

**DISTRIBUSI FREKUENSI KANAL 25-42 PADA PITA
ULTRA HIGH FREQUENCY (UHF) UNTUK
DIGITAL VIDEO BROADCASTING TERRESTRIAL
(DVB-T) DI INDONESIA**

SKRIPSI

Oleh

MUHAMMAD ZEKI

04 04 03 062 8



**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

DISTRIBUSI FREKUENSI KANAL 25-42 PADA PITA *ULTRA HIGH FREQUENCY (UHF) UNTUK DIGITAL VIDEO BROADCASTING TERRESTRIAL (DVB-T) DI INDONESIA*

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada program studi Teknik Elektro Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 25 Juni 2008

(Muhammad Zeki)

NPM 04 04 03 062 8

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

**DISTRIBUSI FREKUENSI KANAL 25-42 PADA PITA
ULTRA HIGH FREQUENCY (UHF) UNTUK
DIGITAL VIDEO BROADCASTING TERRESTRIAL
(DVB-T) DI INDONESIA**

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada program studi Teknik Elektro Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia dan disetujui untuk diajukan dalam sidang ujian skripsi. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 4 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 14 Juli 2008

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Eko Tjipto Rahardjo.

NIP. 131 122 083

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Prof. Dr. Eko Tjipto Rahardjo

selaku Dosen Pembimbing skripsi atas kontribusinya dalam menentukan judul dan telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, petunjuk, dan saran-saran serta kemudahan lainnya, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik

Tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang tidak terkira kepada bapak **Deni Setiawan** selaku Kasubdit Penataan Frekuensi Direktorat Jenderal Pos dan Telekomunikasi yang telah mempercayakan penulis untuk mengerjakan salah satu proyek dari Dirjen Postel; kepada **Adis Alifiawan** yang telah meluangkan begitu banyak waktunya untuk membimbing penulis selama proyek dan penulisan skripsi dan kepada **Yudistira Prayoga** yang telah menjadi rekan kerja yang teramat suportif selama proses pengerjaan skripsi ini.

Kepada keluarga tercinta yang telah mendorong penyelesaian skripsi ini, orang tua dan kakak-kakak tersayang. Kepada teman-teman seangkatan dan seperjuangan Teknik Elektro 2004, rekan-rekan AFS dan teman-teman dari Joukyuu Ni Japan Foundation, whom without I might have been in the verge of nervous breakdown. Terima kasih

Muhammad Zeki

Dosen Pembimbing

NPM 04 04 03 062 8

Prof. Dr. Eko Tjipto Rahardjo

Departemen Teknik Elektro

**PERANCANGAN DISTRIBUSI FREKUENSI KANAL 25-42
ULTRA HIGH FREQUENCY (UHF) UNTUK DIGITAL VIDEO
BROADCASTING TERRESTRIAL (DVB-T) DI INDONESIA**

ABSTRAK

Digitalisasi teknologi penyiaran sudah menjadi suatu keharusan dengan semakin berkurangnya ketersediaan kanal frekuensi seiring meningkatnya permintaan kanal oleh stasiun-stasiun TV baru. Skripsi ini membahas metode yang digunakan dalam merencanakan alokasi kanal pada sistem televisi digital di Indonesia yang menggunakan basis teknologi DVB-T. Penggunaan perangkat lunak CHIRPlus_BC digunakan untuk memodelkan propagasi gelombang radio yang dipancarkan seluruh stasiun pemancar di 14 wilayah layanan yang terletak di provinsi DKI Jakarta, Banten dan Jawa Barat.

Perancangan distribusi frekuensi kanal ini diawali dengan menentukan seluruh parameter transmisi terbaik untuk memberikan keseimbangan antara proteksi data, laju data serta kemungkinan fitur yang dapat dilayani. Berikutnya pembentukan kelompok frekuensi dan menentukan kontur wilayah yang diakhiri dengan menentukan besarnya kontur wilayah layanan berdasarkan kuat pancar dan tinggi antena agar terhindar dari interferensi *co-channel* dan *adjacent-channel*. Langkah terakhir adalah penentuan kanal transisi sebagai fasilitas penampung stasiun yang bentrok dengan TV analog *existing* selama proses transisi.

Hasil yang diharapkan berupa wilayah layanan DVB-T yang jelas dan pembagian kanal yang optimal dengan interferensi minimum untuk setiap wilayah layanan. Dari hasil perancangan ini maka selanjutnya hasil distribusi frekuensi ini dapat diimplementasikan secara utuh ataupun parsial dalam menentukan *master-plan* pertelevisian digital, dan dapat digunakan sebagai patokan dalam penggunaan kanal-kanal sekitar yang akan dipergunakan untuk teknologi digital untuk telekomunikasi ataupun penyiaran lainnya

Kata kunci : DVB-T, interferensi, *co-channel*, *adjacent-channel*, Minimum Field Strength (MFS), Protection Ratio (PR).

Muhammad Zeki

NPM 04 04 06 062 8

Electrical Department Engineering

Thesis Supervisor

Prof. Dr. Eko Tjipto Rahardjo

**PERANCANGAN DISTRIBUSI FREKUENSI KANAL 25-42
ULTRA HIGH FREQUENCY (UHF) UNTUK DIGITAL VIDEO
BROADCASTING TERRESTRIAL (DVB-T) DI INDONESIA**

ABSTRACT

Digitalization in broadcasting technology is a solution for limited frequency resources that is becoming less as the demand of new channel assignment is increasing. This thesis will concentrate on method that is used to plan channel allocation on digital broadcasting in Indonesia that is based on DVB-T technology. Broadcast modelling software called CHIRPlus_BC is used on this project to help modeling the propagation of radio-frequency wave broadcasted by transmitter at all 14 service areas located in three provinces: DKI Jakarta, Banten and Jawa Barat.

The first step taken in designing channel allocation is determining the best transmission parameter that may give the best trade-off in data rate, data protection as well as available features. Thus all channels available are divide into three frequency reuse groups and contours of every service area then can be calculated, where the size of coverage area is determined by transmitting power and height of the transmitter. This stage is crucial as the protection ratio of co-channels and adjacent-channels interference must be kept to maintain best quality service. The assignment of transition channel is the last finishing touch to provide backup during migration periode if one channel is already occupied by existing analog TV broadcaster

Process above will result in exact range of each service area and optimum channel distribution with minimum interfernce occurance. Analysis and design described in the thesis thus can be implemented completely or partially in creating the master plan of digital television. They might be helpful as milestone in assigning neighbouring channel for other digital telecommunication or broadcasting technology

Keywords: DVB-T, interference, co-channel, adjacent-channel, Minimum Field Strength (MFS), Protection ratio (PR).

DAFTAR ISI

	Halaman
COVER JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
DAFTAR SINGKATAN	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG MASALAH	1
1.2 TUJUAN	2
1.3 BATASAN MASALAH	2
1.4 SISTEMATIKA PENULISAN.....	2
1.5 METODOLOGI PENELITIAN.....	3
BAB II DVB-T SEBAGAI STANDAR TRANSISI SISTEM PENYIARAN TELEVISI ANALOG KE TELEVISI DIGITAL TERRESTRIAL ...5	
2.1 KONVERSI TELEVISI ANALOG KE TELEVISI DIGITAL.....	5
2.2 STANDAR TELEVISI DIGITAL TERESTRIAL DI INDONESIA	8
2.3 FITUR STANDAR TRANSMISI DVB-T	10
2.3.1 Fitur Performa Transmisi	11
2.3.1.1 <i>Impulse Noise</i>	11
2.3.1.2 <i>Multipath Distortion</i>	11
2.3.1.3 <i>Penerimaan Indoor dan Portable</i>	11
2.3.1.4 <i>Penerimaan Mobile</i>	12
2.3.1.5 <i>Hierarchical Modulation</i>	12
2.3.1.6 <i>Single Frequency Networks</i>	12
2.3.1.7 <i>Gap-fillers dan On-Frequency Repeaters</i>	13
2.3.2 Aplikasi dan Ketersediaan Layanan.....	13
2.3.2.1 <i>Mobile TV dan Portable TV</i>	13
2.3.2.2 <i>Kapabilitas High Definition Television (HDTV)</i>	13
2.3.2.3 <i>Standard Definition Television (SDTV)</i>	14
2.3.2.4 <i>Layanan interaktif</i>	14
2.3.2.5 <i>Conditional Access</i>	14
2.4 PRINSIP FUNDAMENTAL DVB-T	15
2.4.1 <i>Sistem Transmisi dan Prinsip Pemancaran DVB-T</i>	15
2.4.2 <i>Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing</i>	16

2.4.3 Parameter Kanal Transmisi Pada Varian Sistem DVB-T	19
2.4.3.1 <i>Inner Coding (Code rate)</i>	20
2.4.3.2 Skema Modulasi <i>Carrier</i>	20
2.4.3.3 Mode <i>Carrier</i>	21
2.4.3.4 <i>Guard Interval</i>	22
2.4.4 Parameter Pemancar DVB-T	25
2.4.4.1 <i>Effective Radiated Power</i>	25
2.4.4.2 <i>Effective High Above Average Terrain</i>	25
2.4.4.3 Wilayah Layanan dan Wilayah Jangkauan	27
2.4.5 <i>Receiver</i> DVB-T	27
BAB III PARAMETER TEKNIS DAN PERANCANGAN JARINGAN	
TRANSMISI DVB-T	29
3.1 SPESIFIKASI VARIAN DVB-T DI INDONESIA	29
3.1.1 <i>Carrier Mode, Guard Interval, Code Rate</i> dan Metode Modulasi	30
3.1.2 Alokasi Kanal Frekuensi dan Pola <i>Frequency reuse</i>	32
3.2 BESARAN PARAMETER DISTRIBUSI FREKUENSI	34
3.2.1 <i>Minimum Field Strength</i>	35
3.2.2 <i>Protection Ratio</i> dan <i>Frequency Reuse</i>	36
3.2.3 <i>Coverage Area, Time Probability</i> dan <i>Location Probability</i>	38
3.2.3.1 <i>Receiving location</i> (lokasi penerimaan)	39
3.2.3.2 <i>Small area coverage</i> (area cakupan kecil)	39
3.2.3.3 <i>Coverage area</i> (area cakupan)	40
3.3 TAHAPAN PENGALOKASIAN KANAL FREKUENSI	40
3.4 PERANGKAT LUNAK <i>CHIRplus BC 4.4.2</i>	44
3.5 PEMBENTUKAN KONTUR WILAYAH LAYANAN DVB-T	44
3.5.1 Tatacara Penempatan Pemancar DVB-T dan <i>Testpoint</i> Untuk Tiap Wilayah Layanan	45
3.5.2 Penempatan Pemancar DVB-T Wilayah Layanan dan Input Nilai Parameter Pemancar	45
3.5.3 Penempatan <i>Testpoint</i> Wilayah Layanan	48
3.5.4 <i>Testpoint Calculation</i> Dengan Variabel Parameter Antena dan ERP	49
3.5.5 Kalkulasi Kontur Wilayah Layanan	50
3.6 PEMBAGIAN KELOMPOK POLA <i>FREQUENCY REUSE</i>	53
3.7 PERHITUNGAN <i>PROTECTION RATIO</i>	55
BAB IV ANALISIS PERANCANGAN DISTRIBUSI FREKUENSI DVB-T 57	
4.1 ANALISIS PEMBENTUKAN KONTUR WILAYAH DENGAN VARIASI DAYA RADIASI DAN TINGGI ANTENA PEMANCAR	57
4.1.1 Analisis Kalkulasi Kuat Medan dan Kontur Wilayah Layanan	57
4.1.2 Analisis <i>Protection Ratio</i>	58
4.1.3 Pemberian Atenuasi Pada Antena Pemancar <i>Interfering</i>	59
4.2 EVALUASI KONTUR WILAYAH LAYANAN	60
4.2.1 Spesifikasi Transmisi Pemancar Wilayah Layanan Ciamis	61
4.2.2 Analisis <i>Protection Ratio</i>	62
4.3 KANAL TRANSISI TELEVISI DIGITAL	63
BAB V KESIMPULAN	68
DAFTAR ACUAN	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	73

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 2.1	Penyebaran standar <i>color encoding</i> TV Analog di seluruh dunia	5
Gambar 2.2	Penyebaran teknologi DTTV di seluruh dunia	9
Gambar 2.3	Blok fungsional <i>transmitter</i> DVB-T	16
Gambar 2.4	Pembentukan simbol OFDM	17
Gambar 2.5	Ortogonalisasi simbol OFDM.....	17
Gambar 2.6	Penyisipan <i>guard interval</i>	18
Gambar 2.7	Penempatan <i>synchronization pilot subcarrier</i>	18
Gambar 2.8	Pemberian <i>code-rate</i> pada data transmisi	19
Gambar 2.9	<i>Frequency interleaving</i> pada COFDM	19
Gambar 2.10	Perbandingan <i>code rate</i>	20
Gambar 2.11	Konstelasi modulasi QPSK, 16-QAM, dan 64-QAM.....	21
Gambar 2.12	Efek pemakaian <i>guard interval</i> pada penerimaan sinyal.....	23
Gambar 2.13	Tinggi Efektif Antenna	26
Gambar 2.14	<i>Service area</i> dan <i>Coverage area</i>	27
Gambar 2.15	Blok fungsional pesawat penerima DVB-T	28
Gambar 3.1	<i>Net data rate</i> DVB-T berdasarkan modulasi, <i>guard interval</i> dan <i>code rate</i>	31
Gambar 3.2	Pola <i>frequency reuse</i> 3 grup.....	32
Gambar 3.3	Tampilan layar utama CHIRplus_BC 4.4.2	44
Gambar 3.4	Menu <i>editing</i> pemancar.....	46
Gambar 3.5	Mengubah pola radiasi antena.....	47
Gambar 3.6	Menu kalkulasi H_{eff}	48
Gambar 3.7	Menu <i>Contour Calculation</i>	52
Gambar 3.8	Pilihan <i>Time</i> dan <i>Location Probability</i>	52
Gambar 3.9	Contoh hasil kalkulasi kontur dari pemancar DVB-T wilayah layanan Jakarta.....	53
Gambar 3.10	Pembagian pola <i>frequency reuse</i>	55
Gambar 4.1	Titik uji wilayah layanan baru Ciamis	61
Gambar 4.2	Bentukan kontur wilayah layanan baru Ciamis	62

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Perbandingan spesifikasi parameter modulasi QPSK, 16-QAM, dan 64-QAM21
Tabel 2.2	Komparasi spesifikasi parameter mode 2k dan 8k.....22
Tabel 2.3	Perbandingan performa <i>carrier mode</i> 2k dan 8k22
Tabel 2.4	Penurunan besaran durasi simbol dan <i>guard interval</i> pada mode 2k dan 8k24
Tabel 2.5	Varian sistem DVB-T beserta nilai <i>net bit rate</i>24
Tabel 3.1	Perbandingan parameter teknis pada teknologi DVB-T di beberapa negara Eropa.....30
Tabel 3.2	Pembagian kanal frekuensi VHF dan UHF di Indonesia.....33
Tabel 3.3	Spesifikasi varian DVB-T di Indonesia34
Tabel 3.4	Rekomendasi ITU untuk besaran <i>protection ratio</i> varian C2G ..37
Tabel 3.5	Pembagian 18 kanal berdasarkan <i>frequency reuse pola 3</i>38
Tabel 3.6	Lokasi pemancar DVB-T di masing-masing wilayah layanan ...46
Tabel 3.7	Besaran H_{ant} dan ERP yang memenuhi kriteria E_{min}50
Tabel 4.1	<i>Testpoint</i> yang tidak memenuhi nilai E_{min} 42.6 dB μ V/m57
Tabel 4.2	<i>Testpoint</i> terinterferensi dan sumber interferensi58
Tabel 4.2	<i>Testpoint</i> terinterferensi dan sumber interferensi63
Tabel 4.3	Penetapan kanal transisi wilayah layanan Jabotabek.....65
Tabel 4.4	Penetapan kanal transisi wilayah layanan Bandung66

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Letak titik uji pengukuran kuat medan pemancar DVB-T.....	74
Lampiran 2 <i>Frequency planning</i> pembentukan kontur wilayah layanan berdasarkan kuat medan minimum	78
Lampiran 3 Penentuan nilai ERP dan tinggi antena untuk membentuk kontur wilayah layanan	85
Lampiran 4 Analisis <i>Protection Ratio</i>	86
Lampiran 5 Pemberian Atenuasi pada <i>interfering transmitter</i>	91
Lampiran 6 Bentuk kontur wilayah layanan setelah pemberian atenuasi dan analisis <i>Protection Ratio</i>	93

DAFTAR SINGKATAN

ACI	Adjacent-channel Interference
ATSC	Advanced Television Systems Committee
BER	Bit Error Ratio
CCI	Co-channel Interference
COFDM	Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing
DTTV	Digital Terrestrial TV
DVB-H	Digital Video Broadcasting -Handheld
DVB-T	Digital Video Broadcasting -Terrestrial
EHAAT	Effective High Above Average Terrain
ERP	Effective Radiated Power
HDTV	High Definition TV
ITU	International Telecommunication Union
ISDB-T	Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial
MFN	Multi Frequency Network
MFS	Minimum Field Strength
MPEG	Moving Picture Experts Group
NTSC	National Television Standards Committee
PAL	Phase Alternating Line
PR	Protection Ratio
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QPSK	Quaternary Phase Shift Keying
RF	Radio Frequency
SDTV	Standard Definition TV
SECAM	Système Séquentiel Couleur A Mémoire
SFN	Single Frequency Network
SNR	Signal-to-Noise Ratio
STB	Set Top Box
TX	Transmitter
UHF	Ultra-High Frequency
VHF	Very-High Frequency

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Dimensi
E_{\min}	kuat medan minimum	$\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$
h_{eff}	tinggi efektif antena	m
f	frekuensi	Hz
c	cepat rambat cahaya	m/s
λ	panjang gelombang	m
k	konstanta Boltzman	
T_0	suhu referensi	K
F	<i>receiver noise</i>	dB
B	<i>noise bandwidth</i>	Mbps
C/N	rasio <i>carrier per noise</i>	dB
R	impedansi <i>half-wave dipole</i>	Ω
G_D	<i>antenna gain</i> pada <i>half-wave dipole</i>	dB
L	rugi-rugi transmisi	dB

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Globalisasi yang merambah dunia sejak pertengahan abad 20 tak bisa lepas dari pengaruh pesatnya perkembangan teknologi informasi. Marshall McLuhan pada tahun 1960-an meramalkan bahwa kehidupan dunia akan menjadi suatu kehidupan desa yang mendunia (*global village*) dimana hal tersebut telah menjadi kenyataan. Kecepatan berkomunikasi dan mendapatkan informasi dari belahan bumi mana pun sudah teramat cepat, tanpa mengenal waktu dan jarak.

Perkembangan satelit di akhir tahun 1980-an memungkinkan masyarakat di belahan dunia mana pun sudah dapat mendengar dan menonton secara langsung peristiwa yang terjadi di belahan lain siaran radio dan TV dari beberapa negara menjangkau seluruh pelosok dunia melalui satelit. Pada dasawarsa 1990-2000 industri penyiaran radio dan televisi yang bekerja dengan teknologi analog secara berangsur digantikan dengan perangkat yang bekerja berdasarkan teknologi digital, misalnya alat perekam, kamera-video, dan perangkat pengeditan. Hal itu dilakukan, antara lain, atas pertimbangan teknis karena adanya beberapa keunggulan penggunaan teknologi digital tersebut, antara lain tidak terjadinya penurunan kualitas sinyal suara atau sinyal gambar walaupun diadakan berbagai manipulasi terhadap sinyal tersebut dan kemampuan teknologi digital dalam menghemat penggunaan lebar pita frekuensi (*bandwidth*) karena adanya teknik kompresi terhadap sinyal. Disinilah letak manfaat teknologi digital yang amat berarti berkaitan dengan teknologi informasi, sehingga konvergensi teknologi informasi, telekomunikasi dan penyiaran dapat terwujud[1].

Berdasarkan kemampuan teknologi digital dalam menghemat penggunaan *bandwidth* inilah pemerintah telah berinisiatif melakukan proses migrasi sistem TV analog ke sistem TV digital secara keseluruhan dan berkesinambungan. Tentunya dalam proses migrasi ini perlu diadakan sebuah perancangan mengenai distribusi frekuensi yang memenuhi kebutuhan pita frekuensi oleh TV digital yang akan diaplikasikan dan oleh TV analog yang akan tergantikan, selama proses transisi. Dan juga perlu dilakukan kalkulasi distribusi frekuensi tersebut agar tidak

muncul interupsi layanan akibat faktor interferensi, antara TV analog *existing* dengan TV digital yang baru dan antara TV digital itu sendiri, yang menyertai proses migrasi itu sendiri.

1.2 TUJUAN

Penulisan skripsi ini bertujuan mengkaji secara teknis perancangan pendistribusian kanal frekuensi di 14 wilayah layanan TV digital yang terletak di provinsi DKI Jakarta, Banten dan Jawa Barat sehingga dalam implementasinya dan proses migrasi dari sistem TV analog ke TV digital, *interruptable service* dapat dihindari

1.3 BATASAN MASALAH

1. Skripsi ini akan mengkaji sistem standar yang akan digunakan pada perencanaan migrasi TV analog ke TV digital di Indonesia
2. Sistem TV yang dimaksud diatas yaitu dari sistem TV analog PAL-G dengan lebar pita 8 MHz yang bekerja di frekuensi UHF ke sistem TV digital DVB-T dengan lebar pita 8 MHz. Standar penyiaran televisi digital di Indonesia bersifat *fixed* dan *free to air*.
3. Masalah yang dikaji hanya memperhatikan tinjauan teknis mengenai potensi terjadinya interferensi antar TV digital dan antara TV analog dengan TV digital selama proses migrasi berlangsung
4. Kajian dalam skripsi ini tidak akan menjadikan hal-hal non-teknis seperti distribusi *content* wilayah layanan, kebijakan penyelenggara di TV digital serta regulasi pemerintah daerah yang mengatur TV digital sebagai prioritas masalah

1.4 SISTEMATIKA PENULISAN

Skripsi ini terdiri atas lima bab dimana sistematika penulisan yang diterapkan dalam skripsi ini menggunakan urutan sebagai berikut :

- a. Bab I Pendahuluan

Bab Pendahuluan membahas latar belakang, batasan masalah dan metodologi penelitian yang menjadi dasar penyusunan skripsi ini.

