

1. Mengalokasikan *bandwidth* sebesar 20 MHz dengan asumsi kanal 108 MHz dapat dialokasikan untuk 4 operator.
2. Pengalokasian *guardband* antar operator tidak diperlukan namun operator yang menggunakan alokasi frekuensi tersebut harus melakukan sinkronisasi waktu guna menghindari interferensi.
3. Mengalokasikan *guard band* sebesar 16 MHz sesuai dengan Tabel 2.7 yang mengatur *guard band* antar layanan.
4. Gambar 3.5 menjelaskan bahwa kanal tv digital akan berakhir pada kanal 47 dan untuk Opsi 3 pengkanalan *digital dividen* menggunakan teknologi Wimax TDD *guard band* yang dibutuhkan adalah 16 MHz sehingga layanan BWA dimulai dari frekuensi 702 MHz.

A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	C	D	C	D	C	D	C	D	C
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42

D	C	D	C	D	GB	UL/DL 1	UL/DL 2	UL/DL 3	UL/DL 4
43	44	45	46	47	1	2	2	2	2
					702-722 MHz	722-742 MHz	742-762 MHz	762-782 MHz	

Gambar 3.5 Pengkanalan Ulang Opsi 3

3.4.4 Pengkanalan Ulang Opsi 4

Pengkanalan ulang opsi 4 merubah pengkanalan tv digital usulan singapura dan Malaysia sesuai dengan hasil WR 2007 dimana kanal *digital dividend* dimulai dari frekuensi 698 MHz (kanal 49 UHF) dan membagi rata kanal-kanal televisi (kanal 27-49) sehingga tiap negara memperoleh 7 kanal dan diperoleh juga kanal *digital dividend* sebesar 108 MHz. Pengkanalan opsi 4 ini mengatur *guard band* antar layanan serta mengalokasikan kanal digital dividen sebesar 108 MHz dengan teknologi LTE FDD

dengan pembagian sebagai berikut :

1. Mengalokasikan *bandwidth* sebesar 20 MHz untuk uplink dengan asumsi kanal *digital dividend* sebesar 108 MHz dapat dialokasikan untuk 2 operator.

2. Mengalokasikan *bandwidth* sebesar 20 MHz untuk downlink asumsi kanal *digital dividend* sebesar 108 MHz dapat dialokasikan untuk 2 operator.
3. Mengalokasikan 10 MHz untuk *duplex gap* [16].
4. Mengalokasikan *guard band* sebesar 5 MHz sesuai dengan Tabel 2.7 yang mengatur *guard band* antar layanan.
5. Gambar 3.6 menjelaskan bahwa kanal tv digital akan berakhir pada kanal 47 dan untuk Opsi 4 pengkananalan *digital dividen* menggunakan teknologi LTE FDD *guard band* yang dibutuhkan adalah 5 MHz sehingga layanan BWA dimulai dari frekuensi 691 MHz.

A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	C	D	C	D	C	D	C	D	C
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42

D	C	D	C	D	GB	DL 1	DL2	DG	UL1	UL2	
43	44	45	46	47	4	2	2	3	1	1	
					691-711 MHz		711-731MHz		741-761 MHz		761-781 MHz

Gambar 3.6 Pengkanalan Ulang Opsi 4

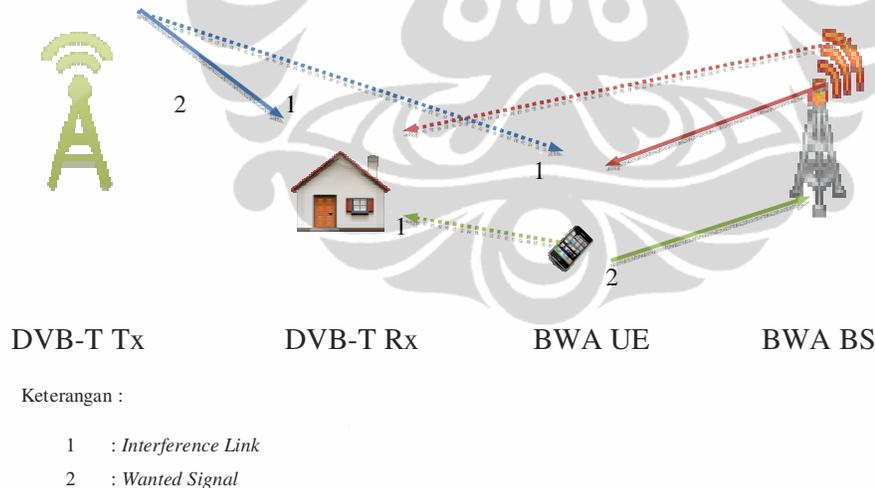
BAB 4

ANALISA PERENCANAAN DIGITAL DIVIDEND UNTUK WILAYAH PERBATASAN

Perencanaan *digital dividen* untuk wilayah perbatasan dilakukan analisis kemungkinan interferensi *adjacent channel* di antara layanan DVB-T dengan BWA dengan menghitung secara teknis dari opsi-opsi perencanaan yang ada dengan *software* CHIRPLUS sekaligus juga membandingkan perolehan Biaya Hak Penggunaan (BHP) Frekuensi dari tiap opsi yang ada.