- b. Bab II DVB-T Sebagai Standar Transisi Sistem Penyiaran Televisi Analog ke Televisi Digital Terrestrial

Bab dua mendeskripsikan standar TV analog yang digunakan di dunia dan di Indonesia secara umum, pilihan standar TV digital terrestrial yang menjadi standar internasional dan sistem yang dipilih untuk diimplementasikan di Indonesia yakni DVB-T dan penjelasan mengenai konsep teknologi DVB-T dari aspek teknisnya dan aplikasinya.

- c. Bab III Parameter Teknis Dan Perancangan Jaringan Transmisi DVB-T.

Bab tiga memaparkan varian DVB-T yang digunakan di Indonesia dan variabel yang mempengaruhi perancangan alokasi kanal untuk DVB-T di pita UHF.

- d. Bab IV Analisis Perancangan Distribusi Frekuensi DVB-T

Bab empat menjelaskan proses perancangan distribusi kanal yang dilanjutkan dengan evaluasi hasil perancangan tersebut terhadap potensi interferensi antar pemancar DVB-T.

- e. Bab IV Kesimpulan

Kesimpulan memuat rangkuman hasil perancangan, saran dan kekurangan yang muncul dalam selama proses.

1.5 METODOLOGI PENELITIAN

Penulisan skripsi ini didasarkan pada penelitian yang telah melalui langkah-langkah berikut :

1. Mengkaji referensi standar TV analog dan digital yang digunakan secara umum di dunia dan Indonesia. Referensi ini akan mengacu kepada kebijakan Direktorat Jenderal Pos dan Telekomunikasi yang berpayung dibawah Kementerian Komunikasi dan Informatika dan juga mengacu kepada rekomendasi *International Telecommunication Union (ITU)*.
2. Mengumpulkan data-data pemancar TV analog yang *existing* meliputi lokasi wilayah, wilayah layanan dan kondisi pemancar sebelum migrasi dilaksanakan

3. Menentukan pembagian wilayah layanan TV digital sesuai regulasi yang berlaku dan mengkalkulasikan kontur dari masing-masing wilayah layanan
4. Menganalisis distribusi frekuensi (pembagian kanal) di tiap wilayah layanan dengan memperhatikan potensi interferensi memakai bantuan perangkat lunak CHIRplus_BC 4.4.2 untuk memodelkan propagasi gelombang dari pemancar TV digital dan TV analog, dimana selanjutnya akan dianalisis apakah ada potensi interferensi diantara pemancar-pemancar yang saling berdekatan, baik analog maupun digital.

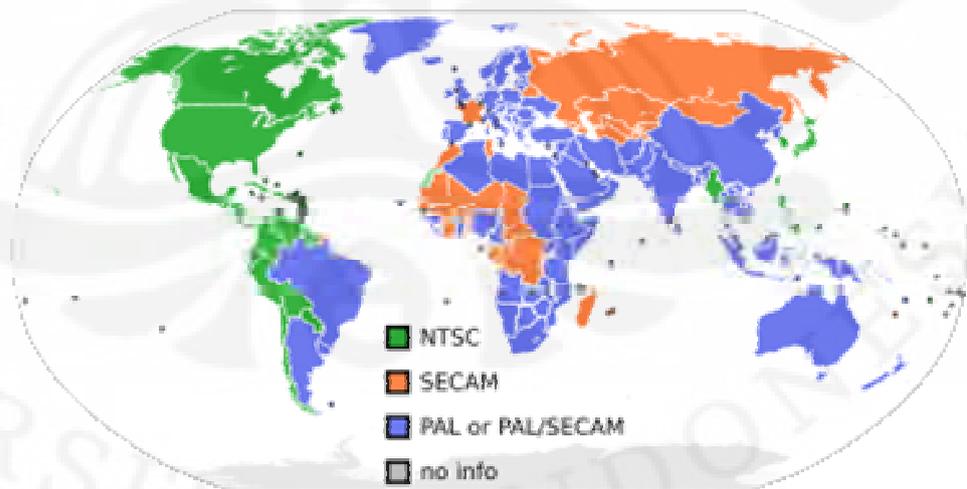
BAB II

DVB-T SEBAGAI STANDAR TRANSISI SISTEM PENYIARAN TELEVISI ANALOG KE TELEVISI DIGITAL TERRESTRIAL

2.1 KONVERSI TELEVISI ANALOG KE TELEVISI DIGITAL

Sebelum kemunculan TV Digital, terdapat tiga standar utama TV analog yang digunakan secara luas di dunia. Standar pertama adalah NTSC (*National Television Standards Committee*) yang dikembangkan oleh Amerika Serikat. Standar kedua adalah PAL (*Phase Alternate Lines*) yang merupakan modifikasi dari NTSC di sisi *subcarrier phase*-nya yang dibalik pada tiap garis kedua. Teknik ini paling banyak diadopsi oleh negara berbasis 50 Hz. Selain PAL, terdapat pula standar lain yang bekerja di frekuensi 50 Hz yang dibuat di Prancis yang disebut SECAM (*Sequential Couleur Avec Memoire*). Indonesia sendiri menggunakan sistem PAL varian B/G.

Distribusi pemakaian sistem TV analog berdasarkan *colour encoding*-nya dapat ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar.2.1 Penyebaran standar *colour encoding* TV Analog di seluruh dunia

Sumber : <http://en.wikipedia.org/wiki/PAL>

Model penyiaran analog ini telah berlangsung puluhan tahun dan masih berlangsung hingga saat ini termasuk di Indonesia. Namun hasil dari konvergensi teknologi informasi dan teknologi penyiaran telah menghasilkan teknik-teknik baru yang membawa teknologi penyiaran ke arah penyiaran digital yang salah satu karakteristiknya adalah penggunaan *bandwidth* yang lebih efektif.

Pada saat yang bersamaan kebutuhan akan kanal frekuensi sebagai sebuah sumber daya yang amat terbatas telah menanjak sedemikian rupa semenjak *booming* telekomunikasi selular dan munculnya televisi-televisi lokal di Indonesia, sedangkan penggunaan kanal frekuensi sendiri digunakan secara bersamaan untuk memfasilitasi begitu banyak kebutuhan. Konsep pembagian kanal untuk pemakaian bersama ini, saat ini sudah tidak mampu mencukupi permintaan dari industri dan masyarakat, ditambah lagi regulasi dan birokrasi yang mengatur pembagian kanal frekuensi yang tumpang tindih, sehingga mulai terjadi ketidakberesan disana-sini mulai dari saling rebut kanal frekuensi hingga pembangunan infrastruktur penyiaran yang menyalahi aturan

Permasalahan penyiaran analog secara umum dapat diringkas sebagai berikut [1]:

- Banyaknya jumlah radio siaran FM dan TV siaran analog *existing* maupun permintaan izin baru
- Pemberian izin frekuensi penyiaran yang berlebihan akibat euforia otonomi daerah dan tumpang tindih kewenangan Pemerintah Pusat (Depkominfo), KPI/KPI-D dan Pemerintah Daerah (Dinas Perhubungan), ditandai dengan beroperasinya sejumlah TV siaran analog dan radio siaran AM/FM yang tidak mengikuti *master plan* frekuensi
- Penggunaan infrastruktur penyiaran yang amat tidak efisien (menara, pemancar, antenna, frekuensi, dsb). Regulasi penyiaran bersifat *vertically integrated* sehingga setiap lembaga penyiaran diwajibkan membangun infrastruktur masing-masing, padahal di negara lain cenderung ke arah berbagi infrastruktur.

Migrasi sistem dari model analog ke digital dianggap sebagai jalan keluar yang paling ideal untuk mengatasi masalah terbatasnya kanal frekuensi ini. Secara

umum, teknologi televisi digital memiliki karakteristik khusus yang memberinya kelebihan dibanding televisi analog berupa [1]:

- (1) Untuk penyiaran televisi, teknologi digital memberikan peningkatan efisiensi berlipat-lipat, biasanya 4 kali lebih banyak, namun bisa mencapai 18 kali lipat, dibandingkan penggunaan frekuensi dengan penyiaran analog.
- (2) Dibutuhkan daya RF yang lebih rendah untuk mencakup seluruh *coverage* besar wilayah yang sama dan juga memungkinkan untuk dibangun jaringan penyiaran terestrial isofrekuensi atau *Single Frequency Network (SFN)*
- (3) Kualitas gambar yang lebih baik disertai performa *mobile* dan *portable reception* yang lebih baik
- (4) Dimungkinkannya transmisi data dan layanan lainnya seperti *Multimedia Home Platform (MHP)* sebuah *multimedia platform* untuk pengguna lokal.
- (5) Migrasi ke teknologi digital ibarat merencanakan kembali *master plan* distribusi frekuensi diatas kertas kosong, karena belum ada satupun lembaga penyiaran yang bermain di teknologi ini. Perancangan pembagian kanal tentunya akan lebih mudah dilakukan dari titik nol.
- (6) Dapat diwujudkan konvergensi teknologi penyiaran, telekomunikasi, dan IT (terutama di band UHF). Dengan digitalisasi frekuensi penyiaran, terdapat pita-pita yang dapat dihemat (*spectrum dividend*) sehingga dapat dimanfaatkan untuk kepentingan lain. Sebagai contoh di AS, frekuensi 700 MHz dilelang untuk BWA.
- (7) Koordinasi frekuensi perbatasan seperti di daerah Batam dan sekitarnya dengan Singapura dan Johor-Malaysia, memerlukan distribusi kanal yang adil. Solusi terbaik adalah dengan cepat bermigrasi dari analog ke digital dimana Singapura dan Malaysia sudah memulai lebih awal dibanding Indonesia

Melalui peralihan ke sistem digital yang diikuti oleh dengan layanan yang terintegrasi dan terkonvergensi akan membawa perubahan trend penyiaran dan industri yang menyertainya yang ditandai dengan karakteristik sebagai berikut [1]:

- o Penggunaan spektrum frekuensi yang lebih efisien;
- o Dunia usaha yang makin kompetitif berikut prospek dan peluang baru dari nilai ekonomi dalam penyelenggaraan TV dan telekomunikasi

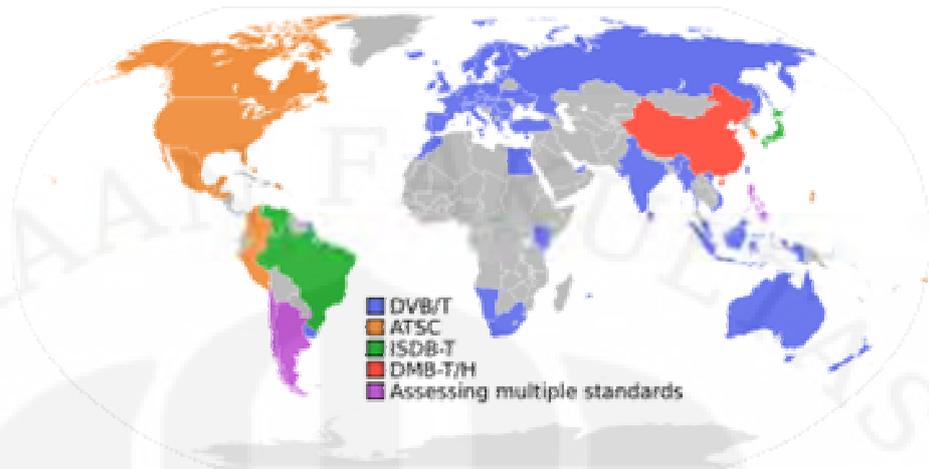
- Program siaran dengan sistem multiprogram (*multichannel programming*) dan layanan interaktif
- Perkembangan dan inovasi yang cepat dalam pemanfaatan dan distribusi muatan acara siaran
- Peningkatan layanan TV berlangganan dan *pay per view* diikuti kecenderungan menurunnya akses langsung terhadap layanan TV terestrial yang *free to air*
- Tidak ada lagi perbedaan yang jelas antara sistem layanan di bidang penyiaran, telekomunikasi, dan layanan informasi lainnya, misalnya melalui internet dan telepon genggam.

2.2 STANDAR TELEVISI DIGITAL TERESTRIAL DI INDONESIA

Secara umum, TV Digital dapat diklasifikasikan berdasarkan media yang digunakan untuk mendistribusikan datanya diantaranya satelit, terestrial dan kabel. Namun sebagai standar migrasi TV analog yang dipakai adalah TV Digital Terestrial (*Digital Terrestrial TV* atau DTTV).

Salah satu karakteristik utama yang membedakan DTTV dengan DTV lainnya adalah transmisi yang menggunakan frekuensi radio (RF) melalui udara, mirip dengan televisi analog, hanya saja DDTV menggunakan *multiplex transmitter* yang menghasilkan banyak kanal dalam satu *frequency range* seperti UHF dan VHF.

Secara umum, ada 3 standar utama DDTV yang digunakan diseluruh dunia yakni DVB-T, ISDB-T dan ATSC. Namun adapula negara yang mengembangkan sendiri standarnya seperti Cina yang menciptakan standar DMB-T. Secara umum, penyebaran penggunaan standar televisi digital tersebut dapat dilihat dalam gambar 2.2



Gambar 2.2 Penyebaran teknologi DTTV di seluruh dunia

Sumber : http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_terrestrial_television

Dalam memilih standar untuk penyiaran digital, Indonesia mengikuti beberapa pola pemilihan yang didasarkan pada hal-hal berikut[1] :

- a. Teknologi sistem penyiaran digital terbaik didasarkan pada potensi kualitas penerimaan terbaik dan jumlah layanan penyiaran terbanyak, baik untuk SDTV, HDTV, *fix*, *portable*, dan *mobile reception*, SFN, dan lainnya.
- b. Teknologi sistem penyiaran digital yang dapat diterima dengan menggunakan pesawat penerima atau STB yang murah dan dapat diproduksi di dalam negeri.
- c. Banyaknya negara yang mengadopsi standar tertentu sehingga dengan memantau jumlah total negara di dunia yang telah atau akan menggunakan standar tertentu terutama di kawasan regional ASEAN.
- d. Pendekatan efisiensi jaringan terhadap jaringan satelit dan kabel. Artinya upaya memilih teknologi digital harus sesuai dengan teknologi digital yang digunakan pada jaringan satelit dan jaringan kabel. Apabila diperlukan, pengembangan jaringan yang menggunakan jaringan satelit dan kabel tidak memerlukan *interface*.
- g. Pelaksanaan tes lapangan untuk sistem teknologi terpilih bertujuan meyakinkan bahwa teknologi penyiaran digital yang dipilih dapat dioperasikan atau sesuai dengan geografi Indonesia. Uji coba termasuk

pengukuran rasio proteksi (*protection ratio*) untuk kanal bertetangga (*adjacent channel*) dan interferensi pada kanal yang sama (*co-channel interference*), gangguan terhadap *multipath reception* (*ghost*), jumlah program yang dapat ditransmisikan ke dalam satu kanal analog (SDTV), penggunaan HDTV, *fix reception*, *mobile*, dan *portable*.

Melihat kondisi dan prasyarat diatas, DVB-T merupakan kandidat terbaik dalam untuk dijadikan standar televisi digital terestrial di Indonesia. Beberapa faktor utama rekomendasi diatas adalah banyaknya negara yang memakai sistem TV analog PAL-G beralih ke DVB-T, termasuk negara-negara ASEAN seperti Singapura dan Malaysia. ATSC memang unggul dalam kualitas HDTV-nya dan ISDB-T unggul dalam fitur dengan efisiensi transmisi hirarkinya, namun DVB-T merupakan paket kompromi antara kedua sistem tersebut yang memberi fitur content yang menarik dengan *overall performance* termasuk konfigurasi yang variatif dan kemampuan meng-*handle noise* dan distorsi yang prima. Selain itu, dari sisi infrastrukturnya, *availability* produsen *transmitter* dan *receiver* DVB-T hingga saat ini lebih banyak dibanding kedua sistem lainnya

2.3 FITUR STANDAR TRANSMISI DVB-T

Tiap standar DTT dirancang untuk alasan yang spesifik. Di Amerika Serikat penekanannya pada HDTV. Di Eropa penekanannya pada penggunaan satu kanal DTT untuk multiple program. Di Jepang penekanannya pada pengembangan standar yang cocok untuk pasar Jepang yang menginginkan satu standar untuk radio dan televisi, *mobile* dan *fixed*[2]. Di Indonesia sendiri fokus penggunaan teknologi DVB-T yang berasal dari Eropa akan berbeda menyesuaikan dengan kebutuhan lokal. Selanjutnya akan dibahas fitur-fitur yang ditawarkan DVB-T dilihat dari performa transmisi dan aplikasinya

2.3.1 Fitur Performa Transmisi

Fitur performa transmisi dipengaruhi oleh jenis gangguan yang umum hadir saat transmisi sinyal, konfigurasi sistem, jenis penerimaan dan parameter transmisi yang digunakan.

2.3.1.1 Impulse Noise

Peralatan rumah tangga seperti lampu TL, *hair dryer* dan *vacum cleaner* menghasilkan *impulse noise*. *Impulse noise* biasanya terjadi pada pita VHF dan pita bawah UHF. Sistem DVB-T menggunakan kode koreksi *error Reed Solomon* (204,188,8) dan *interleaver* yang mampu memberikan imunitas terhadap *impulse noise*.

2.3.1.2 Multipath Distortion

COFDM dengan konfigurasi yang sesuai akan memberikan ketahanan terhadap *multipath distortion*. Namun konfigurasi yang salah justru akan mengurangi *usable data rate*. Parameter *guard interval*, skema modulasi dan *forward error correction* (FEC) bisa diatur sehingga pesawat penerima DVB-T bisa beroperasi pada kondisi penerimaan yang berubah-ubah. *Guard interval* yang dipakai pada OFDM bisa diatur untuk bertahan dari *long pre-echo* yang muncul pada konfigurasi *single frequency network* (SFN). DVB-T juga mampu bertahan baik terhadap *wideband selective fading* yang disebabkan kenaikan pada *close-in echo* akibat bangunan atau konstruksi besar yang berada dekat antena penerima

2.3.1.3 Penerimaan Indoor dan Portable

Penerimaan *indoor*, seperti antena dalam dan *portable* TV, biasanya mengalami gangguan akibat *multipath distortion* yang kuat akibat pantulan dari dinding dan dari bangunan di sekelilingnya. Bahkan pergerakan orang ataupun hewan mampu mempengaruhi sinyal yang diterima. DVB-T memberikan fitur perlindungan atas. Untuk standar di Indonesia yang dijadikan standar penerimaan adalah penerimaan *fixed outdoor*. Yang dimaksud penerimaan *fixed outdoor* adalah antena penerima yang berada diluar bangunan berdiri sekitar 5 meter diatas tanah.

2.3.1.4 Penerimaan Mobile

DVB-T awalnya dirancang untuk penerimaan *fixed* maupun *portable*, namun fleksibilitasnya memungkinkan juga untuk layanan *mobile*. Mode 2k dari DVB-T terbukti lebih kuat menghadapi efek Doppler sehingga bisa digunakan hingga kecepatan melebihi 500 km/jam, bergantung pada aplikasinya. Yang harus diperhatikan adalah peningkatan *ruggedness* pada sinyal menyebabkan turunnya *usable bitrate*, yang akan berdampak pada berkurangnya jumlah layanan yang dapat dibawa.

Time interleaver juga mempengaruhi performa DVB-T. Tes lapangan menunjukkan bahwa meningkatkan daya transmisi akan berakibat kurangnya *time interleaving* yang akan menghasilkan layanan *mobile* yang lebih memuaskan.

2.3.1.5 Hierarchical Modulation

Hierarchical modulation atau disebut juga *hierarchical transmission* memungkinkan siaran dengan menggunakan beberapa skema operasi untuk aplikasi yang berbeda, masing-masing dengan parameter tertentu untuk masing-masing skema pada sinyal transmisi yang sama. *Hierarchical modulation* merupakan kompromi dari mode operasi dan tidak akan memberikan hasil penerimaan yang sama dibandingkan dengan mode tunggal untuk beberapa jenis aplikasi tertentu.

Hierarchical modulation pada DVB-T terdiri atas dua mode untuk pesawat penerima *fixed* dan *mobile* untuk HDTV dan SDTV. Tidak seperti standar ISDB-T, pada DVB-T pemakaian *hierarchical modulation* merupakan pilihan yang berarti tidak harus digunakan.

2.3.1.6 Single Frequency Networks

DVB-T memakai COFDM yang cocok untuk operasi dengan konfigurasi SFN. Mode 8k pada DVB-T dapat digunakan untuk SFN sinkron skala besar misalnya untuk satu negara atau satu area regional, dimana *cluster* dari pesawat pengirim mendapat masukan dari sumber yang sama digunakan untuk men-*cover* seluruh area layanan. Implementasi dari SFN skala besar dilain hal memiliki

kesulitan saat transisi dari sistem analog ke digital., dimana bisa terjadi interferensi dengan TV analog yang masih *existing*, sehingga diperlukan kanal khusus untuk pemindahan TV analog.

2.3.1.7 *Gap-fillers dan On-Frequency Repeaters*

Sistem DVB-T memungkinkan penggunaan *on-channel repeater* (OFR) untuk memperbaiki *coverage* dari pinggiran tiap area layanan dan penggunaan *gap-filler* untuk mengisi daerah yang tidak terjangkau pemancar utama. OFR didesain untuk menerima *off-air* signal yang ditransmisikan pemancar utama, lalu memperkuat sinyal tersebut dan kemudian meretransmisikannya pada frekuensi yang sama. Daya transmisi maksimum dari OFR dibatasi oleh jumlah isolasi yang bisa diraih antara antena penerima langsung dengan antena transmit. Keterbatasan ini bisa disiasati dengan *me-regenerate* sinyal DTT pada *repeater* dengan menerapkan demodulasi, *decoding* dan remodulasi pada sinyal *off-air* yang diterima.

2.3.2 Aplikasi dan Ketersediaan Layanan

Banyak aplikasi yang tidak dapat diwujudkan dengan menggunakan sistem transmisi analog, bisa dihadirkan melalui DVB-T. Beberapa dari aplikasi yang potensial di Indonesia akan dibahas pada subbab berikut ini :

2.3.2.1 *Mobile TV dan Portable TV*

Mobile TV memungkinkan transmisi program tayangan TV yang jernih ke bus, taksi dan kereta yang akan memiliki pengaruh pada industri pariwisata dan periklanan. Berkat teknik modulasinya, DVB-T bisa *men-support* layanan ini. *Portable TV* juga dimungkinkan dengan menggunakan DVB-T dimana hasil tampilannya lebih bebas dari efek *noise* dan *ghost*.

2.3.2.2 *Kapabilitas High Definition Television (HDTV)*

Riset menunjukkan bahwa paling tidak data rate sebesar 18 Mbit/s diperlukan untuk menghasilkan kualitas HDTV yang baik. DVB-T dengan konfigurasi parameter transmisi yang tepat (misalnya dengan varian C2G) mampu

menyediakan layanan ini. Kekurangannya adalah pengguna diharuskan menggunakan televisi layar lebar (*wide screen*) agar *compatible* dengan transmisi HDTV

2.3.2.3 *Standard Definition Television (SDTV)*

Banyaknya layanan yang ditransmisikan dalam satu kanal 8 Mhz tunggal dikenal dengan sebutan *multiplex*. DVB-T bisa dikonfigurasi untuk mengakomodasi *multiple program* dalam satu *multiplex*. Jumlah program tersebut selain bergantung pada jenis penerimaan juga bergantung pada besarnya *content* yang ditransmisikan. Ini dikarenakan kompresi MPEG-2 memerlukan *bit rate* yang lebih tinggi untuk mentransmisikan gambar yang bergerak cepat. Sebagai contoh kasus program olahraga akan memerlukan *data rate* yang lebih besar dibandingkan program berita.

2.3.2.4 *Layanan interaktif*

Prinsip dari TV analog adalah konten siaran terjadwal didistribusikan melalui jaringan siaran ke penerima. Penerima harus mengikuti jadwal siaran untuk dapat menikmati siaran tersebut. Sehingga TV analog biasa disebut sebagai industri hiburan satu arah (pasif). DVB-T tak hanya melakukan distribusi *content*, namun juga memungkinkan layanan multimedia interaktif melalui media TV. Contoh aplikasi yang telah dikembangkan adalah internet melalui DTT, *program on-demand*, *short e-mail messaging*, *gameshow* interaktif dan layanan teleteks interaktif.

2.3.2.5 *Conditional Access*

Conditional access merupakan proses tersedianya untuk pengguna jika suatu spesifikasi syarat telah terpenuhi seperti identifikasi, autentifikasi, otorisasi, registrasi, pembayaran, atau kombinasinya. Tujuannya agar selain untuk mencegah *user* yang tidak berkepentingan untuk menikmati layanan yang disediakan, juga agar konten penyiaran yang telah dienkrpsi hanya dapat didekripsi oleh perangkat yang sudah ditentukan. *Conditional access* memberikan pilihan bagi *broadcaster* untuk memperoleh pendapatan tambahan dengan

menyediakan layanan *pay TV* ke *end-user*. Model berlangganan lewat *conditional acces* juga memungkinkan *public broadcaster* untuk memiliki kendali atas koleksi lisensinya. *Set top box* dari DVB-T bisa mengakomodasi berbagai jenis sistem *conditional access*.

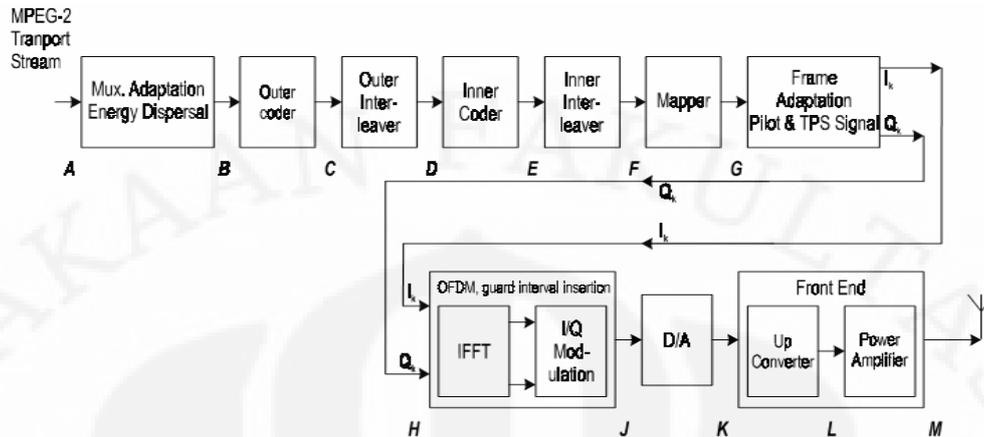
2.4 PRINSIP FUNDAMENTAL DVB-T

Sebagaimana sistem penyiaran lainnya, proses pemancaran dan penerimaan DVB-T dilakukan bertahap melalui skema-skema tertentu. Berikut akan dijelaskan mengenai konsep pemancaran dan penerima DVB-T beserta parameter teknis yang mempengaruhi kondisi sinyal selama transmisi

2.4.1 Sistem Transmisi dan Prinsip Pemancaran DVB-T

Sistem DVB-T mentransmisikan sinyal TV yang dikodekan dengan MPEG-2 secara *terrestrial*. Teknik kompresi MPEG-2 menyerupai wadah data untuk *audio* dan *video source coding*, *system information*, dan *multiplexing*. Berdasarkan prinsip tersebut maka transmisi informasi digital dapat dilakukan secara fleksibel tanpa perlu memberikan batasan jenis informasi apa yang tersimpan. Pemilihan MPEG-2 untuk sistem *coding* dan kompresi dilakukan karena terbukti bahwa MPEG-2 mampu memberikan kualitas yang baik sesuai dengan sumber daya yang tersedia. Dari sudut pandang komersial, pengadopsian MPEG-2 sangat menguntungkan karena memungkinkan DVB untuk berkonsentrasi pada upayanya dalam menemukan cara untuk mengemas paket data MPEG-2 melalui media transmisi yang berbeda-beda termasuk satelit, kabel maupun terestrial

Proses yang berlangsung dalam pemancar DVB-T secara umum dapat dibagi menjadi tiga : proses *interleaving* yang berguna untuk koreksi data di *receiver*, proses modulasi OFDM yakni proses menempatkan informasi ke *carrier* dengan model modulasi tertentu, dan proses konversi sinyal digital ke analog beserta penguatan sebelum pemancaran. Gambar 2.3 menunjukkan blok fungsional *transmitter* DVB-T tanpa menggunakan *hiearchical transmission*. Untuk proses modulasi dan *interleaving* akan lebih dijelaskan pada subbab berikutnya.



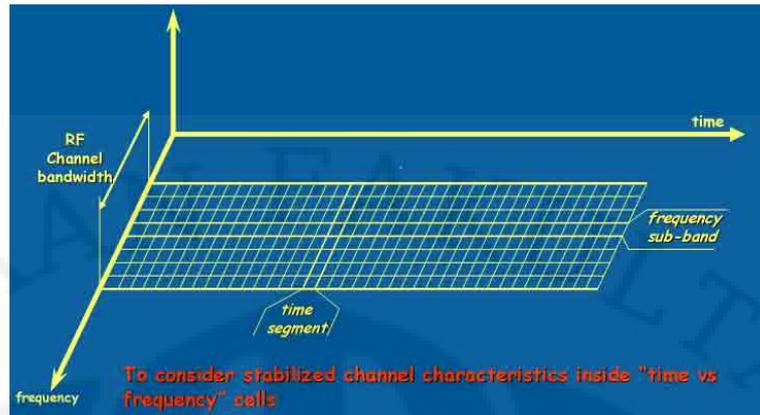
Gambar 2.3 Blok fungsional *transmitter* DVB-T[3]

2.4.2 Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing

COFDM merupakan metode modulasi *multicarrier* yang sangat tahan terhadap penerimaan *multipath* dan sangat berguna untuk kanal-kanal dengan distorsi linier. Prinsip dasar COFDM berasal dari observasi atas cacat yang muncul saat dilakukan propagasi pada kanal terestrial. Untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan dua mekanisme. Pertama dengan menyebarkan data yang akan ditransmisikan ke ribuan dimana data tersebut dibagi untuk masing-masing *carrier* melalui proses *time division demultiplexing* ke sejumlah besar *frequency subband*, disebut juga sel atau simbol OFDM, yang jaraknya saling berdekatan. Kemudian agar pada sisi *receiver* data yang hilang selama propagasi terestrial dapat dikonstruksi ulang, *data flow* di-*encoding* sebelum ditransmisikan. Disinilah istilah *Coded* dan *Frequency Division Multiplex* berasal.

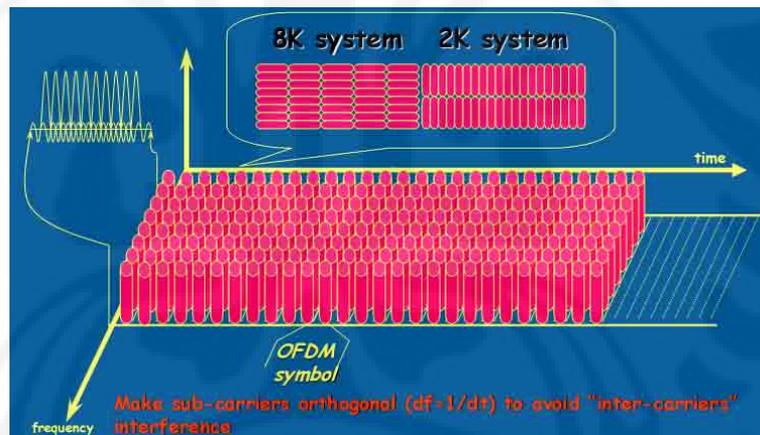
Secara sederhana, proses penempatan data melalui modulasi COFDM dapat dijelaskan secara singkat melalui deskripsi ilustrasi berikut [10]:

- 1) Pertama COFDM menentukan segmen waktu dan partisi frekuensi dari kanal yang telah ditentukan, sehingga akan terbentuk sel-sel waktu terhadap frekuensi pada kanal yang amat banyak. Inilah yang disebut sebagai *frequency division multiplexing*. Sel-sel ini akan membentuk sekuen simbol yang panjang dengan kata lain jika terjadi interferensi intersimbol maka hanya sebagian kecil simbol yang terkena dampaknya



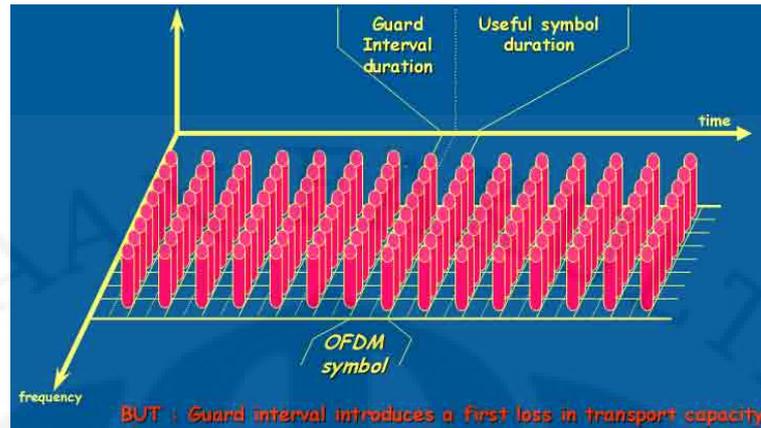
Gambar 2.4 Pembentukan simbol OFDM [8]

- 2) Pada tiap-tiap sel (atau disebut juga simbol OFDM) disebarkan *subcarrier*. *Subcarrier* dibuat ortogonal (*intercarrier spacing*-nya sama dengan kebalikan durasi simbolnya atau $df = 1/dt$) untuk menghindari interferensi *intercarrier*. Ortogonalitas berarti bahwa tiap *carrier* diposisikan sedemikian rupa sehingga muncul pada *zero energy frequency point* terhadap semua carrier lainnya



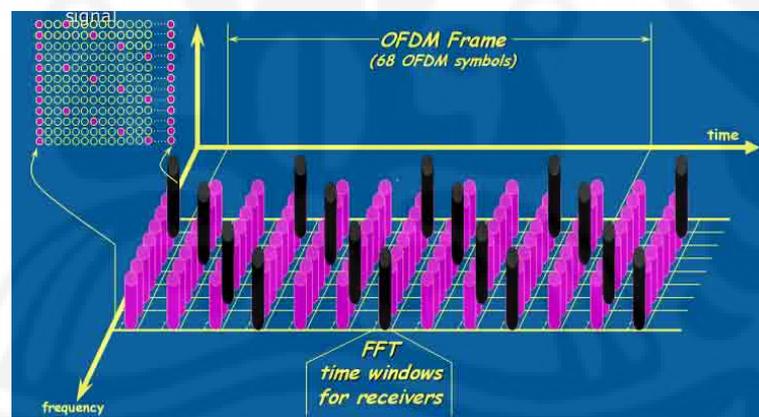
Gambar 2.5 Ortogonalisasi simbol OFDM[8]

- 3) Untuk menghindari interferensi antarsymbol antara akhir sebuah simbol dengan awal sebuah simbol, disisipkan *guard interval* antar masing-masing simbol. Selama durasi *guard interval receiver* akan mengabaikan sinyal yang masuk. Disisi lain *guard interval* yang terlalu panjang akan mengurangi kapasitas transmisi



Gambar 2.6 Penyisipan *guard interval*[8]

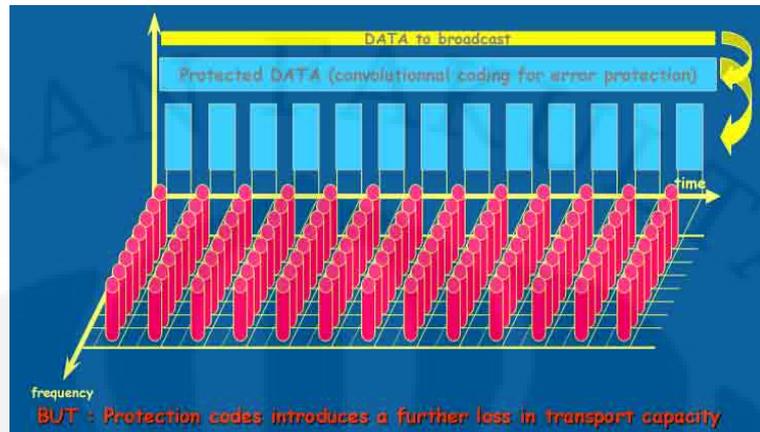
- 4) Untuk dapat mendemodulasikan sinyal secara tepat, *receiver* harus membuat sampel sinyal selama *useful symbol duration* dari masing-masing simbol OFDM. Konsekuensinya, waktu *sampling* harus seketika akurat dilakukan saat simbol OFDM muncul. Disinilah sistem DVB-T menyisipkan *synchronization pilot subcarrier* secara teratur pada kanal sebagai penanda waktu sinkronisasi. Penanda sinkronisasi ini dibuat dengan *Fast Fourier Transform* (FFT)



Gambar 2.7 Penempatan *synchronization pilot subcarrier* [8]

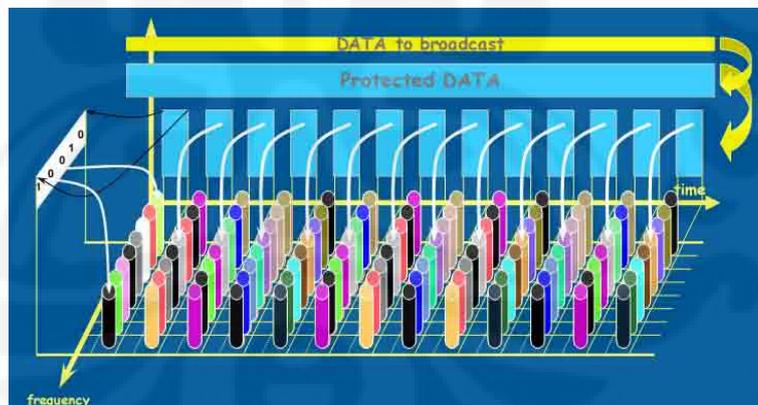
- 5) Penyebaran data ke sejumlah besar *subcarrier* akan memunculkan efek *selective carrier fading*. Ini akan menyebabkan beberapa bit dari data akan mengalami *error*. Karenanya data yang akan dibawa oleh simbol OFDM diberi proteksi kode proteksi kanal yakni *Veterbi convolutional encoding*, atau yang biasa disebut *code rate*, untuk mengoreksi informasi yang mengalami *error*. Pemberian *code rate* disisi lain akan mengurangi kapasitas

transmisi. Tahap ini adalah yang membedakan antara OFDM dengan COFDM



Gambar 2.8 Pemberian *code-rate* pada data transmisi[8]

- 6) Karena *frequency fading* muncul pada *frequency subband* yang saling berdekatan (*adjacent*), maka data bit yang saling berdekatan disebar ke pada *subcarrier* yang saling berjauhan pada tiap simbol OFDM. Menyebarkan data bit ke *subcarrier*. Proses ini dikenal juga sebagai *frequency interleaving*. Proses pemetaan data ke tiap simbol OFDM berarti memodulasikan tiap *subcarrier* yang juga dapat digambarkan dengan diagram konstelasi.



Gambar 2.9 *Frequency interleaving* pada COFDM[8]

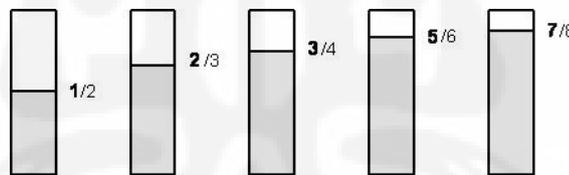
2.4.3 Parameter Kanal Transmisi Pada Varian Sistem DVB-T

Parameter kanal transmisi DVB-T dapat diubah-ubah untuk menentukan kapasitas data dan *coverage* yang diinginkan. Parameter yang dimaksud akan lebih lanjut dijelaskan dalam subbab berikut

2.4.3.1 Inner Coding (Code rate)

Inner coding merupakan salah satu parameter yang esensial dalam perancangan jaringan DVB-T. Untuk sistem DVB-T digunakan *coding* adalah *Rate Compatible Punctured Convolutional* (RCPC). *Convolutional code* memiliki ciri masukan bit informasi akan menghasilkan keluaran sejumlah *input* dengan tambahan satu bit sebagai bit proteksi. Misalnya dengan meng-*input* satu bit, akan didapat *output* dua bit atau disebut *code rate* sebesar $1/2$. *Code rate* bisa didefinisikan sebagai perbandingan bit informasi dengan total bit. *Code rate* mengindikasikan *redundancy* yang muncul pada *data stream* selama proses transmisi.

Pada sistem DVB-T, ada lima pilihan *code rate*, yaitu (dari *code rate* tertinggi hingga terendah) $1/2$, $2/3$, $3/4$, $5/6$, dan $7/8$. Makin rendah *code rate*-nya maka makin tinggi data rate-nya, namun konsekuensinya *error protection* akan berkurang. Lingkungan transmisi terestrial yang cenderung berubah-ubah mengharuskan *error protection* yang cukup baik, sehingga kebanyakan negara pengguna DVB-T, termasuk Indonesia, menggunakan *code rate* $2/3$ yang memberikan *trade off* terbaik.