4.1 Skenario *Sharing* DVB-T dengan BWA

Perencanaan *digital dividen* untuk wilayah perbatasan ini juga dilakukan dengan pola kemungkinan *sharing* antara DVB-T dengan BWA pada frekuensi *digital dividend* dilakukan dengan metode interferensi kanal *adjacent*. Gambar 4.1 berikut ini merupakan skenario simulasi interferensi



Gambar 4.1 Skenario simulasi interferensi

4.2 Simulasi dengan CHIRPLUS

Simulasi dengan CHIRPLUS dilakukan untuk mengetahui kemungkinan interferensi kanal *adjacent* antara DVB-T dengan BWA (untuk BWA spesifikasi

yang digunakan ada 2 yaitu spesifikasi LTE dan Wimax) dari 4 opsi pengkalan *digital dividend* yang dilakukan pada BAB 3. Adapun parameter-parameter yang diperlukan untuk simulasi ini ada pada tabel 4.2 berikut ini :

Tabel 4.1 Parameter Simulasi CHIRPLUS [18] [19]

Parameter	DVB-T [18]	BWA	
		LTE [18]	Wimax [19]
Bandwidth	8 MHz	20 MHz	20 MHz
Model Propagasi	<i>ITU Rec P. 1456</i>	<i>Extended Hatta</i>	<i>Extended Hatta</i>
Tinggi Antena	100 m (Tx) 10 m (Rx)	23.5 m (BS) 1,5 m (UE)	23.5 m (BS) 1,5 m (UE)
Daya (EIRP)	63.6 dBm	43 dBm (BS) 23 dBm (UE)	43 dBm (BS) 23 dBm (UE)
<i>Noise Figure</i>	-	5 dB (BS) 9 dB (UE)	4dB

4.2.1 Simulasi CHIRPLUS untuk setiap Opsi

Adapun frekuensi yang akan disimulasikan untuk DVB-T dan untuk Wimax dan LTE untuk setiap opsi adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Parameter Frekuensi untuk simulasi CHIRPLUS

	Opsi 1	Opsi 2	Opsi 3	Opsi 4
Frekuensi DVB-T	734 MHz	734 MHz	678 MHz	678 MHz
Frekuensi BWA (Wimax TDD)	758 MHz	-	702 MHz	-
Frekuensi BWA (LTE FDD)	-	747 MHz	-	691 MHz

Dari Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa dari setiap opsi frekuensi yang digunakan berbeda-beda hal ini disebabkan karena :

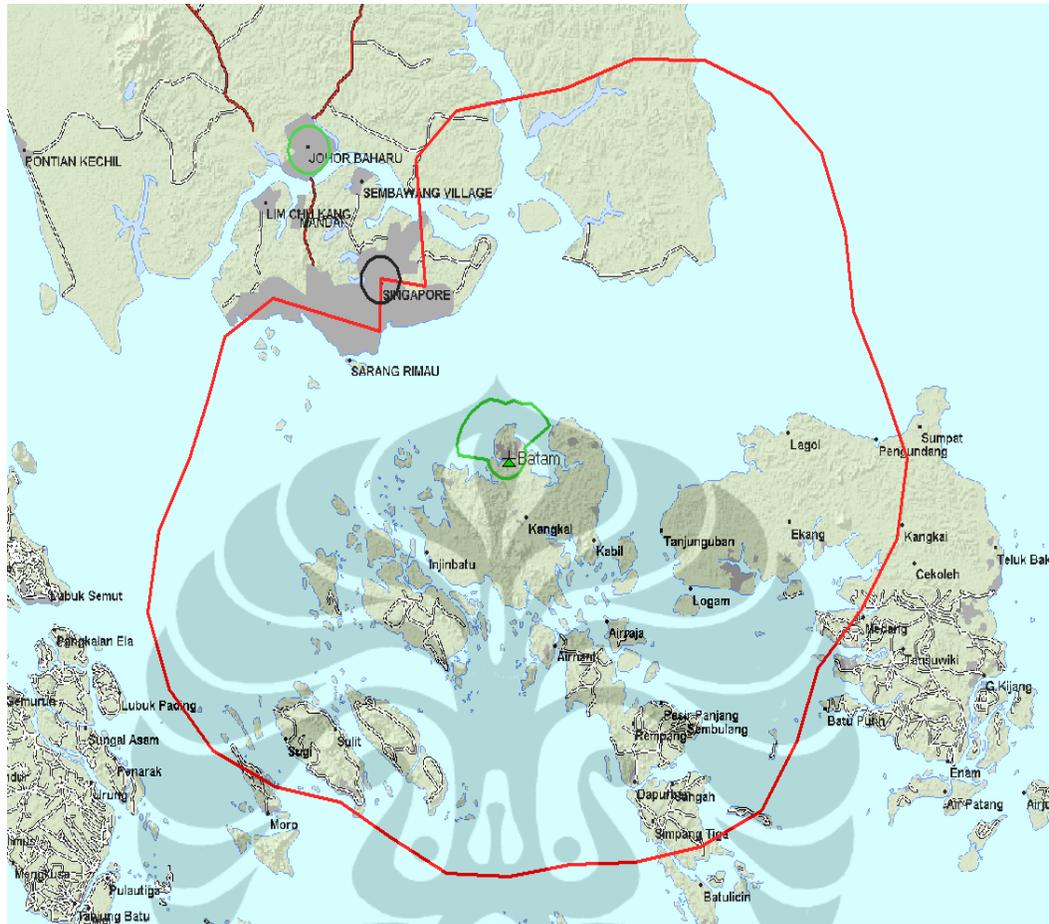
1. Kanal tv digital untuk Opsi 1 yang terdekat dengan layanan BWA adalah kanal 54 dengan frekuensi 734 -742 MHz dan untuk layanan BWA dengan menggunakan teknologi Wimax TDD dimulai dari frekuensi 758 MHz karena telah ditambahkan *guard band* yang dibutuhkan sebesar 16 MHz.
2. Kanal tv digital untuk Opsi 2 yang terdekat dengan layanan BWA adalah kanal 54 dengan frekuensi 734-742 MHz dan untuk layanan BWA dengan menggunakan teknologi LTE FDD dimulai dari frekuensi 747 MHz karena telah ditambahkan *guard band* yang dibutuhkan sebesar 5 MHz.
3. Kanal tv digital untuk Opsi 3 yang terdekat dengan layanan BWA adalah kanal 47 dengan frekuensi 678 MHz dan untuk layanan BWA dengan menggunakan teknologi Wimax TDD dimulai dari frekuensi 702 MHz karena telah ditambahkan *guard band* yang dibutuhkan sebesar 16 MHz.
4. Kanal tv digital untuk Opsi 4 yang terdekat dengan layanan BWA adalah kanal 47 dengan frekuensi 678 MHz dan untuk layanan BWA dengan menggunakan teknologi LTE FDD dimulai dari frekuensi 691 MHz karena telah ditambahkan *guard band* yang dibutuhkan sebesar 5 MHz.