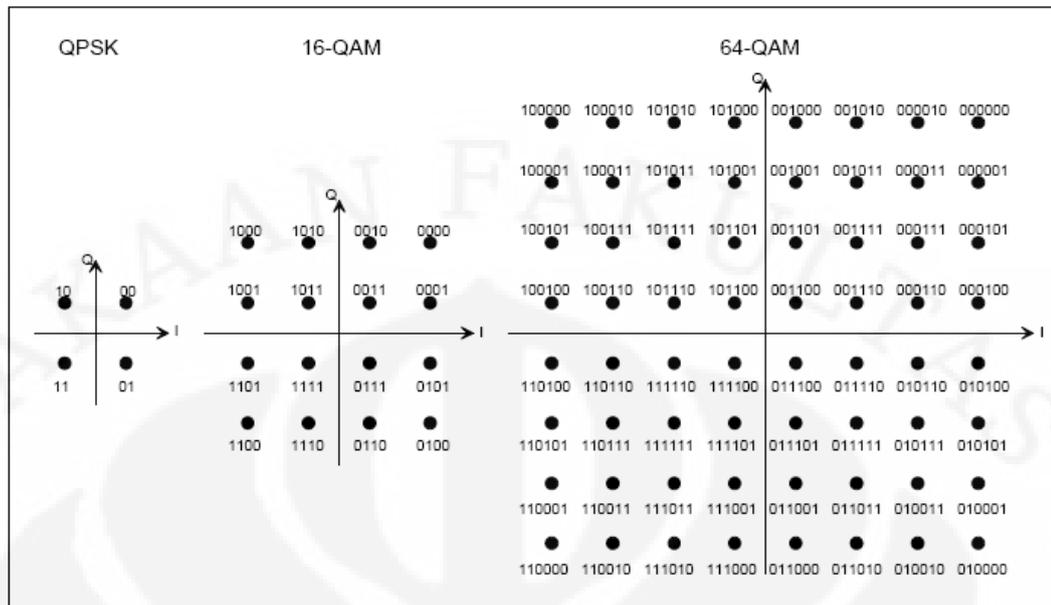


Gambar 2.10 Perbandingan *code rate*[4]

2.4.3.2 Skema Modulasi Carrier

Tiga metode yang saat ini umum digunakan adalah : QPSK, 16-QAM dan 64QAM. QPSK akan memetakan 2 bit per simbol ke *carrier*, 16-QAM memetakan 4 bit, dan 64-QAM memetakan 6 bit. Metode modulasi dengan orde yang lebih tinggi memiliki data rate lebih tinggi namun lebih rentan terhadap interferensi karena pemisahan antara *permissible state* pada *phase space* lebih kecil. Konsekuensinya radius cakupan pemancaran lebih kecil

Proses pemetaan dari modulasi dapat direpresentasikan melalui pembentukan konstelasi pada *phase space plane* dengan *Gray Mapping* (diagram konstelasi) seperti yang diperlihatkan melalui ilustrasi berikut.



Gambar 2.11 Konstelasi modulasi QPSK, 16-QAM, dan 64-QAM[4]

Dari diagram konstelasi di atas terlihat bahwa tiap *constellation point* hanya berbeda satu bit, yang berarti bahwa jika terjadi kesalahan dekode *constellation point*, nilainya akan dekat dengan nilai *point* yang benar. Spesifikasi parameter dari masing-masing modulasi tersebut dapat dilihat pada berikut :

Tabel 2.1 Perbandingan spesifikasi parameter modulasi QPSK, 16-QAM, dan 64-QAM[5]

Modulation Parameters	Modulation Type		
	QPSK	16-QAM	64-QAM
Bit per symbol	2	4	6
Bit per carrier component	1	2	3
Amplitude values	1	3	9
Phase values	4	12	52
Spectral efficiency (bit/s)/Hz	2	4	6
Minimum C/N (dB) for BER=10 ⁻⁶ dB	13.7	20.5	27

2.4.3.3 Mode Carrier

Pada spesifikasi DVB-T dengan COFDM, terdapat dua mode *carrier* yang dapat digunakan dengan jumlah *carrier* yang berbeda, yakni mode 2k dan mode 8k. Spesifikasi parameter dari kedua mode tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Komparasi spesifikasi parameter mode 2k dan 8k[5]

Charateristics	Mode 2k	Mode 8k
Number of carriers	1705	6817
Duration time per symbol T_u (μs)	224	896
Range (μs)	7 -56	28 - 224
Separation of carrier ($1/T_u$)	4.464 Hz	1.116 Hz
Intercarrier spacing	Wider	Narrower
Network and reception	small network, mobile and portable reception	large area network, fixed reception, restricted mobile reception
Distance of SFN Transmitters	small	large
mobile reception	yes, intended	restricted
MPN	yes, intended	yes
SFN	small network	yes

Dari tabel diatas dapat dilihat jumlah *carrier* untuk 8k adalah 6817 dan untuk 2k adalah 1705. Dalam implementasinya beberapa dari *carrier* ini digunakan untuk *signalling* sehingga jumlah *carrier* yang tersedia untuk transmisi data adalah 6048 untuk 8k dan 1512 untuk 2k[4].

Secara umum penggunaan kedua mode ini memiliki keunggulan masing-masing. Berikut perbandingannya :

Tabel 2.3 Perbandingan performa *carrier mode* 2k dan 8k [3]

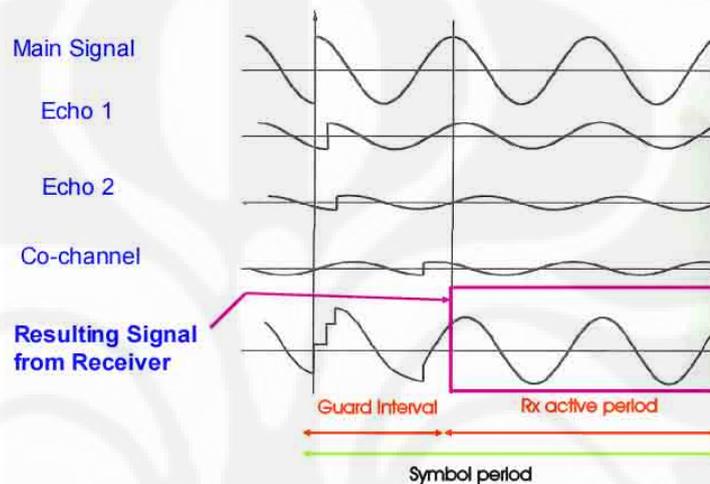
Kondisi	Mode Bekerja Optimal
Proteksi terhadap pergerakan (<i>Doppler</i>)	Lebih baik mode 2k : karena memiliki <i>intercarrier spacing</i> yang lebih lebar yang memberi <i>Doppler Shift</i> yang lebih besar sebelum data ditransmisikan. Karenanya mode 2k baik untuk <i>mobile reception</i>
Proteksi terhadap <i>echo</i>	Lebih baik mode 8k : karena dengan lebih banyak <i>guard interval</i> yang disisipkan antara <i>stream packet</i> , <i>total guard interval</i> akan lebih panjang, memberi perlindungan dari <i>echo</i>
Pemakaian SFN	Lebih baik 8k : karena pada mode 2k panjang <i>guard interval</i> nya hanya 1/4 dari mode 8k, sehingga tidak SFN tidak optimal jika melibatkan banyak waktu tunda
Biaya Implementasi	Lebih baik 2k : peralatan mode 8k lebih kompleks. Namun mode 8k dapat digunakan untuk <i>decoding</i> sinyal 2k dan tidak sebaliknya

2.4.3.4 Guard interval

Saat *carrier-carrier* dimodulasi OFDM, periode waktunya akan terbagi menjadi *active symbol period* dan *guard interval period*. *Guard interval* didefinisikan sebagai periode waktu di dalam keseluruhan *symbol period* dimana tidak ada data baru yang dimodulasikan ke *carrier* atau dengan kata lain

memperpanjang durasi dari tiap simbol yang ditransmisikan untuk memastikan jarak aman untuk *subsequent symbol*

Dengan adanya *guard interval*, maka memungkinkan untuk penerimaan pada lingkungan *multipath*, dimana sinyal yang mengalami *time delay* ditambahkan untuk membentuk sinyal penerimaan yang utuh. Selama periode *guard interval*, sinyal yang mengalami *time delay* tersebut akan diterima dan ditambahkan ke sinyal utama tanpa menyebabkan interferensi.



Gambar 2.12 Efek pemakaian *guard interval* pada penerimaan sinyal[8]

Rasio *guard interval* terhadap total interval pada DVB-T adalah 1/4, 1/8, 1/16 atau 1/32. Makin besar *guard interval*-nya maka lebih sedikit interferensi yang disebabkan *multipath* propagation dan memperlemah *inherent interference* (*self-interference*) yang amat berpengaruh saat menggunakan beberapa transmisi sekaligus untuk SFN. Namun jumlah *useful bit* yang dapat ditransmisikan akan lebih sedikit. Jarak antarpemancar juga akan dipengaruhi oleh *guard interval*.

Penurunan *guard interval* dan *total symbol duration* dapat diturunkan melalui tabel 2.4.

Tabel 2.4 Penurunan besaran durasi simbol dan *guard interval* pada mode 2k dan 8k [4]

Mode	8k mode				2k mode			
Duration of useful symbol part T_U	8 192*T (T is the elementary time period, and is the inverse of the system clock rate 64/7 MHz) 896 ms				2 048*T 224 ms			
Duration of guard Interval Δ	2,048*T 224 μ s	1,024*T 112 μ s	512*T 56 μ s	256*T 28 μ s	512*T 56 μ s	256*T 28 μ s	128*T 14 μ s	64*T 7 μ s
Guard interval Δ/T_U	1/4	1/8	1/16	1/32	1/4	1/8	1/16	1/32
Total symbol duration $T_S = \Delta + T_U$	10,240*T 1,120 μ s	9,216*T 1,008 μ s	8,704*T 952 μ s	8,448*T 924 μ s	2,560*T 280 μ s	2,304*T 252 μ s	2,176*T 238 μ s	2,112*T 231 μ s

Berdasarkan nilai-nilai parameter teknis yang dapat digunakan dalam standar DVB-T, ITU telah membuat suatu daftar varian DVB-T berdasarkan nilai-nilai tersebut yang ditunjukkan dalam tabel berikut :

Tabel 2.5 Varian sistem DVB-T beserta nilai *net bit rate*

System Varian Designator	Modulation	Code Rate	Net Bit Rate (Mbit/s) For different Guard Interval (GI)			
			GI = 1/4 [E]	GI = 1/8 [F]	GI = 1/16 [G]	GI = 1/32 [H]
8 MHz Variants						
A1	QPSK	1/2	4.98	5.53	5.85	6.03
A2	QPSK	2/3	6.64	7.37	7.81	8.04
A3	QPSK	3/4	7.46	8.29	8.78	9.05
A5	QPSK	5/6	8.29	9.22	9.76	10.05
A7	QPSK	7/8	8.71	9.68	10.25	10.56
B1	16-QAM	1/2	9.95	11.06	11.71	12.06
B2	16-QAM	2/3	13.27	14.75	15.61	16.09
B3	16-QAM	3/4	14.93	16.59	17.56	18.10
B5	16-QAM	5/6	16.59	18.43	19.52	20.11
B7	16-QAM	7/8	17.42	19.35	20.49	21.11
C1	64-QAM	1/2	14.93	16.59	17.56	18.10
C2	64-QAM	2/3	19.91	22.12	23.42	24.13
C3	64-QAM	3/4	22.39	24.88	26.35	27.14
C5	64-QAM	5/6	24.88	27.65	29.27	30.16
C7	64-QAM	7/8	26.13	29.03	30.74	31.67
7 MHz Variants						
D1	QPSK	1/2	4.35	4.84	5.12	5.28
D2	QPSK	2/3	5.81	6.45	6.83	7.04
D3	QPSK	3/4	6.53	7.26	7.68	7.92
D5	QPSK	5/6	7.26	8.06	8.54	8.80
D7	QPSK	7/8	7.62	8.47	8.97	9.24
E1	16-QAM	1/2	8.71	9.68	10.25	10.56
E2	16-QAM	2/3	11.61	12.90	13.66	14.08
E3	16-QAM	3/4	13.06	14.52	15.37	15.83
E5	16-QAM	5/6	14.52	16.13	17.08	17.59
E7	16-QAM	7/8	15.24	16.93	17.93	18.47
F1	64-QAM	1/2	13.06	14.51	15.37	15.83
F2	64-QAM	2/3	17.42	19.35	20.49	21.11
F3	64-QAM	3/4	19.60	21.77	23.05	23.75
F5	64-QAM	5/6	21.77	24.19	25.61	26.39
F7	64-QAM	7/8	22.86	25.40	26.90	27.71

Sumber : Scopus Network Technologies : A New Approach for DVB Terrestrial System

Untuk varian DVB-T yang akan digunakan di Indonesia akan dibahas pada bab berikutnya

2.4.4 Parameter Pemancar DVB-T

Parameter pemancar mempengaruhi pembentukan *coverage area*. Parameter yang diperhitungkan adalah besarnya daya pancar dan ketinggian efektif antena terhadap topografi disekitarnya

2.4.4.1 Effective Radiated Power

Effective radiated power (ERP) atau daya pancar efektif adalah besarnya daya yang dipancarkan antena pemancar ke wilayah tertentu setelah yang besarnya terhitung setelah pengaruh faktor *feeder loss* dan *antenna gain*. Besaran ERP pemancar umumnya dinyatakan dalam satuan kW.

Besaran nilai ERP tentunya menentukan jangkauan sinyal yang dipancarkan sehingga besarnya ERP harus mempertimbangkan faktor luas daerah layanan, topografi wilayah dan potensi interferensi dengan wilayah layanan sekitar

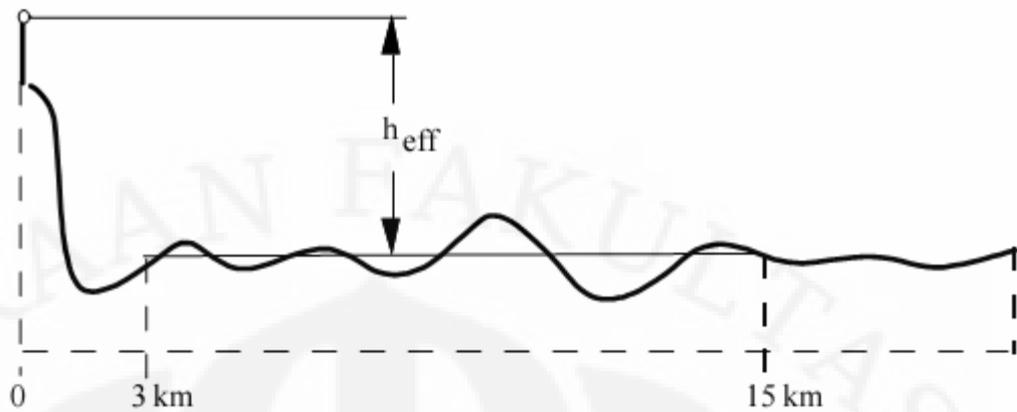
Nilai ERP diperoleh dari formula berikut [6] :

$$ERP = T_x \text{ power} - T_x \text{ feeder losses} + T_x \text{ antenna gain} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana *T_x power* adalah daya yang dipancarkan, *feeder losses* adalah daya yang hilang dalam *transmission line* untuk mencapai titik ujung antena pemancar dan *antenna gain* adalah besar penguatan sinyal oleh pemancar

2.4.4.2 Effective High Above Average Terrain

Berdasarkan Rec.ITU-R 370-5 nilai minimum dan maksimum dari tinggi efektif antena antara 37.5 hingga 1200m. Selanjutnya pada rekomendasi yang sama dijelaskan bahwa *effective high above average terrain* (H_{eff}) atau tinggi efektif antena adalah tinggi antena di atas permukaan tanah rata-rata pada jarak 1-15 km dari *start point* ke arah *end point*[7]. Gambar berikut menunjukkan parameter dalam menentukan nilai H_{eff} .



Gambar 2.13 Tinggi Efektif Antenna[7]

Tinggi pemancar adalah penjumlahan tinggi lokasi diatas permukaan laut ($h_{Tx,terrain}$) dan tinggi antenna ($h_{Tx,ant}$) dikurangi deviasi tinggi rerata permukaan tanah. ($h_{terrain}$) Persamaannya dapat ditulis sebagai berikut :

$$h_{eff,Tx} = h_{eTx,terrain} + h_{Tx,ant} - \bar{h}_{terrain} \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana:

$$\bar{h}_{terrain} = \frac{\sum_j^n h_i}{n_{actual}} \quad \text{untuk } 0 \text{ km} < d < 3 \text{ km} \dots\dots\dots(2.3)$$

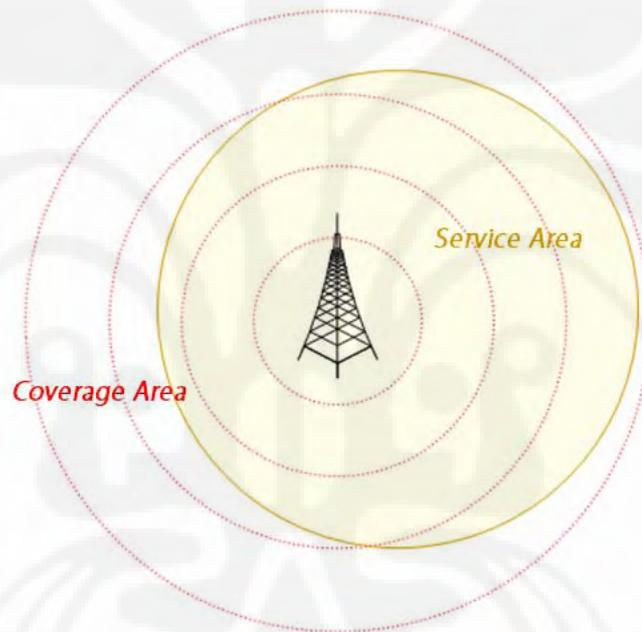
$$\bar{h}_{terrain} = \frac{\sum_j^n h_i}{n_{actual} - n_{3km} + 1} \quad \text{untuk } 3 \text{ km} < d < 15 \text{ km} \dots\dots\dots(2.4)$$

dengan :

- $h_{eff,Tx}$: Tinggi efektif antenna
- $h_{eTx,terrain}$: Tinggi permukaan tanah
- $h_{Tx,ant}$: Tinggi antenna dari permukaan tanah
- $\bar{h}_{terrain}$: Deviasi tinggi rerata permukaan tanah
- n : Jumlah sampel *terrain*

2.4.4.3 Wilayah Layanan dan Wilayah Jangkauan

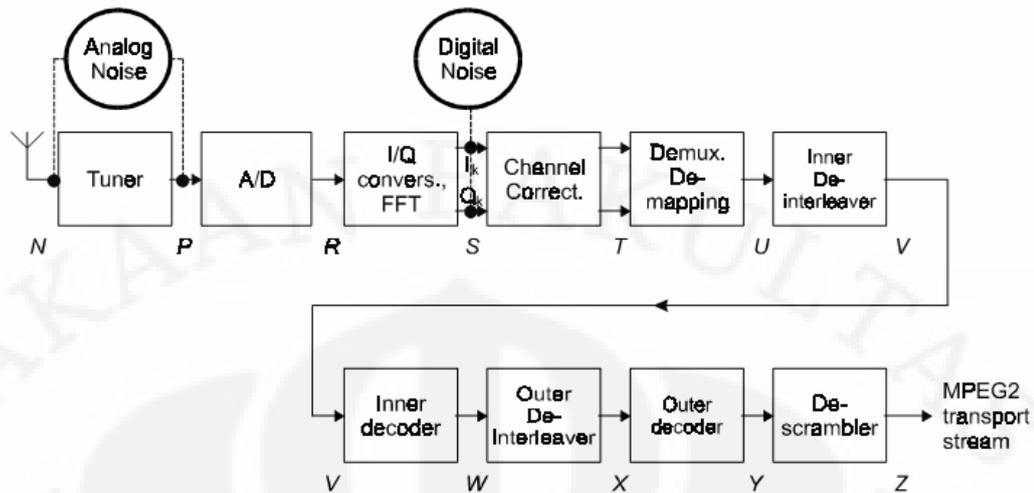
Wilayah layanan (*service area*) adalah suatu wilayah geografis yang ditetapkan oleh pejabat yang berwenang berdasarkan Undang-Undang dimana stasiun penyiaran dari suatu lembaga penyiaran mendapat lisensi atau kewenangan untuk menayangkan siarannya dan dalam area tersebut sinyal yang dikirim diterima dengan baik[6]. Sedangkan wilayah jangkauan (*coverage area*) adalah wilayah jangkauan yang dapat dijangkau oleh sebuah *transmitter* dimana wilayah tersebut sinyal masih dapat diterima dengan baik dalam keadaan tanpa pengaruh interferensi dari pemancar lainnya[6]. Ilustrasi berikut menggambarkan perbedaan antara kedua konsep wilayah ini.



Gambar 2.14 *Service area* dan *Coverage area*

2.4.5 Receiver DVB-T

Pesawat penerima untuk teknologi DTTV dibagi menjadi dua jenis : *Set-top Box* (STB) dan *Integrated Receiver Decoder* (IRD). STB merupakan alat yang yang mampu memungkinkan *decoding* sinyal digital agar bisa ditampilkan pada TV analog dengan tetap memungkinkan proses *return channel*. Sedangkan IRD merupakan set pesawat penerima digital yang lengkap dengan layar tampilan.



Gambar 2.15 Blok fungsional pesawat penerima DVB-T[3]

Secara umum blok diagram diatas menunjukkan proses umum dari receiver DVB-T. Sinyal RF yang diterima tuner dari antenna akan didemodulasi menuju *Intermediate Frequency 1* (IF1). IF1 biasanya berada pada frekuensi 36 MHz. Kemudian sinyal akan diteruskan ke *surface acoustic wave* (SAW) *bandpass filter* dimana *adjacent-channel* akan ditekan hingga tingkatan yang cukup rendah agar tidak terjadi interferensi. *Mixer* akan mengkonversi sinyal IF1 menjadi IF2. Frekuensi IF2 yang umum adalah 5 MHz. Untuk mencegah aliasing pada *A/D converter*, LP filter digunakan untuk memotong komponen frekuensi yang letaknya diatas pertengahan dari frekuensi sampling.

Pada demodulator, sinyal masuk dibuat sampel dan didemodulasi. Prosesnya sinyal yang diloloskan filter kemudian dikonversi menjadi sinyal I dan Q untuk kemudian dilakukan koreksi berdasarkan sampel FFT. Kemudian sinyal I dan Q kembali di-*demultiplex*. Selanjutnya sinyal didemodulasikan *interleaving*-nya untuk mengembalikan potongan data ke potongan utuh. Kemudian dimasukkan ke *descrambler* jika transmisi memiliki *conditional access*. Keluaran data dibuat dalam bentuk MPEG-2 *transport stream packet*. Lalu dilanjutkan ke MPEG-2 decoder dimana *transport stream* dikonversi lagi menjadi sinyal audio dan video.