Perlu diketahui bahwa *software* CHIRPLUS tidak dapat membedakan coverage area dari frekuensi DVB-T, Wimax atau LTE, walaupun frekuensi yang di input berbeda-beda. *Software* tersebut melihat *coverage area* dari daya (EIRP) yang di input sehingga dalam simulasi ini untuk *base station* dan *user equipment* baik Wimax maupun LTE dianggap sama karena daya (EIRP) base station dan user equipment dari kedua teknologi tersebut pada simulasi ini sama.

Adapun skenario yang dilakukan adalah :

1. DVB-T Transmitter (*TX*) di Batam vs Wimax/LTE *User Equipment (UE)* di Batam, Singapura dan Malaysia.

Dari Gambar 4.2 dibawah ini dapat dilihat bahwa hasil dari simulasi CHIRPLUS pada skenario ini dengan parameter teknis sebagai berikut : daya dari penerima DVB-T adalah sebesar 63.6 dBm dengan tinggi antenna 100 meter dan bandwidth 8 MHz sedangkan untuk daya dari penerima BWA (Wimax/LTE) UE adalah sebesar 23 dBm dengan bandwidth 20 MHz dengan tinggi antenna 1.5 meter terjadi *overlapping coverage area* antara DVB-T TX yang diwakili oleh lingkaran berwarna merah dengan BWA (Wimax/LTE) UE di daerah batam yang diwakili oleh lingkaran berwarna hijau dan di daerah Singapura yang diwakili oleh lingkaran berwarna hitam sedangkan untuk wilayah Johor Baru yang diwakili oleh lingkaran berwarna hijau tidak terjadi *overlapping coverage area*. Untuk meminimalisasi interferensi dibutuhkan pengaturan guardband antara layanan DVB-T dengan Wimax sebesar 16 MHz dan DVB-T dengan LTE sebesar 5 MHz.



Gambar 4.2 Skenario DVB-T Transmitter (TX) di Batam vs Wimax/LTE User Equipment (UE)

2. DVB-T TX di Batam vs Wimax/LTE BS di Batam, Singapura dan Malaysia

Dari Gambar 4.2 dibawah ini dapat dilihat bahwa hasil dari simulasi CHIRPLUS pada skenario ini dengan parameter teknis sebagai berikut : daya dari pemancar DVB-T adalah sebesar 63.6 dBm dengan tinggi antenna 100 meter dan bandwidth 8 MHz sedangkan untuk daya dari pemancar BWA (Wimax/LTE) UE adalah sebesar 43 dBm dengan bandwidth 20 MHz dengan tinggi antenna 43.5 meter, terjadi *overlapping coverage area* antara DVB-T TX yang diwakili lingkaran berwarna merah dengan BWA (Wimax/LTE) BS di daerah Batam yang diwakili lingkaran berwarna hijau dan di daerah Singapura yang diwakili lingkaran berwarna hitam sedangkan untuk wilayah Johor Baru yang diwakili lingkaran berwarna biru tidak terjadi *overlapping coverage area*. Untuk meminimalisasi