BAB III

PARAMETER TEKNIS DAN PERANCANGAN

JARINGAN TRANSMISI DVB-T

DVB-T menyediakan lebih dari 120 variasi konfigurasi transmisi tanpa penggunaan transmisi hirarki dan lebih dari 1000 variasi konfigurasi dengan menggunakan transmisi hirarki. Dari begitu banyak opsi yang diberikan, varian terbaik bagi implementasi DVB-T di Indonesia ditentukan berdasarkan tinjauan teknis dan tinjauan regulasi. Selain itu setiap negara memiliki topografi dan pembagian wilayah layanan yang tentunya juga berbeda. Penentuan standar-standar ini sepatutnya harus mampu mengakomodasi pemakaian besaran transmisi yang berbeda oleh pihak *broadcaster*, mampu mengatasi resiko yang berpotensi muncul selama penyiaran dan juga mampu memberikan pertimbangan ekonomis terbaik untuk pembangunan infrastrukturnya.

3.1 SPESIFIKASI VARIAN DVB-T DI INDONESIA

Dari keseluruhan parameter teknis DVB-T yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, banyak pilihan yang dapat digunakan untuk implementasi DVB-T di Indonesia. Sebagai perbandingan, pada tabel 3.1 akan ditunjukkan kecenderungan besaran parameter DVB-T yang digunakan di negara-negara Eropa.

Konsep yang harus diingat dalam proses perancangan ini adalah model yang dibuat hanyalah sebuah skenario *coverage area* yang akan dihasilkan dengan pemakaian parameter teknis DVB-T tertentu. Hasil pemodelan yang diuji dalam proyek ini harus mampu bertahan dalam kondisi yang paling rentan (*worst-case scenario*), sehingga nilai-nilai parameter-parameter yang digunakan dalam perancangan ini adalah nilai-nilai yang memberikan kerentanan lebih kepada sistem. Diharapkan dalam implementasinya, *broadcaster* memiliki kebebasan untuk menggunakan nilai besaran parameter teknis yang berbeda dengan perancangan ini tanpa kekhawatiran bahwa *coverage area*-nya tidak akan mencakup *service area* yang harus dipenuhi

Selanjutnya akan dibahas besaran parameter yang akan digunakan dalam perancangan *service area* DVB-T yang menjadi fokus dalam penelitian ini

Tabel 3.1 Perbandingan parameter teknis pada teknologi DVB-T di beberapa negara Eropa

Country	Operational Bands	Carrier Type	Guard	FEC	Modulation	Mode	Channel Bandwidth
Australia	VHF,UHF	8k	1/16 or 1/8	3/4 or 2/3	64QAM	Both	7MHz (UHF&VHF)
Austria	UHF	8k	1/8	3/4	16QAM	SFN	8MHz
Belgium	UHF	8k	1/8	-	-	SFN	8MHz
Denmark	UHF	8k	1/4	2/3	64QAM	Both	8MHz
Finland	UHF	8k	1/8	2/3	64QAM	MFN	8MHz
France	UHF	8k	1/8	2/4 & 3/4	64QAM	MFN	8MHz
Germany	VHF,UHF	8k	1/8	2/3	16QAM	Both	8MHz(UHF), 7MHz(VHF)
Holland	UHF	8k	1/8	2/3	64QAM	MFN	8MHz
Hungary	UHF	8k	1/32	2/3	64QAM	-	8MHz
Ireland	UHF	8k	-	-	-	-	8MHz
Italy	VHF,UHF	8k	1/32	2/3(UHF), 3/4(VHF)	64QAM	MFN	8MHz(UHF), 7MHz(VHF)
Norway	UHF	8k	-	-	64QAM	Both	8MHz
Portugal	UHF	8k	1/4(trial)	2/3 (trial)	64QAM	SFN	8MHz
Singapore	UHF	8k	1/4(mobile), 1/8(fixed)	1/2(mobile), 2/3(fixed)	QPSK (mobile), 64QAM(fixed)	Both	8MHz
Spain	UHF	8k	1/4	2/3	64QAM	Both	8MHz
Sweden	UHF	8k	1/8	2/3	64QAM	Both	8MHz
Switzerland	UHF	8k	-	-	-	MFN	8MHz
Taiwan	UHF	8k	1/8	1/2 & 3/4	16QAM	Both	6MHz
UK	UHF	2k	1/32	3/4(16QAM), 2/3(64QAM)	16QAM & 2MUX 64QAM	MFN	-

Sumber : Enensys Technologies White Paper

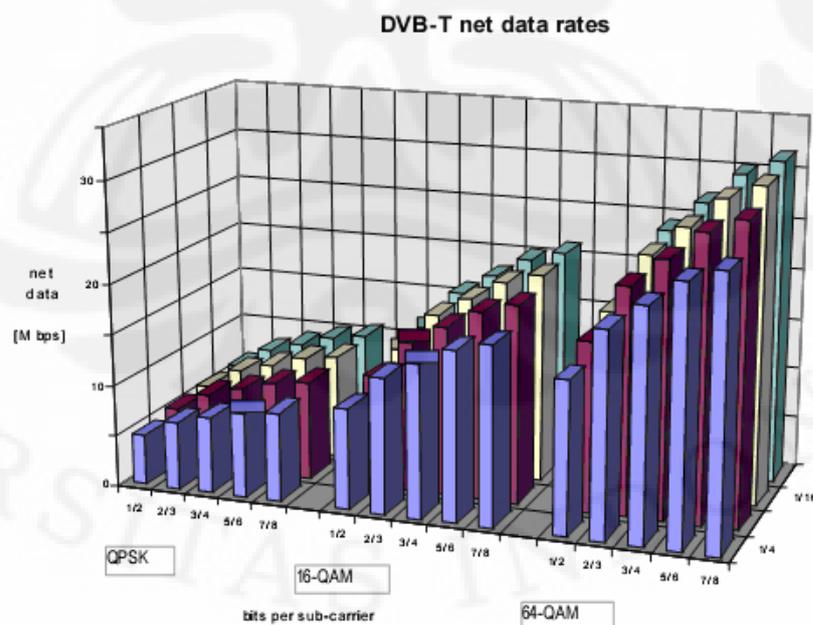
3.1.1 Carrier Mode, Guard Interval, Code Rate dan Metode Modulasi

Berdasarkan pembahasan dalam subbab sebelumnya maka ada 4 parameter utama yang harus ditentukan terlebih dahulu, yakni *carrier mode*, *guard interval*, *code rate* dan skema modulasi. Modulasi hirarki merupakan skema transmisi yang bersifat opsional sehingga tidak diperhitungkan dalam perancangan ini

Sesuai dengan konsep perancangan, transmisi dari DVB-T menggunakan 4 parameter tersebut harus mampu memberi nilai *net data rate* yang cukup tinggi namun disaat yang sama harus memberikan proteksi data yang memadai selama transmisi dengan mempertimbangkan kemampuan mencakup *coverage area* yang luas. Kebanyakan negara Eropa menggunakan besaran *guard interval* antara 1/8 hingga 1/32 dengan *code rate* 2/3 pada mode 8k yang secara prinsipil memenuhi prasyarat konsep perancangan ini dimana kombinasi besaran *guard*

interval dan *code rate* sebesar itu akan menghasilkan *data rate* dan proteksi yang seimbang, sedangkan mode 8k digunakan untuk mengakomodasi MFN dan SFN secara bersamaan. Karenanya perancangan ini menggunakan mode 8k dipakai beserta *guard interval* sebesar 1/8 dengan *code rate* 2/3.

Modulasi yang digunakan dalam perancangan ini adalah 64QAM. Modulasi 64QAM lebih *vulnerable* terhadap interferensi dibandingkan QPSK atau 16QAM. Hal ini dapat dijelaskan dengan diagram konstelasi pada gambar 2.11. Dengan asumsi energi konstelasi antara satu orde QAM dengan orde lainnya sama, maka besarnya konstelasi berarti sama. Maka QAM dengan orde yang lebih tinggi akan memiliki konstelasi dengan jarak titik-titik konstelasi yang lebih rapat dibandingkan dengan konstelasi pada orde rendah yang berakibat rentannya konstelasi orde tinggi terhadap *noise*. Dengan kata lain *Bite Error Rate* dari 64QAM lebih tinggi dibanding 16 QAM untuk tingkat penggunaan energi yang sama. Berdasarkan sifat tersebutlah dibuat asumsi jika dalam simulasi distribusi frekuensi yang dirancang masih mampu bekerja dengan baik meskipun dalam kondisi *worst-case*, maka dalam kondisi asli, rancangan tersebut juga akan mampu berjalan dengan baik. Alasan lainnya adalah kemampuan 64QAM dalam mentransmisikan lebih banyak data dimana *bitrate*-nya lebih tinggi



Gambar.3.1. Net data rate DVB-T berdasarkan modulasi, *guard interval* dan *code rate*[3]

3.1.2 Alokasi Kanal Frekuensi dan Pola *Frequency Reuse*

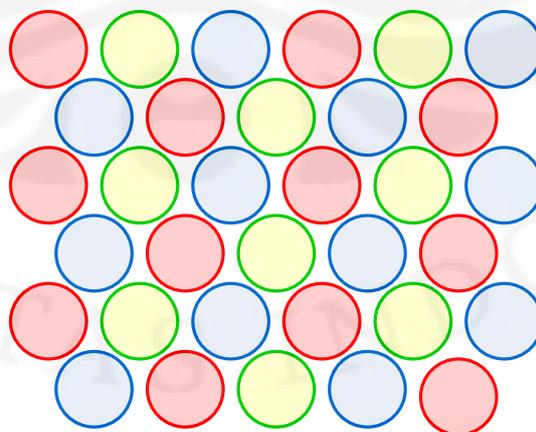
Dari pihak yang memiliki otoritas pendistribusian frekuensi di Indonesia yakni Direktorat Jenderal Pos dan Telekomunikasi, ditetapkan bahwa di tiap wilayah layanan harus disediakan enam buah kanal yang secara umum penggunaannya untuk penyiaran televisi *fixed* dan *free-to-air* dengan format HDTV ataupun SDTV.

Untuk transmisinya sendiri pola perencanaan *frequency reuse* yang terbaik sesuai dengan rekomendasi ITU-R BT 1368 adalah dengan model segitiga menggunakan tiga grup. Pola 3 grup dibandingkan dengan pola dua grup ataupun pola lebih dari tiga grup menghasilkan *trade-off* terbaik pemakaian spektrum dengan interferensi minimum.

Dengan pola *frequency reuse* dua grup, maka jarak antara dua buah pemancar dengan pola yang sama harus lebih jauh. Hal ini menguntungkan dari segi kuantitas pemancar yang lebih sedikit. Namun efek sampingnya adalah jarak yang makin jauh berarti membutuhkan *power* yang lebih tinggi. Dan dengan asumsi pola pancaran antena yang sirkular dan *omnidirectional*, maka *gap* yang terbentuk akibat tidak tercapuk pemancar akan semakin banyak

Sebaliknya dengan pola pengulangan lebih dari tiga grup, *gap* akan menjadi lebih sedikit. Namun jumlah pemancar yang dibutuhkan akan semakin banyak berakibat inefisiensi, meskipun dapat di-*trade-off* dengan daya yang lebih rendah.

Pola *frequency reuse* tiga grup bisa digambarkan melalui ilustrasi berikut :



Gambar 3.2. Pola *frequency reuse* 3 grup.

Dengan ketentuan enam kanal perwilayah dan pola pengulangan tiga yang digunakan, maka setiap wilayah akan membutuhkan 18 kanal untuk mencakup seluruh daerahnya. Dari jumlah tersebut, maka harus ditentukan kanal nomor berapa saja yang sebaiknya digunakan.

Pembagian kanal di Indonesia sendiri dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.2 Pembagian kanal frekuensi VHF dan UHF di Indonesia

Channel	Band		Channel	Band		Channel	Band	
VHF TV			UHF TV			UHF TV		
5	174	181	28	526	534	44	654	662
6	181	188	29	534	542	45	662	670
7	188	195	30	542	550	46	670	678
8	195	202	31	550	558	47	678	686
9	202	209	32	558	566	48	686	694
10	209	216	33	566	574	49	694	702
11	216	223	34	574	582	50	702	710
12	223	230	35	582	590	51	710	718
UHF TV			36	590	598	52	718	726
21	470	478	37	598	606	53	726	734
22	478	486	38	606	614	54	734	742
23	486	494	39	614	622	55	742	750
24	494	502	40	622	630	56	750	758
25	502	510	41	630	638	57	758	766
26	510	518	42	638	646	58	766	774
27	518	526	43	646	654	59	774	782
						60	782	790

Sumber : Direktorat Jenderal Pos dan Telekomunikasi

Berdasarkan rekomendasi dari ITU, ada tiga titik frekuensi sebagai patokan wilayah frekuensi yang dapat digunakan untuk DVB-T yakni 200 MHz (VHF kanal 8), 550 MHz (UHF kanal 31) dan 700 MHz (UHF kanal 49). Penggunaan frekuensi disekitar 200 MHz tidak dimungkinkan karena panjang tiap kanal hanya 7 MHz, sedangkan teknologi DVB-T yang akan diterapkan menggunakan panjang frekuensi 8 MHz.

Karenanya band-III VHF lebih berpotensi digunakan untuk teknologi *Digital Audio Broadcasting* (DAB) sebagai tujuan migrasi radio FM dan *Digital Multimedia Broadcasting* (DMB).

Penggunaan wilayah sekitar frekuensi 700 MHz juga memiliki kendala. Hal ini dikarenakan adanya hasil *World Radio Confrence* (WRC) tahun 2007 di Jenewa yang memutuskan dialokasikannya kanal 55 ke atas yang terletak di pita-V UHF untuk teknologi IMT-2000. Jika frekuensi 700 MHz tetap digunakan sebagai patokan alokasi DVB-T, maka pada saat Indonesia menerapkan teknologi IMT-2000 (ataupun teknologi selular lainnya), jarak pita DVB-T dengan IMT-2000 akan terlalu dekat yang mengharuskan penggunaan filter yang cukup tajam untuk mengatasi masalah tersebut.

Dari kedua alasan diatas terlihat bahwa pemakaian wilayah sekitar frekuensi 550 MHz merupakan jalan terbaik. Pita yang dapat digunakan adalah seluruh band IV (kanal 22-34) dan sebagian band V bagian bawah dari pita UHF (kanal 35-54). Untuk memberi jarak aman agar tidak terjadi interferensi dengan teknologi lainnya, kanal 25-42 merupakan pilihan untuk digunakan penyelenggara DVB-T

Dari seluruh pembahasan parameter DVB-T diatas maka dapat dilihat bahwa varian terbaik yang diaplikasikan di Indonesia adalah varian C2G yang besaran parameternya terangkum dalam tabel berikut :

Tabel 3.3 Spesifikasi varian DVB-T di Indonesia

Parameters	Value
Bandwidth	8 MHz
Modulation	64-QAM
Code Rate	2/3
Carrier Mode	8k
Guard Interval	1/8
Time Delay	112 ms
Distance	33.6 km
Frequency reuse	3
Channel	25-42

3.2 BESARAN PARAMETER DISTRIBUSI FREKUENSI

Yang dimaksud sebagai parameter distribusi frekuensi adalah nilai-nilai yang menentukan pembagian frekuensi pada seluruh wilayah layanan agar seluruh wilayah tersebut masing-masing mendapatkan alokasi kanal dengan tetap memperhitungkan potensi cakupan *coverage* dari masing-masing pemancar di

service area. Dua buah parameter yang menjadi penentu distribusi frekuensi adalah *Minimum Field Strength* dan *Protection ratio*. Kedua parameter tersebut akan lebih dijelaskan pada subsubbab berikut ini

3.2.1 *Minimum Field Strength*

Kuat medan minimum (*Minimum Field Strength* atau E_{\min}) didefinisikan sebagai batasan teknis penerimaan kuat medan yang masih memberikan kualitas bagus di sisi penerima. Dengan spesifikasi lebar pita (*bandwidth*) 8 MHz dan alokasi frekuensi di kanal-kanal bawah UHF, yaitu kanal 25 sampai 42, kuat medan minimum yang direkomendasikan adalah 42,6 dB μ V/m.

Penurunan besaran E_{\min} diatas menggunakan metode tegangan berdasarkan Rec. ITU-R BT.1368-3 : *Planning criteria for digital terrestrial television services in the VHF/UHF bands*. Beberapa parameter yang sebelumnya telah ditentukan adalah sebagai berikut :

k	= konstanta Boltzman	= 1.38x10 ⁻²³
T ₀	= suhu referensi	= 290 K
F	= <i>receiver noise</i>	= 7 MHz
B	= <i>noise bandwidth</i>	= 7.6 MHz
C/N	= rasio <i>carrier per noise</i>	= 18.7
R	= impedansi <i>half-wave dipole</i>	= 73 Ω
f	= frekuensi kanal	= 550 MHz
G _D	= <i>antenna gain</i> pada <i>half-wave dipole</i>	= 10 dB
L	= rugi-rugi transmisi	= 3 dB

Penurunan dari besaran E_{\min} dilakukan secara bertahap sebagai berikut :

1. *Wave Length* (λ)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{c}{f} \dots\dots\dots(3.1) \\
 &= \frac{3.10^8 \text{ m / s}}{500.10^6 \text{ Hz}} \\
 &= 0.6\text{m}
 \end{aligned}$$

2. *Thermal Noise Power* :

$$\begin{aligned}
 &= 10 \log(k.T.B) \dots\dots\dots(3.2) \\
 &= 10 \log(1.38 \times 10^{-23} \times 290K \times 7.6MHz) \\
 &= -135.169
 \end{aligned}$$

3. *Receiver Noise Input Power (P_N)* :

$$\begin{aligned}
 &= 10 \log(k.T.B) + F \dots\dots\dots(3.3) \\
 &= 10 \log(1.38 \times 10^{-23} \times 290K \times 7.6MHz) + 7dB \\
 &= -128.169dB
 \end{aligned}$$

4. *Thermal Noise Voltage (U_T)*:

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{k.T.B.R} \dots\dots\dots(3.4) \\
 &= \sqrt{1.38 \times 10^{-23} \times 290K \times 7.6MHz \times 73\Omega} \\
 &= 1.49 \times 10^6 dB
 \end{aligned}$$

5. *Receiver Noise Input Voltage (U_N)*:

$$\begin{aligned}
 &= 10 \log(k.T.B) + F + 120dB + 10 \log(R) \dots\dots\dots(3.5) \\
 &= 10 \log(1.38 \times 10^{-23} \times 290K \times 7.6MHz) + 7dB + 120dB + 10 \log(73\Omega) \\
 &= 10.4dB
 \end{aligned}$$

6. *Minimum Receiver Input Voltage (U_{min})*:

$$\begin{aligned}
 &= U_N + \frac{C}{N} \dots\dots\dots(3.6) \\
 &= 10.4dB + 18.7dB \\
 &= 29.1dB
 \end{aligned}$$

7. *Conversion Factor (K₀)*

$$\begin{aligned}
 &= 20 \log\left(\frac{2\pi}{\lambda}\right) - G_D + L \dots\dots\dots(3.7) \\
 &= 20 \log\left(\frac{2\pi}{0.6}\right) - 10dB + 3dB \\
 &= 20.5dB
 \end{aligned}$$

8. *Minimum Field Strength (E_{min})* :

$$\begin{aligned}
 &= U_{min} + K_0 \dots\dots\dots(3.8) \\
 &= 29.1dB + 13.5dB \\
 &= 42.6dB
 \end{aligned}$$

3.2.2 Protection Ratio dan Frequency Reuse

Protection ratio (PR) atau perbandingan proteksi adalah harga minimum dari perbandingan antara sinyal yang dikehendaki dengan yang tidak dikehendaki

pada input pesawat penerima, biasanya dinyatakan dalam desibel, yang ditetapkan untuk keadaan tertentu sedemikian rupa sehingga mutu penerimaan yang diisyaratkan dari sinyal yang dikehendaki masih dapat diperoleh pada output pesawat penerima. Pada skripsi ini PR merujuk pada nilai perbandingan minimum antara sinyal yang diinginkan dengan sinyal yang tidak diinginkan di suatu wilayah layanan, sehingga di lokasi tersebut dapat diperoleh penerimaan sinyal DVB-T dari suatu pemancar dengan kualitas yang baik

Nilai PR dapat dibedakan menjadi dua yakni PR untuk interferensi dari *co-channel* dan *adjacent channel*. *Co-channel* berarti dua buah wilayah layanan berbeda yang menggunakan kanal frekuensi yang sama, sedangkan *adjacent channel* adalah dua wilayah layanan yang berbeda yang menggunakan kanal frekuensi yang saling bersebelahan. Dilihat dari seberapa dekatnya kanal frekuensi yang digunakan *adjacent channel* sendiri bisa dibagi menjadi *adjacent* satu, dua dan seterusnya. Yang menjadi fokus dalam skripsi ini adalah interferensi pada *co-channel* dan *adjacent-1 channel*.

Dalam penulisan skripsi ini besarnya nilai PR suatu dituliskan dalam format [*wanted/interfere*]. Sebagai contoh nilai PR *co-channel* dari DVB/TV berarti sinyal yang diinginkan (*wanted*) adalah sinyal dari DVB sedangkan sumber interferensinya (*interfering*) adalah TV analog disekitar DVB yang diinginkan.

Dengan mengetahui varian DVB-T yang digunakan di Indonesia adalah varian C2G , maka nilai PR yang direkomendasikan adalah sebagai berikut :

Table. 3.4 Rekomendasi ITU untuk besaran *protection ratio* varian C2G

Wanted Signal	Unwanted Signal	Type Interferensi	Protection Ratio (dB)	Keterangan
DVB-T	DVB-T	Co-channel	22	Rice Channel
DVB-T	DVB-T	Adjacent	-30	Lo-Hi Adjacent
DVB-T	TV (PAL-G)	Co-channel	3	
DVB-T	TV (PAL-G)	Lower Adj	-35	
DVB-T	TV (PAL-G)	Higher Adj	-38	
TV (PAL-G)	DVB-T	Co-channel	40	Continous Interference
TV (PAL-G)	DVB-T	Adjacent	-5	Continous Interference

Total kanal yang dialokasikan untuk teknologi DVB-T di Indonesia berjumlah 18 buah yakni kanal 25-37 (pita IV UHF) dan 38-42 (pita V UHF). Kedelapan belas kanal ini dibagi lagi menjadi tiga grup sesuai dengan *frequency reuse* pola tiga yang digunakan, yakni grup A, B, dan C. Setiap wilayah layanan diberikan satu grup. Pembagian grup tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 3.5 Pembagian 18 kanal berdasarkan *frequency reuse* pola tiga

Grup	Kanal
A	25 - 28 - 31 - 34 - 37 - 40
B	26 - 29 - 32 - 35 - 38 - 41
C	29 - 30 - 33 - 36 - 39 - 42

Alasan pembentukan grup dengan selisih tiga kanal adalah untuk memberikan fleksibilitas pendistribusian kanal di setiap wilayah dengan model segitiga yang sangat kritis namun akan optimal penggunaan frekuensinya

Pada perencanaan diharapkan untuk setiap daerah layanan diwakili dengan satu grup memiliki alokasi enam kanal. Oleh karena masih adanya penggunaan frekuensi oleh TV analog *existing* maka untuk menghindari *co-channel interference* sebagai alternatif kanal pembagian saluran diperluas tidak hanya kanal 25 s/d kanal 42 tetapi dimungkinkan untuk digunakan kanal 43, 44, 45 dst untuk sementara waktu, sampai dengan seluruh kanal analog pindah ke digital dan setelah itu penggunaan kanal-kanal diatas kanal 42 dipindahkan kembali pada susunan grup kanal digital yang semula. Kanal-kanal diatas 42 akan dipergunakan untuk perencanaan layanan lainnya masa datang

Alokasi kanal ini dibagi sedemikian hingga tidak ada pihak yang terinterferensi lebih dari batas PR yang ditetapkan baik secara *co-channel* maupun *adjacent-channel*.

3.2.3 Coverage Area, Time Probability dan Location Probability

Coverage area atau area cakupan didefinisikan berdasarkan mode penerimaan dari sistem. Suatu sistem transmisi digital terrestrial seperti DVB-T memiliki karakteristik penerimaan yang fluktuatif dimana satu waktu kualitas audio dan video yang diterima sempurna, namun pada waktu yang lain tidak ada penerimaan sama sekali. Disinilah muncul parameter *location probability* dan

time probability. Untuk mendapatkan besar area cakupan maka ada tiga prosedur perhitungan yang harus dilalui

3.2.3.1 *Receiving location (lokasi penerimaan)*

Lokasi penerimaan sebagai unit terkecil yang harus dikalkulasi didefinisikan sebagai area berdimensi $0.5 \times 0.5 \text{ m}^2$. Pada mode penerimaan tetap lokasi penerimaan diasumsikan mengelilingi tempat antena *testpoint* dipasang. Lokasi penerimaan dikatakan tercapuk atau *ter-cover* bilamana nilai *carrier-to-noise* dan *carrier-to-interference*-nya tercapai 99% dari waktu. Di tingkatan inilah parameter *time probability* diatur. *Time probability* dapat didefinisikan sebagai persentase waktu tercapainya propagasi gelombang secara sempurna dari pemancar hingga lokasi penerimaan. Propagasi gelombang pada pita UHF menggunakan *Recommendation ITU-R P.370-7 : VHF and UHF Propagation Curves for the Frequency Range from 30 MHz to 1000 MHz* yang merekomendasikan penggunaan *time probability* 50%. Proses perhitungannya sendiri dapat dilihat *Recommendation ITU-R P.1546-1 : Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3000 MHz*, dan

3.2.3.2 *Small area coverage (area cakupan kecil)*

Merupakan area penerimaan yang lebih besar, biasanya sebesar $10 \times 100 \text{ m}^2$. Pada tingkatan ini persentase dari lokasi yang tercapuk dapat dihitung. Cakupan layanan diklasifikasikan “*Good/Baik*” bila 95% dari lokasi *ter-cover* dan “*Acceptable/Cukup*” bilamana 70% lokasi *ter-cover*. Di tingkatan inilah parameter *location probability* diatur. *Location probability* dapat didefinisikan sebagai persentase tercapuknya wilayah layanan tiap satuan waktu dimana gelombang berpropagasi secara sempurna dari pemancar hingga lokasi penerimaan. Yang harus diperhatikan bahwa *location probability* tidak sama dengan *receiving location percentage*. Sama seperti *time probability*, propagasi gelombang pada pita UHF menggunakan *Recommendation ITU-R P.370-7 : VHF and UHF Propagation Curves for the Frequency Range from 30 MHz to 1000 MHz* yang merekomendasikan penggunaan *location probability* 50%. Proses

perhitungannya juga menilik pada *Recommendation ITU-R P.1546-1 :Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3000 MHz.*

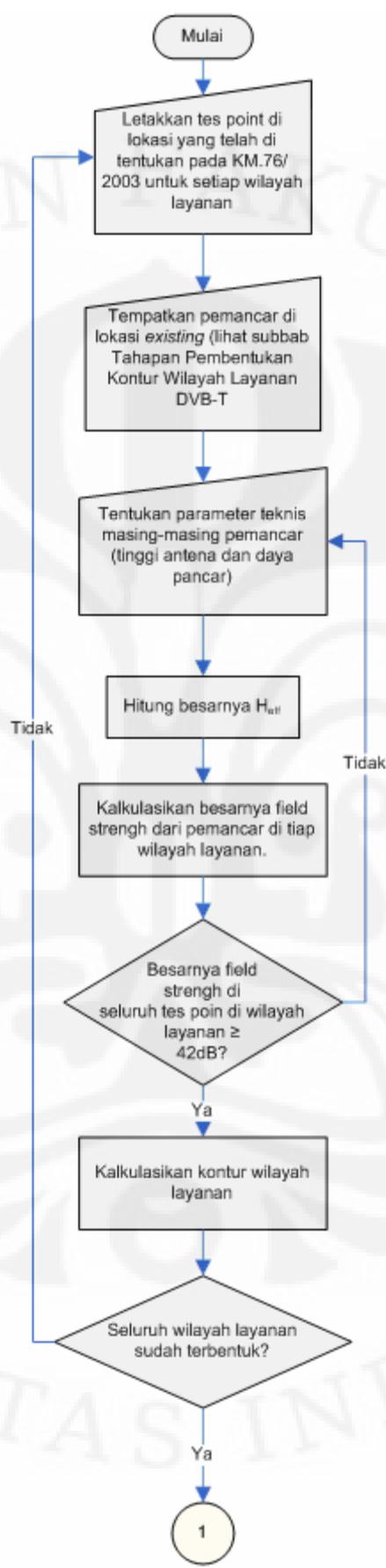
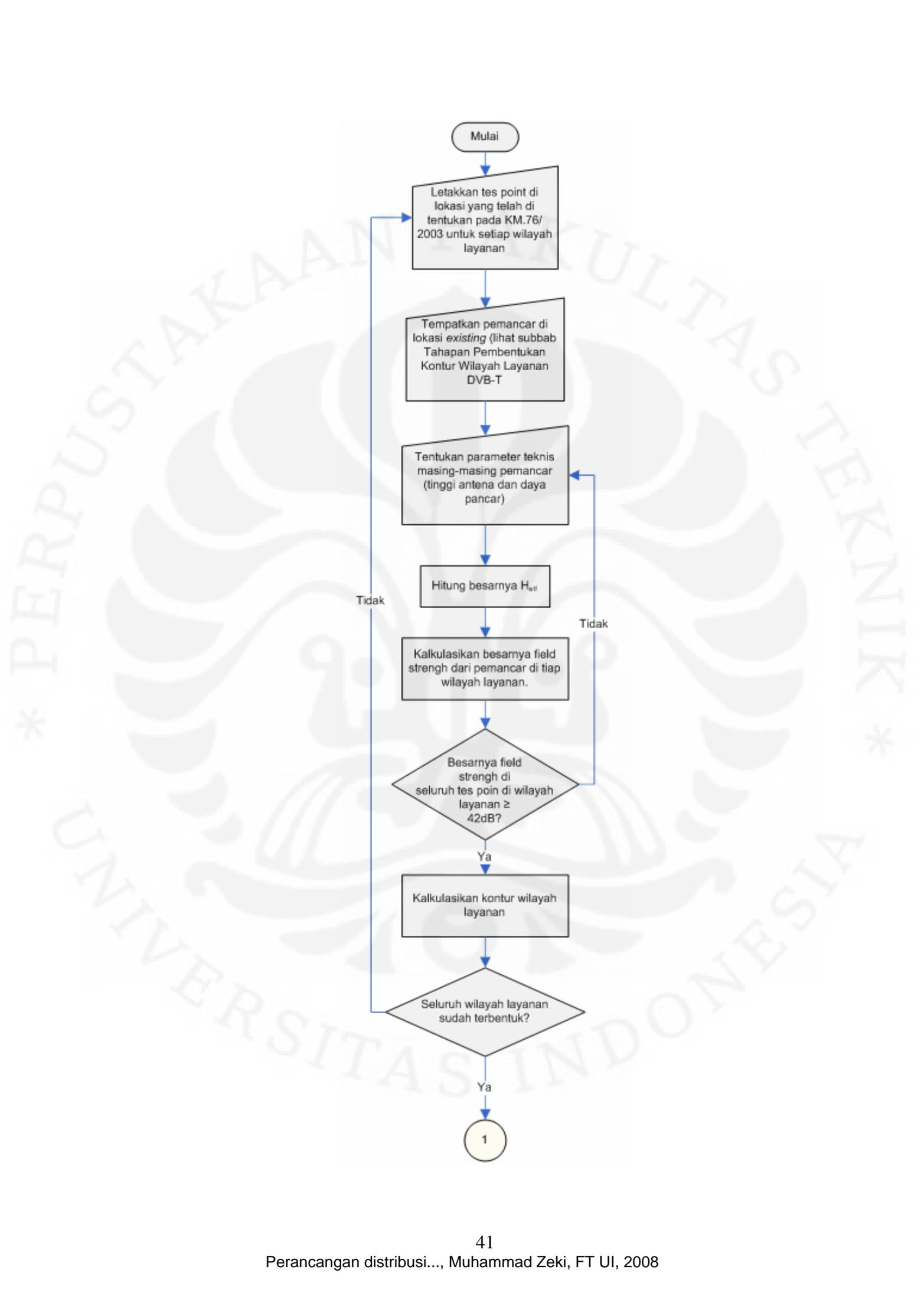
3.2.3.3 Coverage area (area cakupan)

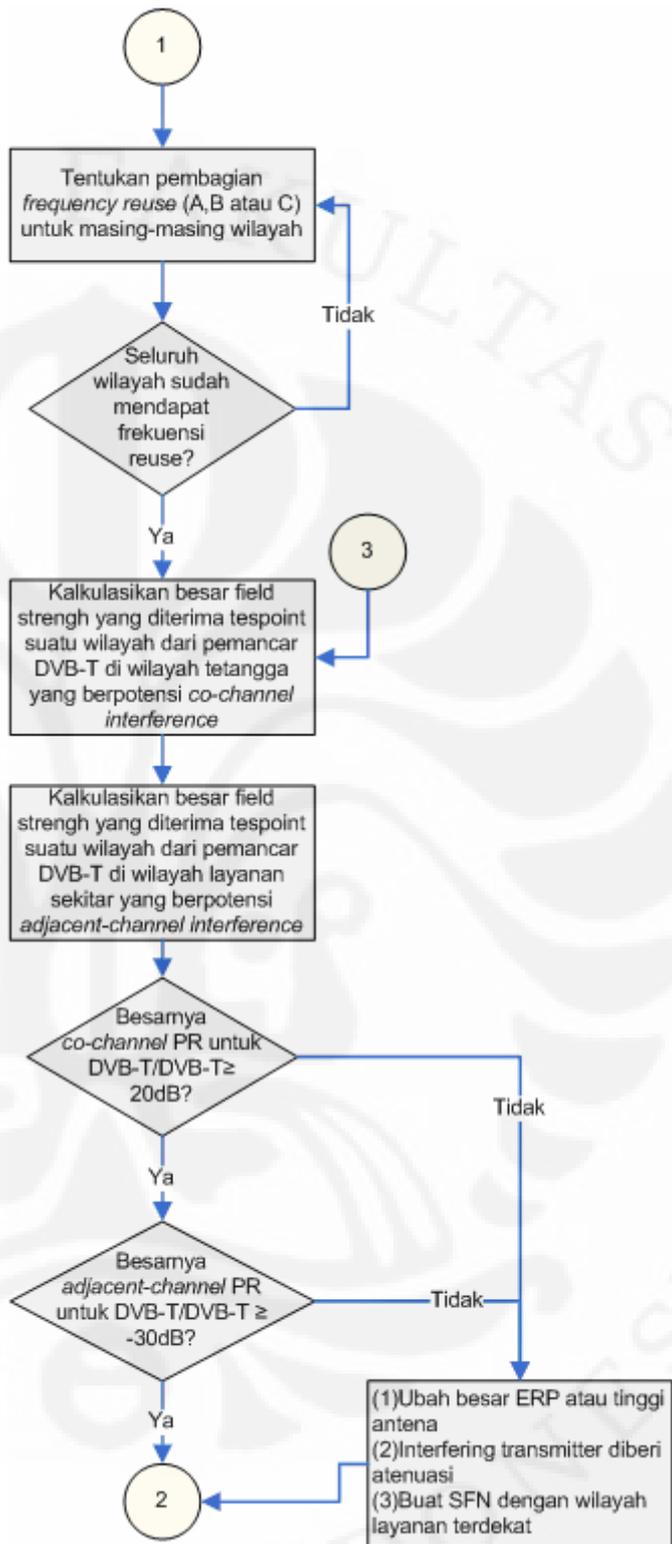
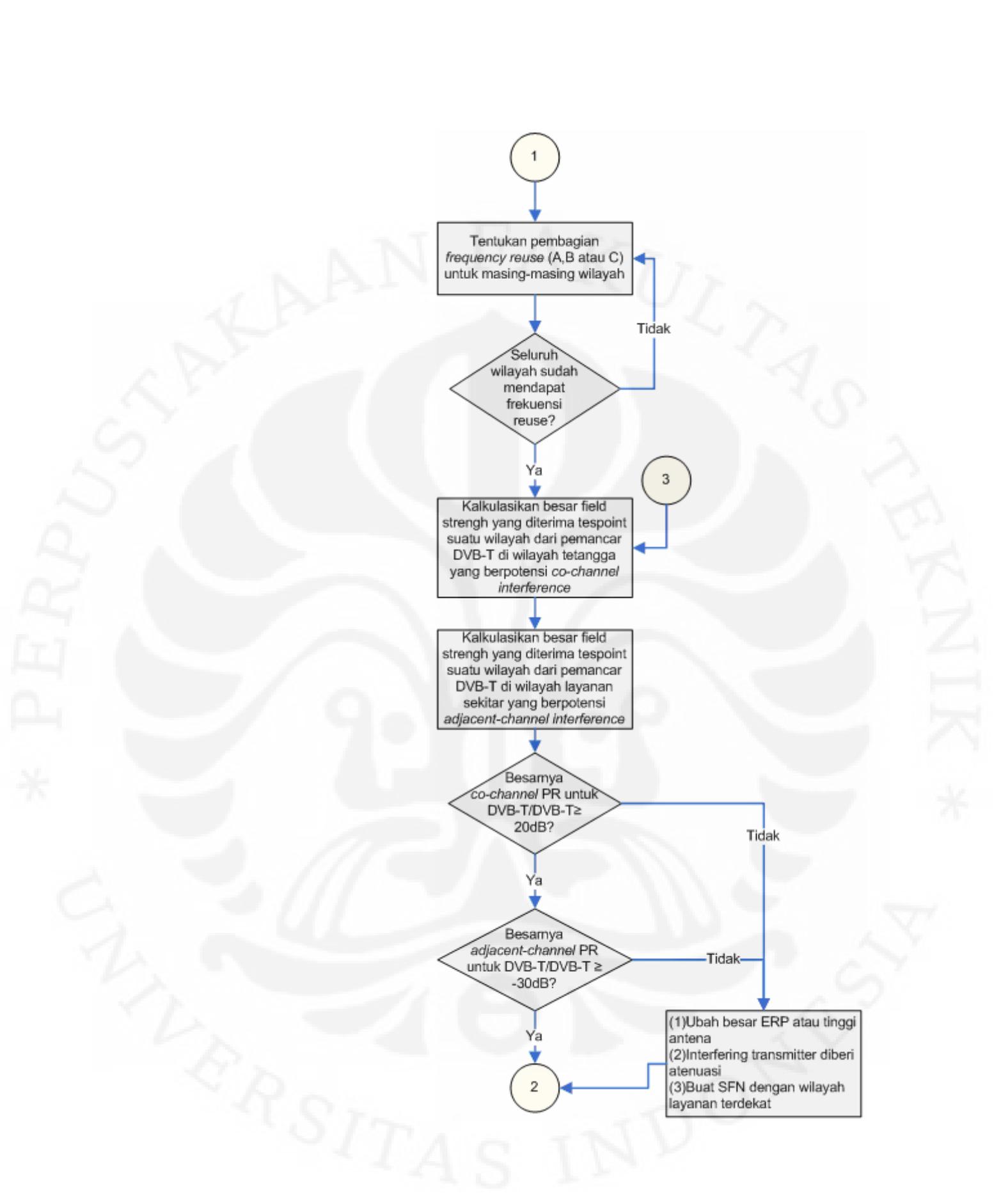
Merupakan area penerimaan yang terbesar dimana area cakupan dari sebuah pemancar atau kelompok pemancar dihitung dari penjumlahan area-area cakupan dengan masing-masing kelas cakupannya (apakah baik, cukup atau kurang). Besarnya area cakupan ditentukan oleh hasil rangkaian pengaturan parameter *time probability* dan *location probability* di tingkat yang lebih rendah.

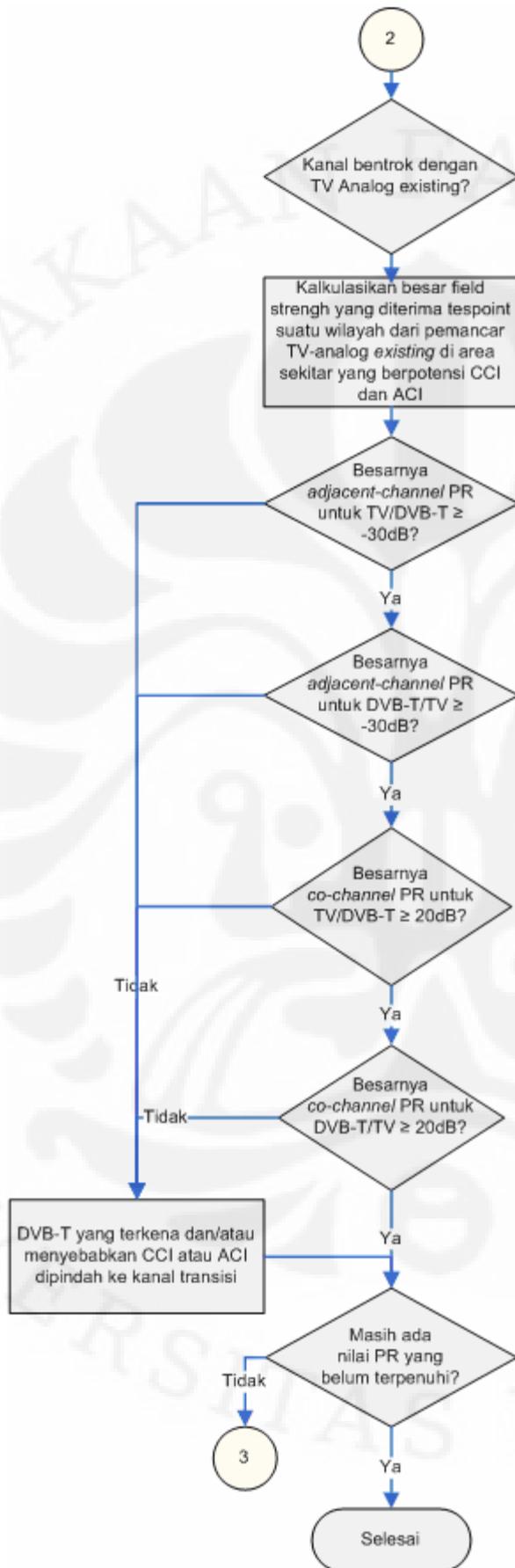
3.3 TAHAPAN PENGALOKASIAN KANAL FREKUENSI

Proses pendistribusian kanal frekuensi pada proyek skripsi ini secara umum terbagi atas tiga tahapan besar yaitu pembentukan kontur wilayah, pembagian kelompok *frequency reuse* dan evaluasi *protection ratio*. Setelah melewati ketiga tahapan tersebut, penjatahan kanal frekuensi ini bisa berlanjut kepada peletakan wilayah layanan, baik untuk siaran analog ataupun digital, dalam kanal transisi untuk mengakomodasi siaran selama proses migrasi.