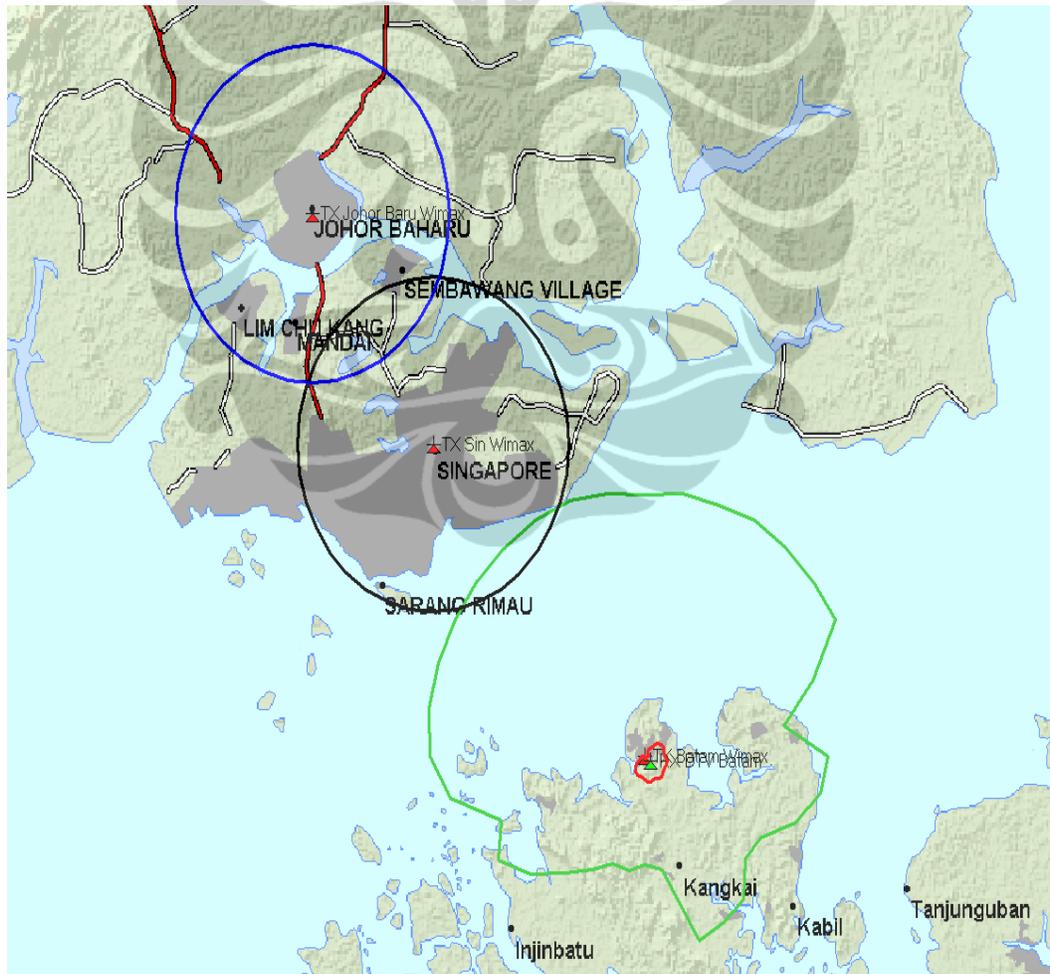
interferensi dibutuhkan pengaturan guardband antara layanan DVB-T dengan Wimax sebesar 16 MHz dan DVB-T dengan LTE sebesar 5 MHz dan pemisahan jarak pemancar antara DVB-T dengan BWA sekitar 650 meter



Gambar 4.3 Skenario DVB-T TX vs Wimax/LTE Base Station (BS)

3. Wimax/LTE BS di Batam vs DVB-T *Receive (RX)* di Batam

Dari Gambar 4.4 dibawah ini dapat dilihat bahwa hasil dari simulasi CHIRPLUS pada skenario ini dengan parameter teknis sebagai berikut : daya dari penerima DVB-T adalah sebesar 0 dBm dengan tinggi antenna 10 meter dan bandwidth 8 MHz sedangkan untuk daya dari pemancar BWA (Wimax/LTE) UE adalah sebesar 43 dBm dengan bandwidth 20 MHz dengan tinggi antenna 43.5 meter, terjadi *overlapping coverage area* antara DVB-T RX yang diwakili lingkaran berwarna merah dengan BWA (Wimax/LTE) BS di daerah Batam yang diwakili lingkaran berwarna merah Untuk meminimalisasi interferensi dibutuhkan pengaturan guarband antara layanan DVB-T dengan Wimax sebesar 16 MHz dan DVB-T dengan LTE sebesar 5 MHz.



Gambar 4.4 Skenario Wimax/LTE BS vs DVB-T *Receive (RX)*

4.3 Perhitungan Biaya Hak Penggunaan (BHP) dari setiap opsi

Percanaan ini juga akan menghitung BHP tv digital dan BWA sesuai dengan opsi pengkalan ulang yang dilakukan. Formulasi BHP yang digunakan adalah formulasi BHP pita. Untuk formulasi perhitungan BHP pita untuk tv digital saat ini belum diatur oleh pemerintah sehingga perhitungan BHP pita untuk tv digital mengacu pada penelitian Sdr. Heri Aryanto [20] sedangkan perhitungan BHP pita BWA (LTE dan Wimax) saat ini juga belum diatur oleh pemerintah sehingga perhitungan BHP pita untuk *digital dividen* mengacu pada Peraturan Pemerintah No. 76 Tahun 2010 tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah Nomor 7 Tahun 2009 Tentang Jenis dan Tarif atas Jenis Penerimaan Negara Bukan Pajak yang Berlaku Pada Departemen Komunikasi dan Informatika.