Tata kerja dari ketiga tahapan diatas telah diilustrasikan dalam bagan alir berikut :



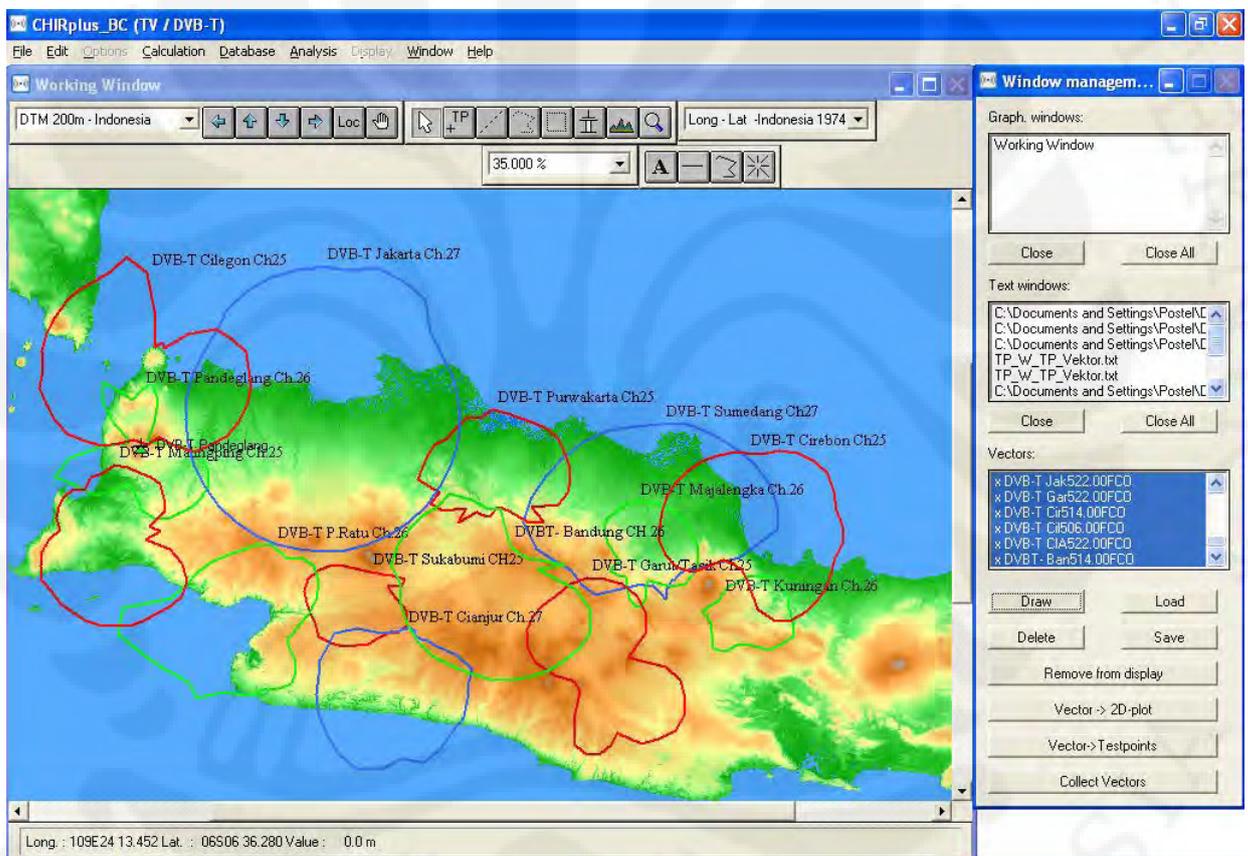




3.4 PERANGKAT LUNAK CHIRplus_BC 4.4.2

Seluruh proses kalkulasi dan *imaging*, termasuk pembentukan kontur wilayah, yang dilakukan dalam skripsi ini dilaksanakan dengan bantuan perangkat lunak CHIRplus_BC 4.4.2. *Software* yang dikembangkan oleh LS Telkom AG ini merupakan *software* yang direkomendasikan oleh ITU untuk perancangan dan *modeling* sistem pengiriman dan penerimaan sinyal, *fixed* maupun *mobile*, untuk berbagai mode sistem diantaranya FM, T-DAB dan DVB-T.

Secara umum tampilan fitur dari CHIRplus_BC 4.4.2 dapat ditunjukkan melalui gambar berikut :



Gambar.3.3 Tampilan layar utama CHIRplus_BC 4.4.2

3.5 PEMBENTUKAN KONTUR WILAYAH LAYANAN DVB-T

Pembentukan kontur merupakan langkah awal dari inti perancangan. Dengan menetapkan kontur wilayah layanan secara keseluruhan bisa dirancang sebuah pola pembagian kanal yang terintegrasi sehingga utilisasi pita frekuensi menjadi efisien

3.5.1 Tatacara Penempatan Pemancar DVB-T dan *Testpoint* Untuk Tiap Wilayah Layanan

Proses penempatan pemancar DVB-T dan *testpoint* untuk setiap wilayah layanan mengacu langkah-langkah berikut ini[11] :

1. Seluruh wilayah layanan DVB-T yang akan dibentuk didasarkan pada KM.76 Tahun 2003
2. Penempatan *testpoint* untuk wilayah layanan yang akan dibentuk sesuai dengan yang tertera di KM.76 Tahun 2003.
3. Pemancar DVB-T diletakkan pada lokasi pemancar *existing* di setiap wilayah layanan.
4. Bila tidak ditemukan data pemancar *existing* di sebuah wilayah layanan, maka pemancar baru akan diletakkan dengan urutan prioritas sebagai berikut:
Prioritas 1 : Ditempatkan di tengah kota sesuai nama wilayah layanannya
Prioritas 2 : Ditempatkan di tengah kota lain yang masih di dalam cakupan wilayah layanan yang sama
Prioritas 3 : Penempatan *testpoint* sesuai prioritas 1 dan 2 harus selalu dekat dengan akses jalan
5. Dengan pertimbangan parameter teknis pemancar *existing* (tinggi menara dan daya pancar), maka ditentukan pula parameter teknis lainnya (misalnya pola radiasi antena horisontal maupun vertikal) yang sesuai agar cakupan pancaran layanan DVB-T sama dengan cakupan wilayah layanan di KM.76 Tahun 2003.

3.5.2 Penempatan Pemancar DVB-T Wilayah Layanan dan Input Nilai Parameter Pemancar

Berdasarkan *guideline* penempatan pemancar DVB-T diatas, bila terdapat pemancar TV analog *existing*, maka dapat digunakan sebagai pemancar DVB-T. Jika tidak maka perlu dibuat pemancar baru. Total wilayah layanan pada ketiga provinsi yang menjadi obyek adalah 14 wilayah layanan. Pada tabel 3.6 dimuat letak pemancar DVB-T dimasing-masing wilayah, berikut spesifikasi tinggi dan kuat pancarannya.

Tabel 3.6 Lokasi pemancar DVB-T di masing-masing wilayah layanan

Banten						
No.	Nama Pemancar DVB-T	Stasiun Analog Awal	ERP Analog (kW)	Longitude	Latitude	H _{asl} (m)
1	Cilegon	RCTI	1	106E01 08	05S58 37	33
2	Malingping	-	-	105E52 57	06S42 14	25
3	Pandeglang	-	-	106E03 44	06S28 13	74

DKI Jakarta						
No.	Nama Pemancar DVB-T	Stasiun Analog Awal	ERP Analog (kW)	Longitude	Latitude	H _{asl} (m)
1	Jakarta	RCTI	80	106E45 54	06S11 39	10

Jawa Barat						
No.	Nama Pemancar DVB-T	Stasiun Analog Awal	ERP Analog (kW)	Longitude	Latitude	H _{asl} (m)
1	Bandung	SCTV	15	107E33 45	06S48 56	1222
2	Purwakarta	-	-	107E29 26	06S30 22	69
3	Sukabumi	TPI	1	106E57 32	06S52 35	800
4	Pelabuhan Ratu	-	-	106E36 37	06S51 56	596
5	Cianjur	-	-	107E14 37	07S14 33	867
6	Cirebon	Lativi	1	108E33 50	06S42 55	6
7	Garut/Tasik	Metro-TV	1	107E53 20	07S18 30	1363
8	Sumedang	Metro-TV	1.5	108E12 08	06S50 30	198
9	Majalengka	-	-	108E05 33	06S49 14	269
10	Kuningan	ANTV	-	108E24 25	07S00 01	759

H_{asl} = ketinggian lokasi pemancar (atas permukaan laut)

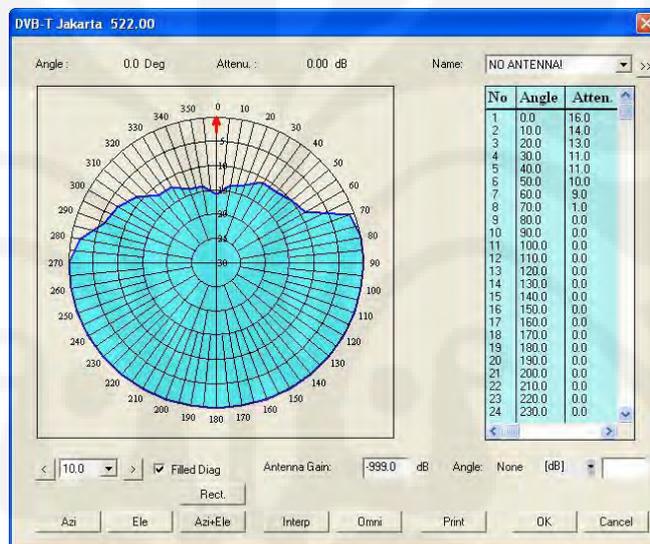
The screenshot shows a software window titled "DVB-T Jakarta 522.000000 (27)". It contains several input fields and dropdown menus for configuring a DVB-T station. The "Site" section includes fields for Name, Country (INS), Permittivity (30.00), Site Name, Province, Conduct. (mS/m) (10.00), Long./East (106E45 54.000), Ant. hght [m] (270.0), Heffmax [m] (278.0), Lat./North (06S11 39.000), Height asl [m] (10.0), and a Heff button. The "Electr. Params." section includes Freq. [MHz] (522.000000), Channel (27), Desig. of Emiss., Offset (0), Off.Freq. [Hz] (0.0), Offset Type (normal), ERP [kW] (4.000000), System (C2G), SFN Id, ERP H [kW] (4.000000), Polarisation (H), Time Del. [μs] (0.00), ERP V [kW], AZM (ND), and a Use File Pattern checkbox. The "Info" section includes Date (19/02/2008), User (sysadmi), Service (DVB-T), and Remarks (OS). At the bottom, there are navigation buttons and a "Save" button.

Gambar.3.4 Menu *editing* pemancar

Terlihat terdapat 8 wilayah layanan dengan pemancar analog *existing* dan 6 wilayah layanan dengan pemancar baru. Dengan menggunakan *software*

CHIRplus_BC kita bisa menginput pemancar DVB-T (baik lama maupun baru) dengan beberapa parameter yang harus diedit. Beberapa parameter yang sama pada semua pemancar adalah jenis layanan (DVB-T), polarisasi (H) dan varian sistem (C2G). Sedangkan parameter lain yang berbeda adalah nama pemancar, koordinat lokasinya (*longitude* dan *latitude*), frekuensi/kanal kerja (f), tinggi antenna (H_{ant}), daya pemancar (ERP) dan ketinggian efektif antenna (H_{eff})

Menu pattern digunakan untuk mengakses pola radiasi antenna. *Default antenna pattern* yang digunakan adalah *omnidirectional*. Namun jika kondisi mengharuskan adanya pemberian atenuasi pada suatu pemancar maka *antenna pattern* dapat diubah.

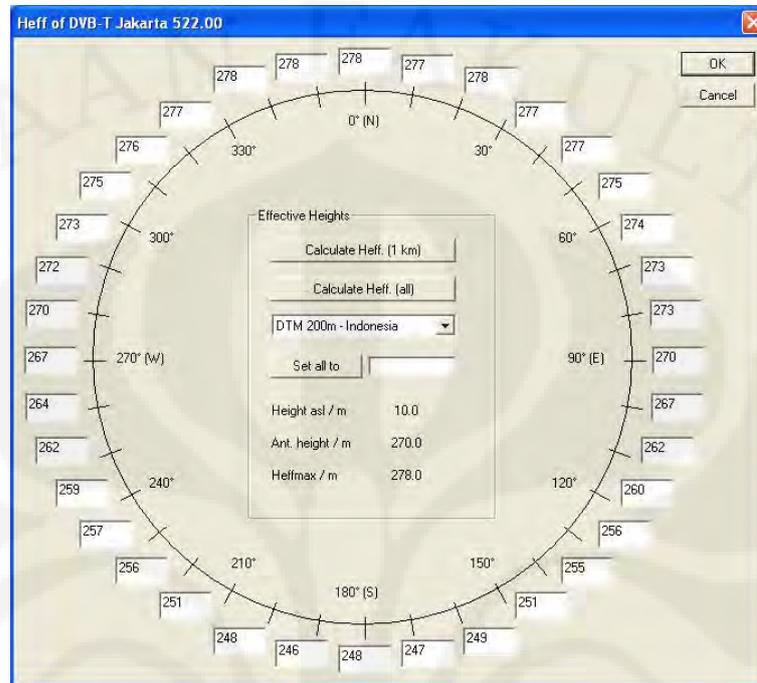


Gambar 3.5 Mengubah pola radiasi antenna

Pilihan identifikasi SFN dan *time delay* digunakan saat dua atau lebih pemancar akan digunakan dalam konfigurasi SFN jika konfigurasi MFN satu pemancar tidak lagi mampu mencegah potensi interferensi di suatu wilayah layanan. Jika pada saat evaluasi *protection ratio* terdapat dua atau lebih wilayah layanan yang tetap mengalami interferensi dengan seluruh kemungkinan besaran ERP, tinggi antenna, pembagian kelompok *frequency reuse* dan *antenna pattern*, maka pilihan SFN dapat digunakan.

Ketinggian efektif (H_{eff}) dari pemancar terhadap 360 derajat wilayah disekitarnya dikalkulasi pada menu H_{eff} . Kalkulasi dihitung terhadap 5-10 km dari pemancar referensi (pemancar aktif), caranya dengan mengklik *Calculate H_{eff} (all)*

dengan sebelumnya menyesuaikan jenis peta yang digunakan. Jika setelah data diinput, ketinggian antenna dirubah, maka nilai H_{eff} harus dikalkulasi ulang



Gambar 3.6. Menu kalkulasi H_{eff}

3.5.3 Penempatan *Testpoint* Wilayah Layanan

Testpoint merupakan titik-titik uji di suatu wilayah layanan tempat pengukuran kekuatan sinyal suatu pemancar. Fungsinya secara umum ada dua yakni untuk mengukur apakah sinyal dari pemancar yang diinginkan cukup kuat dan apakah sinyal dari pemancar yang tidak diinginkan berpotensi menimbulkan interferensi pada wilayah layanan tertentu. Singkatnya *testpoint* merepresentasikan *receiver* DVB-T dalam implementasinya. Ketinggian antenna *testpoint* sebagai *fixed receiver* dirata-ratakan 10 meter dari atas permukaan tanah. Level sinyal digital direpresentasikan dengan nilai rms daya sinyal dalam *bandwidth* kanal. Semua nilai *protection ratio* untuk sinyal digital yang diinginkan diukur dengan daya input *receiver* -60dBm

Penempatan *testpoint* untuk tiap wilayah layanan juga telah dijelaskan pada subsubbab 3.5.3. Koordinat *testpoint* didapat dari KM no.76/200 (Lampiran 1). Jumlah *testpoint* tiap wilayah layanan bervariasi tergantung besar area dan topografinya. Jumlah yang umum adalah 4-8 *testpoint*.

3.5.4 Testpoint Calculation Dengan Variabel Parameter Antena dan ERP

Setelah seluruh pemancar dan *testpoint* diletakkan pada posisinya maka proses penghitungan *minimum field strength* (E_{\min}) dapat dimulai. Caranya diawali dengan memilih pemancar referensi (hanya boleh satu) dan *testpoint* aktif (perwilayah) . Dengan demikian, *testpoint* yang aktif akan menerima sinyal dari pemancar referensi dan akan memberikan hasil penerimaan besaran sinyal (*field strength*). Inilah yang disebut *testpoint calculation*.

Besaran E_{\min} ditentukan oleh dua faktor : ERP dan tinggi antena. Untuk pemancar *existing*, maka secara *default* ketinggian antenanya adalah ketinggian antena lama. Untuk pemancar baru diasumsikan ketinggian *default*-nya adalah 150 meter[12]. Sedangkan untuk besar ERP baik pemancar lama maupun baru, perlu dihitung besarnya ERP *default* yang akan menjangkau jarak antara pemancar dengan *testpoint* sehingga nilai E_{\min} dapat terpenuhi. Besarnya ERP *default* tersebut sebesar -13dB dari *analog power*-nya. Untuk pemancar baru, besarnya ERP *default* dapat dikalkulasikan dengan formula yang menghitung besarnya *field strength* pada suatu titik tanpa memperhitungkan kondisi alam dapat dihitung sebagai berikut :

$$P_{fs}^{(db)} = P_o^{(db)} + G_{ant Tx}^{(db)} - A_{pl}^{(db)} + G_{ant Rx}^{(db)} \quad \dots\dots\dots (3.9)$$

$$A_{pl}^{(db)} = +32,5^{(db)} + (20 \log D \text{ (km)})^{(db)} + (20 \log F \text{ (Mhz)})^{(db)} \quad \dots\dots\dots (3.10)$$

dimana

$P_{fs}^{(db)}$: *Level Field Strength* (dB)

$P_o^{(db)}$: *Power Output* pemancar (dB)

$G_{ant Tx}^{(db)}$: *Antenna Gain* (dB)

$A_{pl}^{(db)}$: *Antenna Path Loss* (dB)

$G_{ant Rx}^{(db)}$: *Gain* antena penerima (dB)

D : Jarak antara titik level (dB)

F : Frekuensi pemancar

Seperti telah dijelaskan di subsubbab 3.2.1, besaran *minimum field strength* yang harus diterima oleh seluruh *testpoint* dalam setiap wilayah layanan haruslah

≥ 42.6 dB. Jika besar E_{\min} disalah satu *testpoint* tidak mencapai 42.6 dB, maka parameter daya pemancar atau ketinggian antena harus diubah (yang berarti turut mengganti besarnya H_{eff}). Setelah seluruh *testpoint* di wilayah layanan yang sedang dihitung menerima sinyal dengan kekuatan ≥ 42.6 dB, barulah wilayah layanan tersebut dapat dikalkulasi kontur wilayah layanannya

Tabel 3.7 Besaran H_{ant} dan ERP yang memenuhi kriteria E_{\min}

Banten								
No.	Nama Pemancar DVB-T	Longitude	Latitude	H_{asl} (m)	H_{eff} (m)	H_{ant} (m)	ERP (dB)	ERP (kW)
1	Cilegon	106E01 08	05S58 37	33	133	100	22.430	0.175
2	Malingping	105E52 57	06S42 14	25	95	80	33.617	2.300
3	Pandeglang	106E03 44	06S28 13	74	121	80	18.129	0.065

DKI Jakarta								
No.	Nama Pemancar DVB-T	Longitude	Latitude	H_{asl} (m)	H_{eff} (m)	H_{ant} (m)	ERP (dB)	ERP (kW)
1	Jakarta	106E45 54	06S11 39	10	278	270	39.294	8.500

Jawa Barat								
No.	Nama Pemancar DVB-T	Longitude	Latitude	H_{asl} (m)	H_{eff} (m)	H_{ant} (m)	ERP (dB)	ERP (kW)
1	Bandung	107E33 45	06S48 56	1222	575	80	20.607	0.115
2	Purwakarta	107E29 26	06S30 22	69	104	60	33.424	2.250
3	Sukabumi	106E57 32	06S52 35	800	331	60	13.802	0.024
4	Pelabuhan Ratu	106E36 37	06S51 56	596	456	60	14.843	0.031
5	Ganjur	107E14 37	07S14 33	867	574	60	20.414	0.110
6	Cirebon	108E33 50	06S42 55	6	111	105	40.792	12.000
7	Garut/Tasik	107E53 20	07S18 30	1363	628	50	5.185	0.003
8	Sumedang	108E12 08	06S50 30	198	231	80	39.031	8.000
9	Majalengka	108E05 33	06S49 14	269	328	100	12.553	0.018
10	Kuningan	108E24 25	07S00 01	759	386	60	13.424	0.022

H_{asl} = ketinggian lokasi pemancar (atas permukaan laut)

H_{ant} = tinggi antena

3.5.5 Kalkulasi Kontur Wilayah Layanan

Pembentukan kontur wilayah diperoleh dengan cara menganalisis model propagasi gelombang dari pemancar utama pada daerah pancaran di sekelilingnya. Model propagasi yang direkomendasikan oleh ITU merupakan model yang memiliki komparabilitas tertinggi dengan seluruh prosedur perancangan yang digunakan negara-negara di dunia. Kurva propagasi gelombang pada pita UHF dan VHF dideskripsikan pada ITU Rec.370 dengan parameter yang diperhitungkan adalah : daya pemancar, frekuensi, tinggi efektif antena, pola pancar antena, bentuk permukaan bumi, tinggi antena penerima dan *time probability*.