Berikut ini adalah formulasi BHP pita yang akan digunakan :

1. Formulasi BHP Pita TV Digital

$$BHP = c \times p \times b \times Ie \quad (4.1)$$

c = *Coverage* (cakupan) Populasi Penduduk dalam cakupan wilayah layanan yang diberikan dalam izin kilopops (per seribu)

p = Indeks Harga per MHz untuk setiap Pita Frekuensi (Rp/MHz)

b = *Bandwidth* yang diberikan dalam izin (MHz)

Ie = Indeks ekonomi suatu daerah

2. Formulasi BHP Pita BWA

$$BHP = N \times K \times I \times C \times B \quad (4.2)$$

N = Faktor normalisasi untuk menjaga penerimaan Penerimaan Negara Bukan pajak dari Biaya Hak Penggunaan spektrum frekuensi radio

K = Faktor penyesuaian pada tiap pita frekuensi radio yang dihitung dengan mempertimbangkan nilai ekonomi dari pita frekuensi radio dimaksud, yaitu berdasarkan jenis layanan dan manfaat yang diperoleh

- I = Indeks Harga per MHz untuk setiap Pita Frekuensi (Rp/MHz)
- C = *Coverage* (cakupan) Populasi Penduduk dalam cakupan wilayah layanan yang diberikan dalam izin kilopops (per seribu)
- B = *Bandwidth* yang diberikan dalam izin (MHz)

Untuk nilai NxK mengacu kepada Keputusan Menteri No. 456A tahun 2010 tentang Besaran dan Waktu Pembayaran Biaya Hak Penggunaan Izin Pita Spektrum Frekuensi Radio (BHP IPSFR) bagi penyelenggara jaringan bergerak seluler di pita frekuensi radio 800 MHz, 900 MHz dan 1800 MHz dan penyelenggara jaringan lokal tetap tanpa kabel dengan mobilitas terbatas di pita frekuensi radio 800 MHz adalah sebesar 22,78745 untuk frekuensi 900 MHz [23]. Salah satu dasar pemilihan simulasi formulasi BHP pita untuk BWA pada frekuensi *digital dividend* tidak mengacu kepada perhitungan BHP pita BWA pada frekuensi 2.3 GHz yang telah ada karena perhitungan BHP pita pada frekuensi 2.3 GHz adalah berdasarkan penerapan teknologi IEEE 802.16d yaitu wimax dengan standar *nomadic* sedangkan BWA untuk *digital dividend* adalah mobile, sehingga diasumsikan bahwa perhitungan BHP pita untuk BWA pada frekuensi *digital dividend* lebih tepat jika menggunakan Peraturan Pemerintah No. 76 Tahun 2010 dan frekuensi 700-800 MHz adalah termasuk dalam salah satu frekuensi yang dikategorikan sangat berharga mengingat pola propagasi yang lebih baik dibandingkan frekuensi 2.3 GHz.

4.3.1 Simulasi Perhitungan BHP pita DVB-T dan BWA

Dengan menggunakan persamaan (4.1) dan (4.2) dengan asumsi peraturan yang berlaku saat ini maka dihasilkan simulasi perhitungan BHP DVB-T dan BWA (Wimax atau LTE) sebagai berikut :

- BHP DVB-T :

$$BHP = c \times p \times b \times I_e$$

$$c = 1.081.527 \text{ jiwa [22]}$$

$$p = \text{Rp. } 6368 \text{ [21]}$$

$$b = 8\text{MHz}$$

$$I_e = 3.23$$

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= 1.081.527/1000 \times 6368 \times 8 \times 3.23 \\ &= \text{Rp. } 177.964.316/\text{kanal}/\text{tahun} \end{aligned}$$

- BWA (Wimax atau LTE)

$$\mathbf{BHP = N \times K \times I \times C \times B}$$

$$I = \text{Rp. } 6368 \text{ [21]}$$

$$C = 1.081.527 \text{ jiwa [22]}$$

$$B = 20 \text{ MHz}$$

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= 22,78745 \times 6368 \times 1081527/1000 \times 20 \\ &= \text{Rp. } 3.138.818.076 \end{aligned}$$

4.3.1.1 Simulasi Total Pendapatan BHP dari setiap opsi

Dalam Tabel 4.3 di bawah ini akan dilakukan simulasi perhitungan total perolehan BHP dari DVB-T dan BWA di daerah Batam dengan pola pengkalan dari setiap opsi. Dimana penjumlahan total pendapatan BHP adalah sebagai berikut :

1. Opsi 1 : 8 kanal DVB-T dengan *bandwidth* 8MHz dan 2 blok Wimax TDD dengan *bandwidth* 20 MHz
2. Opsi 2 : 8 kanal DVB-T dengan *bandwidth* 8MHz dan 2 blok LTE TDD dengan *bandwidth* 20 MHz
3. Opsi 3 : 7 kanal DVB-T dengan *bandwidth* 8MHz dan 4 blok Wimax TDD dengan *bandwidth* 20 MHz
4. Opsi 4 : 7 kanal DVB--T dengan *bandwidth* 8MHz dan 4 blok LTE TDD dengan *bandwidth* 20 MHz

Tabel 4.3 Simulasi Perhitungan BHP DVB-T dan BWA di Batam

	OPSI 1	OPSI 2	OPSI 3	OPSI 4
DVB-T	Rp. 1.423.714.528	Rp. 1.423.714.528	Rp. 1.245.750.212	Rp. 1.245.750.212
BWA	Rp. 6.277.636.152	Rp. 6.277.636.152	Rp. 12.555.272.304	Rp. 12.555.272.304
TOTAL	Rp. 7.523.386.364	Rp. 7.523.386.364	Rp. 13.801.022.516	Rp. 13.801.022.516

Dari hasil simulasi perhitungan BHP tersebut diatas terlihat bahwa opsi 1 dan 2 menghasilkan BHP yang lebih rendah daripada opsi 3 dan 4.

4.4 Perbandingan setiap opsi

Dari setiap opsi yang ada masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan berikut ini akan dijelaskan kelebihan dan kekurangan dari setiap opsi :

1. Opsi 1 Digital Dividen dimulai dari frekuensi 758 MHz dengan Mobile Wimax TDD

Tabel 4.4 Perbandingan kelebihan dan Kekurangan Opsi 1

No.	Kelebihan	Kekurangan
1.	Tidak membutuhkan <i>guard band</i> antar operator	Perlu sinkronisasi waktu antar operator
2.	Dapat dialokasikan untuk 2 operator dengan <i>bandwidth</i> 20 MHz per operatornya	Sulit untuk melakukan <i>handover</i> atau <i>roaming</i> pada jaringan 3G atau 2G
3.	Efisien dalam penggunaan spektrum	Memiliki permasalahan interoperabilitas
4.	Kanal propagasi sama pada kedua arah (<i>downlink</i> dan <i>uplink</i>)	Pendapatan BHP kurang maksimal

Dari Tabel 4.4 dapat dilihat digital dividen dengan menggunakan teknologi *Mobile Wimax TDD* jika menggunakan usulan dari Singapura dan Malaysia akan menghasilkan ketidakmaksimuman pendapatan BHP dan hanya dapat dialokasikan untuk 2 operator *Mobile Wimax TDD* dengan bandwidth sebesar 20 MHz.

2. Opsi 2

Digital Dividen dimulai dari frekuensi 747 MHz dengan LTE FDD

Tabel 4.5 Perbandingan kelebihan dan Kekurangan Opsi 2

No.	Kelebihan	Kekurangan
1.	Mendukung <i>handover</i> atau <i>roaming</i> pada jaringan 3G atau 2G	Harus menggunakan <i>duplex gap</i>
2.	Tidak perlu sinkronisasi waktu antar operator	Tidak efisien dalam penggunaan spektrum karena frekuensi <i>uplink</i> dan <i>downlink</i> berbeda
3.	Fleksibel dalam pengalokasian bandwidth	Hanya dapat dialokasikan untuk 1 operator dengan <i>bandwidth</i> 20 MHz
4.	<i>Lantency</i> yang rendah (10ms)	Pendapatan BHP kurang maksimal

Dari Tabel 4.5 dapat dilihat digital dividen dengan menggunakan teknologi LTE FDD jika menggunakan usulan pengkanaan digital dividen dari Singapura dan Malaysia sisa dari migrasi frekuensi analog ke televisi digital akan menyisakan 60 MHz akan menghasilkan ketidakmaksimuman pendapatan BHP dan hanya dapat dialokasikan untuk 1 operator LTTE FDD dengan bandwidth sebesar 20 MHz.

3. Opsi 3

Digital Dividen dimulai dari frekuensi 702 MHz dengan Wimax TDD

Tabel 4.6 Perbandingan kelebihan dan Kekurangan Opsi 3

No.	Kelebihan	Kekurangan
1.	Kanal propagasi sama pada kedua arah (<i>downlink</i> dan <i>uplink</i>)	Perlu sinkronisasi waktu antar operator
2.	Dapat dialokasikan untuk 4 operator dengan <i>bandwidth</i> 20 MHz per operatornya	Sulit untuk melakukan <i>handover</i> atau <i>roaming</i> pada jaringan 3G atau 2G
3.	Efisien dalam penggunaan spektrum	Memiliki permasalahan interoperabilitas
4.	Pendapatan BHP maksimal	Perangkat infrastruktur mahal

Dari Tabel 4.6 dapat dilihat digital dividen yang telah ditata ulang dimana setiap negara mendapatkan 7 kanal televisi digital dan sisa dari migrasi frekuensi analog ke televisi digital akan menyisakan 108 MHz dengan menggunakan teknologi Mobile Wimax TDD jika menggunakan usulan pengkanalan digital dividen dari Singapura dan Malaysia akan menghasilkan pendapatan BHP yang maksimum dan dapat dialokasikan untuk 4 operator Mobile Wimax TDD dengan bandwidth sebesar 20 MHz.

4. Opsi 4

Digital Dividen dimulai dari frekuensi 691 MHz dengan LTE FDD

Tabel 4.7 Perbandingan kelebihan dan Kekurangan Opsi 4

No.	Kelebihan	Kekurangan
1.	Mendukung <i>handover</i> atau <i>roaming</i> pada jaringan 3G atau 2G	Tidak efisien dalam penggunaan spektrum
2.	Tidak perlu sinkronisasi waktu antar operator	Harus menggunakan <i>duplex gap</i>
3.	Pendapatan BHP maksimal	Hanya dapat dialokasikan untuk 2 operator dengan <i>bandwidth</i> 20 MHz
4.	Fleksibel dalam pengalokasian <i>bandwidth</i>	Frekuensi <i>uplink</i> dan <i>downlink</i> berbeda

Dari Tabel 4.7 dapat dilihat digital dividen yang telah ditata ulang dimana setiap negara mendapatkan 7 kanal televisi digital dan sisa dari migrasi frekuensi analog ke televisi digital akan menyisakan 108 MHz dengan menggunakan teknologi LTE FDD jika menggunakan usulan pengkanalan digital dividen dari Singapura dan Malaysia akan menghasilkan pendapatan BHP yang maksimum dan dapat dialokasikan untuk 2 operator LTE FDD dengan bandwidth sebesar 20 MHz.

4.5 Pemilihan Opsi

Dari opsi-opsi yang dianalisa setiap opsi memiliki kekurangan maupun kelebihan masing-masing. Dari pendapatan BHP yang dihasilkan dari setiap opsi dapat disimpulkan opsi 1 dan opsi 2 menghasilkan lebih sedikit BHP dibandingkan dengan opsi 3 dan opsi 4.

Opsi 3 (*digital dividend* dengan menggunakan Wimax TDD) secara penggunaan frekuensi lebih efisien dalam hal penggunaan frekuensi dan BHP yang dihasilkan juga maksimal sedangkan opsi 4 (*digital dividend* dengan menggunakan LTE FDD) adalah tidak seefisien opsi 3 dalam penggunaan frekuensi namun baik

dalam hal interoperabilitas terhadap jaringan 2G maupun 3G serta BHP yang dihasilkan juga maksimal.

Bila dilihat dari analisa software CHIRPLUS yang dilakukan *overlapping coverage area* untuk semua opsi memang terjadi namun kemungkinan terjadinya interferensi kecil karena pada perencanaan ini sudah diatur *guard band* antar layanan DVB-T dengan BWA serta diatur juga pemisahan pemancar antar layanan tersebut.

Dengan demikian perencanaan pita frekuensi yang paling sesuai untuk diaplikasikan didaerah perbatasan Indonesia, Singapura dan Malaysia adalah opsi 3 (*digital dividend* dengan menggunakan Wimax TDD) dan opsi 4 (*digital dividend* dengan menggunakan LTE FDD). Namun perlu diperhatikan juga beberapa hal berikut ini :

1. Perkembangan kedepan dari teknologi DVB-T yaitu DVB-T2 yang dapat menambah kapasitas hampir dua kali dari DVB-T sehingga alokasi 7 kanal tv digital yang ada pada opsi 3 dan opsi 4 dapat dianggap cukup untuk didaerah perbatasan.
2. Penambahan alokasi kanal untuk layanan BWA pada opsi 3 dan opsi 4 sangat sesuai dengan target Rancangan Pembangunan Jangka Menengah (RPJM) Kemenkominfo 2014 yaitu pemenuhan akses internet sebesar 30% di Indonesia dapat dibantu dengan layanan BWA pada frekuensi 700 MHz karena akan membantu operator untuk menyediakan layanannya daerah urban, suburban maupun daerah rural dan juga sangat berpotensi untuk menghasilkan ekonomi skala besar yang tak tertandingi oleh generasi sebelumnya dari teknologi akses *broadband* pada frekuensi selain 700 MHz.
3. Interoperabilitas dan ketersediaan perangkat yang *mass production* adalah hal yang sangat penting dalam membangun suatu teknologi akses

broadband, opsi 4 adalah opsi yang paling baik dari sisi interoperabilitas terhadap jaringan seluler 2G dan 3G dan juga akan menghemat arsitektur jaringan karena Base Station Controller (BSC) dan Radio Network Controller (RNC) tidak diperlukan lagi sehingga dapat memberikan keuntungan bagi operator serta kecenderungan negara-negara di Asia Pasifik yang akan mengadopsi teknologi LTE untuk *digital dividend*.



BAB 5

KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan perhitungan yang dilakukan pada bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa :

1. Dalam Perencanaan penataan ulang pembagian kanal tv digital *digital dividend* hasil pertemuan Trilateral antara Indonesia, Singapura dan Malaysia dihasilkan 4 opsi untuk pengkanalan tv digital dan *digital dividend* di daerah perbatasan.
2. Opsi 3 dan opsi 4 jika dilihat dari pendapatan BHP merupakan opsi yang dapat diaplikasikan untuk perencanaan pita untuk *digital dividend* di daerah perbatasan Indonesia, Malaysia dan Singapura. Namun jika dilihat dari perkembangan teknologi kedepan serta interoperabilitas terhadap teknologi sebelumnya maka opsi 4 adalah opsi yang paling tepat untuk diaplikasikan untuk *digital dividend* di daerah perbatasan.

DAFTAR REFERENSI

- [1] “ _____ “, Data penyelenggara TV di Indonesia, Depkominfo, 2008;
- [2] Setiawan, Denny. 2009. Optimalisasi Penggunaan Spektrum Digital Dividend untuk Berbagai Teknologi Pita Frekuensi UHF 470-862 MHz. Depok: Universitas Indonesia.
- [3] “ _____ “, Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika No. 39/P/M.KOMINFO/10/2009 tentang Kerangka dasar Penyelenggaraan Penyiaran Televisi Digital Terestrial Penerimaan Tetap Tidak Berbayar (Free To Air);
- [4] “ _____ “, White Paper Penyelenggaraan Televisi Digital di Indonesia;
- [5] S.M. RAZAVI, ”*VHF-FM & UHF-TV Frequency Master Plans for Java & Bali Islands of the Republic of Indoneisa*”, ITU August 2003;
- [6] Setiawan Denny, ”*Alokasi Frekuensi dan Satelit di Indonesia*” , Ditjen Postel, 2009;
- [7] Analysys Consulting Limited, et. al, "Final report for Ofcom, Preparatory study for UHF Spectrum Award", London, 19 December 2006;
- [8] OFCOM, "*Digital Dividend Review Seminar on Ofcom's proposals on detailed design of the cleared award*", London, 9 July 2008;
- [9] Kyungjin Yeo, “International Frequency Issues and Studies in Digital Dividend”, Radio Research Agency, Korea Communication Commission, Republic of Korea, APT Workshop on Spectrum Management and Monitoring, Danang, Vietnam, 30 March 2009;
- [10] Armoogum V., Member IEEE, University of Technology, Mauritius, "*Adjacent Channel Interference For DVB-T at UHF Bands in the South of Mauritius for Summer Season*", p.1, The Third Advanced International Conference on Telecommunications (AICT07), IEEE Computer Society, 2007;

- [11] Analysis Consulting Limited, et. al, "*Final report for Ofcom, Preparatory study for UHF Spectrum Award*", London, 19 December 2006;
- [12] “ _____“, *The 2nd Minutes of Meeting of the Joint Commission on Communication*”, Langkawi 2004;
- [13] “ _____“, GSMA Presentation on "*Digital Dividend for Mobile: Bringing Broadband to All*";
- [14] “ _____“, *The 11th Minutes of Meeting of Border Comumnications Coordination Meeting*”, Yogyakarta 2009;
- [15] “ _____“, *Heavy Reading 4G/LTE Vol 1. No.1 February 2010*;
- [16] “ _____“, Document AWG-10 INP-43 on The 10th Meeting of the APT Wireless Group (AWG-10);
- [17] *Electronic Communication Committee Report Technical Feasibility of Harmonising a Sub-band of Bands IV and V for Fixed/Mobile application (including uplinks minimising the Impact on GE06, 6 July 2007*;
- [18] “ _____“, *DVBT LTE Sharing Studies*, Universiti Teknologi Malaysia;
- [19] *Final Report for OFCOM 1913/DD/R2/3.0, Digital Dividend (Interference Analysis of Mobile WiMAX, DTT & DVB-H Systems)*, 20th November 2007;
- [20] Aryanto Heri, *Model Perhitungan Biaya Hak Penggunaan Frekuensi Pada Televisi Siaran Digital di Indonesia Depok* : Universitas Indonesia;
- [21] “ _____“, *Peraturan Pemerintah No. 76 Tahun 2010 tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah Nomor 7 Tahun 2009 Tentang Jenis dan Tarif atas Jenis Penerimaan Negara Bukan Pajak yang Berlaku Pada Departemen Komunikasi dan Informatika*;
- [22] <http://skpd.batamkota.go.id/kependudukan/2011/04/13/data-penduduk-kota-batam-per-maret-2011>;

- [23] “ _____“,Keputusan Menteri No. 456A tahun 2010 tentang Besaran dan Waktu Pembayaran Biaya Hak Penggunaan Izin Pita Spektrum Frekuensi Radio (BHP IPSFR) bagi penyelenggara jaringan bergerak seluler di pita frekuensi radio 800 MHz, 900 MHz dan 1800 MHz dan penyelenggara jaringan lokal tetap tanpa kabel dengan mobilitas terbatas di pita frekuensi radio 800 MHz;
- [24] “ _____“,Naskah Akademis tentang Penentuan Daerah Ekonomi Maju dan Kurang Maju Melalui Indeks Potensi dan Kemajuan Daerah Dalam Rangka Penyelenggaraan Penyiaran, Departemen Komunikasi dan Informatika 2008.
- [25] “ _____“,*The 4th Minutes of Meeting of the Trilateral Meeting between Indonesia, Malaysia and Singapore*”, Kota Kinabalu 2008;