Besarnya parameter pada rekomendasi tersebut adalah :

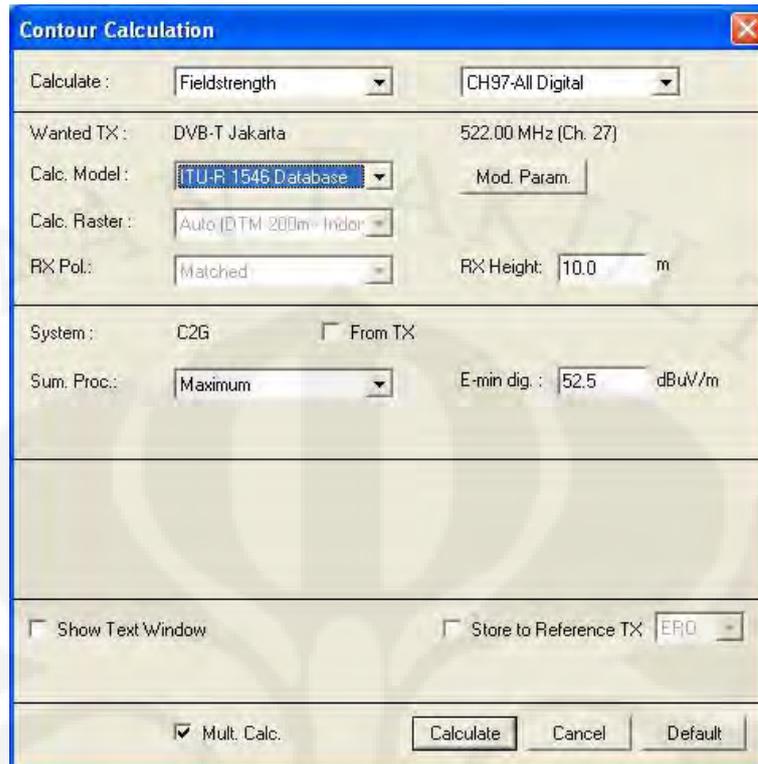
- kuat ERP 1 kW dari antena $\lambda/2$ -dipole
- *terrain roughness* (Δh) = 50m
- *time probability* = 50%, 10% atau 1%
- *location probability* = 50%
- tinggi antena penerima ($h_{Rx,ant}$) = 10m

Terdapat tiga jenis model propagasi yang tersedia di perangkat lunak CHIRPlus_BC, namun yang digunakan dalam perhitungan ini adalah model propagasi ITU_Database. Model ini memiliki karakteristik tinggi efektif antena ditentukan oleh *user* dan data permukaan bumi tidak diperhitungkan dalam kalkulasi.

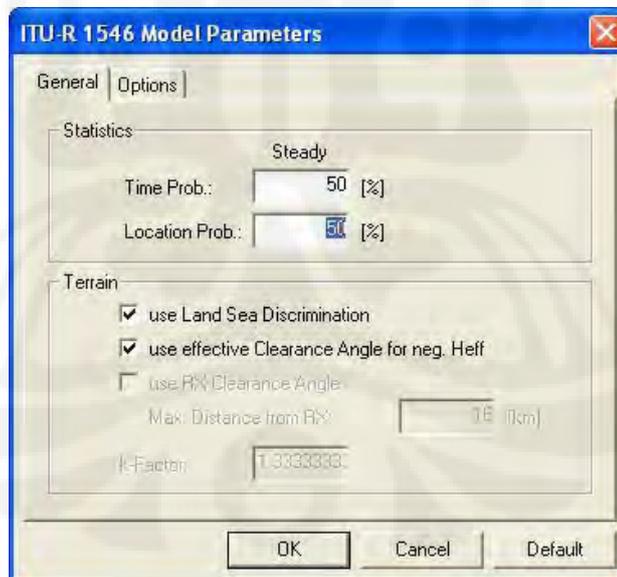
Pembentukan kontur wilayah dihitung berdasarkan *Recommendations ITU-R P.1546-1: Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3000 MHz*. Kalkulasi kontur juga dilakukan dengan bantuan *software* CHIRplus_BC 4.4.2 melalui menu yang seperti di gambar 3.7

Yang harus diperhatikan adalah *Calc.Model* dan *E-min dig*. *Calc.Model* merupakan proses perhitungan dengan model yang direkomendasikan oleh ITU. Untuk opsi ini kita memilih model ITU-R 1546 Database. *E-min dig* merupakan nilai dimana kontur akan digambar. Titik pada peta yang memiliki nilai *field strength* yang diterima dari pemancar aktif setara dengan nilai *E-min dig* akan diberi titik kontur, sehingga digambar titik-titik kontur di sekeliling pemancar aktif yang menandai wilayah layanan. Besarnya *E-min dig* adalah sebesar 42.6 dB μ V/m.

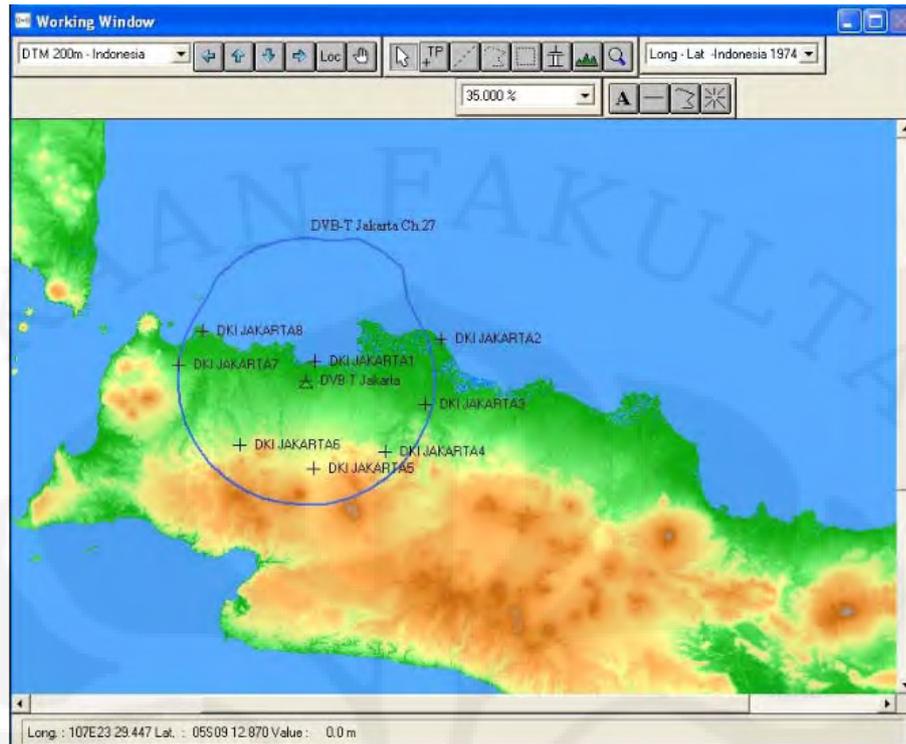
Selain itu ada 2 parameter lagi yang perlu ditentukan, yaitu *Time Prob.* dan *Location prob* yang dapat diakses dengan mengklik menu *Mod.Param*. Contoh dapat dilihat pada gambar 3.8. Sesuai dengan *Recommendation ITU-R P.1546-1 :Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3000 MHz*, nilai yang digunakan untuk kedua parameter ini untuk mode penerimaan *fixed* dan *free to air* adalah sebesar 50%.



Gambar 3.7 Menu *Contour Calculation*



Gambar 3.8 Pilihan *Time* dan *Location Probability*



Gambar 3.9 Contoh hasil kalkulasi kontur dari pemancar DVB-T wilayah layanan Jakarta

Hasil pembentukan kontur wilayah layanan Jakarta dapat dilihat pada gambar 3.9. Garis biru menggambarkan titik-titik yang menerima *fieldstrength* dari pemancar DVB-T Jakarta sebesar $42.6 \text{ dB}\mu\text{V/m}$.

3.6 PEMBAGIAN KELOMPOK POLA *FREQUENCY REUSE*

Konsep pembagian kelompok pola *frequency reuse* adalah dengan menggambarkan seluruh kontur wilayah yang saling bersinggungan dari sebuah provinsi, pulau atau negara. Pada kasus ini, yang menjadi fokus studi adalah 3 provinsi yang saling berdekatan satu sama lain, sehingga seluruh wilayah layanan di ketiga provinsi ini sudah harus digambarkan kontur wilayahnya sebelum dibagikan pola *frequency reuse*.

Prinsip dasar pembagian pola *frequency reuse* tidak rumit yakni dengan sebisa mungkin menjauhkan 2 wilayah yang memakai frekuensi yang sama. Namun bila ada satu atau lebih wilayah layanan yang tidak mendapat jatah grup kanal disebabkan keterbatasan pola *reuse* (yang hanya terdiri dari 3 grup kanal), maka dilakukan sejumlah langkah :

Langkah 1 : Wilayah layanan yang tidak mendapat jatah grup kanal diusahakan untuk digabung dengan wilayah layanan lain dengan cara menambah lebar cakupan suatu wilayah layanan agar mencakup juga wilayah layanan yang sebelumnya tidak mendapat jatah grup kanal.

Langkah 2 : Bila tidak dapat digabung dengan wilayah layanan manapun di sekitarnya, maka terpaksa harus dieliminasi RKM TV digital. Eliminasi memiliki makna tidak dicantumkannya wilayah tersebut sebagai wilayah layanan tersendiri.

Langkah 3 : Wilayah layanan yang dieliminasi dapat tetap menikmati layanan DVB-T dengan menggunakan sistem jaringan SFN lokal. Sistem jaringan SFN lokal ini diterapkan dengan mengimplementasikan pemancar berdaya rendah yang *me-relay* siaran dari wilayah layanan sekitarnya dengan menggunakan grup kanal yang sama dengan grup kanal wilayah layanan sumber siaran *relay*-nya.

Langkah 4 : Pertimbangan–pertimbangan yang digunakan saat mengeliminasi suatu wilayah layanan KM.76 Tahun 2003 adalah:

- 1) Bukan wilayah layanan yang mencakup Ibukota Provinsi.
- 2) Wilayah layanan yang sifatnya tetap dipertahankan berdiri sendiri (tidak SFN dengan wilayah layanan lain) adalah yang paling sesedikit mungkin menimbulkan korban atau wilayah–wilayah layanan yang terpaksa harus dieliminasi dari KM.76 Tahun 2003.
- 3) Bilamana terdapat beberapa alternatif wilayah layanan yang menimbulkan efek yang sama, dalam artian jumlah wilayah layanan yang dieliminasinya sama, maka harus kembali dibuat prioritasnya sebagai berikut :
 - i. Prioritaskan untuk mempertahankan wilayah layanan yang korbannya adalah wilayah layanan yang batasan dalam KM.76 Tahun 2003 lebih kecil.
 - ii. Jika cakupan korban relatif sama besar, maka prioritaskan untuk mempertahankan wilayah layanan yang korbannya

lebih mudah melakukan SFN dengan wilayah layanan lain di sekitarnya.

- iii. Kriteria untuk lebih mempertahankan suatu korban dibanding korban lainnya adalah berdasarkan analisa aspek sosial ekonomi

Berdasarkan langkah-langkah diatas, maka didapat hasil pembagian pola *frequency reuse* yang dapat dilihat pada gambar dibawah. Pembagian *frequency reuse* yang merata tanpa terjadinya CCI ataupun ACI merupakan objektif dari studi skripsi ini.



Gambar 3.10 Pembagian pola *frequency reuse*

3.7 PERHITUNGAN *PROTECTION RATIO*

Setelah membagi seluruh wilayah ke dalam kelompok-kelompok pola *frequency reuse*, maka bisa perhitungan PR untuk CCI dan ACI bisa dilakukan. Proses ini dilakukan dengan menghitung besarnya selisih kuat medan yang diterima pada seluruh *testpoint* dari suatu wilayah antara kuat medan dari pemancar yang diinginkan dengan kuat medan dari pemancar yang tidak diinginkan. Hasil perhitungan terlampir (Lampiran 3)

Bilamana terdapat perhitungan *protection ratio* yang tidak mencapai batas aman, maka besarnya ERP atau tinggi antenna dari antenna yang menginterferensi harus disesuaikan agar tidak menghasilkan *unwanted field strength* yang tidak terlalu besar, namun pada saat yang sama tidak mengurangi besarnya kuat medan pada titik uji di wilayahnya sendiri agar tetap diatas 42.6 dB μ V/m. Perubahan kelompok kanal bukan merupakan solusi karena merubah susunan kelompok berarti akan merubah konfigurasi distribusi layanan secara total. Karenanya pembentukan kelompok kanal dilakukan secara cermat diawal tahap perancangan. Penentuan pola radiasi antenna pemancar dapat dijadikan solusi. Dengan menambahkan atenuasi pada arah tertentu dari antenna, dengan kata lain membuat antenna lebih terarah (*directional*), maka besarnya interferensi dapat ditekan

Hasil bentukan kontur wilayah dari seluruh daerah layanan harus juga memperhatikan luas cakupan, apakah *coverage* dari pemancar bersangkutan mencapai wilayah-wilayah yang padat penduduk, meskipun secara perhitungan telah mencapai titik-titik uji (*testpoint*) dan memenuhi persyaratan *protection ratio*. Bilamana terdapat daerah-daerah yang cukup signifikan yang tidak ter-cover oleh pemancar utama maka beberapa solusi pemecahan seperti pembentukan wilayah layanan baru dengan model MFN, ekstensifikasi *coverage* dengan teknik SFN atau *gap-filler* dapat diupayakan

BAB IV

ANALISIS PERANCANGAN

DISTRIBUSI FREKUENSI DVB-T

4.1 ANALISIS PEMBENTUKAN KONTUR WILAYAH DENGAN VARIASI DAYA RADIASI DAN TINGGI ANTENA PEMANCAR

4.1.1 Analisis Kalkulasi Kuat Medan dan Kontur Wilayah Layanan

Hasil pembentukan kontur untuk masing-masing wilayah dapat dilihat pada Lampiran 2. Secara umum, hampir seluruh wilayah memenuhi ketentuan kuat medan minimum sebesar 42.6 dB μ V/m. Namun terdapat delapan *testpoint* yang tidak mampu mencapai nilai tersebut yang kondisinya dapat dijelaskan dalam tabel berikut

Tabel 4.1 *Testpoint* yang tidak memenuhi nilai Emin 42.6 dB μ V/m

No	Testpoint	Kondisi
1	Purwakarta1	Masuk ke wilayah Jakarta
2	Garut2	Terletak di daerah Ciamis
3	Garut3	Terletak di perairan Cianjur
4	Sumedang1	Terletak di daerah Subang
5	Majalengka5	Terletak di belakang pegunungan
6	Majalengka7	Terletak di belakang pegunungan
7	Kuningan6	Terletak di belakang pegunungan
8	Kuningan7	Terletak di belakang pegunungan

Empat *testpoint* pertama terletak pada wilayah layanan lain, sehingga lebih tepat menjadi *testpoint* di wilayah *de facto*-nya ketimbang menjadi *testpoint* di wilayah *de jure*-nya. Untuk empat *testpoint* terakhir diakibatkan oleh pegunungan yang mengantarai pemancar dengan *testpoint* sehingga untuk memenuhi nilai 42.6 dB μ V/m, nilai ERP harus dibuat sangat besar atau antena dibuat sangat tinggi atau antena diletakkan pada lokasi yang lebih tinggi. Ketiga kemungkinan tersebut tidak dapat dijadikan solusi karena akan menimbulkan inefisiensi, dimana jika dilihat dari jumlah populasinya empat daerah *testpoint* diatas bukanlah daerah padat penduduk.

Yang dapat dilakukan adalah dengan memberikan *gap filler* untuk mencapai *testpoint*. Namun dalam skripsi ini tidak akan dijelaskan lebih jauh.

Agar tidak menghambat proses perancangan, maka kedelapan *testpoint* diatas dieliminasi dari proses perhitungan.

Setelah seluruh *testpoint* wilayah layanan memenuhi kriteria kuat medan minimum, maka selanjutnya kontur wilayah dapat dikalkulasi. Hasil dari masing-masing kontur wilayah dapat dilihat pada lampiran.

Untuk pembagian kelompok *frequency reuse*, harus ada daerah yang dipilih menjadi patokan awal. Pada proyek ini yang dijadikan titik mulai adalah wilayah layanan DKI Jakarta, tentunya dengan mempertimbangkan kompleksitas penyiaran di wilayah layanan bersangkutan. Dengan menggunakan pembagian kelompok *frequency reuse* model segitiga berselisih tiga kanal memakai tiga grup frekuensi, tiap wilayah layanan akan selalu rentan dengan interferensi *co-channel* dan *adjacent-channel*. Namun dari sisi fleksibilitas, perubahan kelompok frekuensi tidak akan mempengaruhi besar kuat medan yang diberikan karena perbedaan frekuensi yang tidak signifikan.

Dengan mematok wilayah Jakarta dengan kelompok C, maka didapatkan pembagian kelompok frekuensi di keempatbelas wilayah sebagaimana pada gambar 3.10

4.1.2 Analisis *Protection Ratio*

Hasil perhitungan *protection ratio* dapat dilihat pada lampiran 3. Terlihat terdapat 5 wilayah layanan yang pada *testpoint*-nya mencatat adanya interferensi *co-channel* dan tidak ada satupun wilayah yang mengalami interferensi *adjacent-channel*. Yang harus digarisbawahi adalah perhitungan *testpoint* sudah dieliminasi tidak diperhitungkan.

Tabel 4.2 *Testpoint* terinterferensi dan sumber interferensi

Tespoint Terinterferensi	Pemancar Menginterferensi	<i>Protection ratio</i>	Arah Interferensi Pemancar
Cilegon3	Malingping	14.90	Utara
Purwakarta2	Cirebon	13.30	Barat
Purwakarta3	Cirebon	14.30	Barat
Cianjur1	Jakarta	19.20	Selatan
Garut1	Cirebon	19.40	Barat daya
Kuningan 1	Majalengka	14.40	Tenggara

Tidak terpenuhinya nilai *protection ratio* pada *testpoint* secara umum diakibatkan *interfering field strength* dari wilayah layanan tetangga cukup kuat memberikan distorsi pada *wanted field strength* di wilayah layanan yang diinginkan.

4.1.3 Pemberian Atenuasi Pada Antena Pemancar *Interfering*

Untuk mengatasi interferensi akibat kuat medan yang dipancarkan oleh pemancar lain yang menggunakan kelompok frekuensi yang sama, bisa dilakukan pemberian atenuasi pada *interfering transmitter*. Fungsinya untuk menekan kuat medan pada arah tertentu dari pemancar tanpa mengurangi kuat medan yang dipancarkan ke arah lain. Teknik ini akan lebih mudah dilakukan dibandingkan dengan mengubah kelompok kanal frekuensi yang digunakan.

Pemberian atenuasi pada antena pemancar akan mengubah bentuk radiasi antena. Secara fisik, memberikan atenuasi pada antena pemancar akan mengubah bentuk fisik atau komposisi pembentuk antena pemancar. Namun dalam penulisan skripsi ini, yang akan dibahas hanyalah besar pemberian atenuasi pada lingkaran pancaran antena agar kuat medan yang dihasilkan tidak menginterferensi pemancar lain namun memenuhi kriteria *minimum field strength*

Dari tabel 4.2 dapat dilihat terdapat 6 buah *testpoint* di 5 wilayah layanan berbeda yang mendapatkan interferensi dari 4 pemancar, dengan kata lain ada 4 buah pemancar yang perlu diberikan atenuasi. Besaran atenuasi yang diberikan, arah pancaran yang mengalami perubahan dan perubahan bentuk pancaran antena setelah diberi atenuasi terdapat pada lampiran 4.

Dalam memberikan atenuasi pada antena pemancar harus diperhatikan agar atenuasi harus proporsional agar hasil kontur wilayah yang dihasilkan setelah pemberian atenuasi harus mampu mempertahankan cakupan wilayah pancaran asli. Dalam perhitungan, jika *minimum field strength* yang harus dipenuhi adalah $42.6 \text{ dB}\mu\text{V/m}$ dan *protection ratio* CCI yang harus dipenuhi adalah $20 \text{ dB}\mu\text{V/m}$, maka besaran *interfering field strength* yang boleh diterima oleh *wanted testpoint* maksimum $22.6 \text{ dB}\mu\text{V/m}$

4.2 EVALUASI KONTUR WILAYAH LAYANAN

Dari hasil perancangan tahap pertama dapat dilihat bahwa seluruh pemancar DVB-T telah memenuhi persyaratan *protection ratio* pada tiap titik-titik *testpoint* yang terletak pada kondisi normal. Namun selain titik-titik *testpoint* salah satu patokan yang harus diperhatikan dalam desain pemancar DVB-T ini adalah wilayah-wilayah lain dengan kepadatan penduduk yang tinggi yang belum terjangkau oleh pemancar DVB-T dalam perancangan awal.

Salah satu wilayah yang tidak terjangkau adalah kabupaten Ciamis yang seharusnya dijangkau oleh pemancar dari Garut. Namun akibat pegunungan yang melintang dari di wilayah timur kabupaten Garut sehingga peningkatan nilai ERP ataupun peningkatan tinggi pemancar tidak sebanding dengan pertambahan besar jangkauan pemancar. Akibatnya sebagian besar wilayah Tasikmalaya dan Ciamis tidak tercakup *coverage*. Beberapa kota dan desa dengan kepadatan penduduk cukup tinggi yang tidak terjangkau *coverage* DVB-T adalah Pangandaran, Sukajadi dan Warrareja yang kesemuanya masih termasuk dalam wilayah pantai selatan di Ciamis dan berbatasan dengan provinsi Jawa Tengah.

Ada dua opsi yang dapat dilakukan untuk memperlebar jangkauan pancaran transmitter DVB-T ke wilayah ini yakni dengan ekstensi pancaran wilayah layanan dari pemancar Garut melalui teknik SFN atau dengan membuat wilayah layanan baru dengan pemancar baru yang berarti memakai teknik MFN.

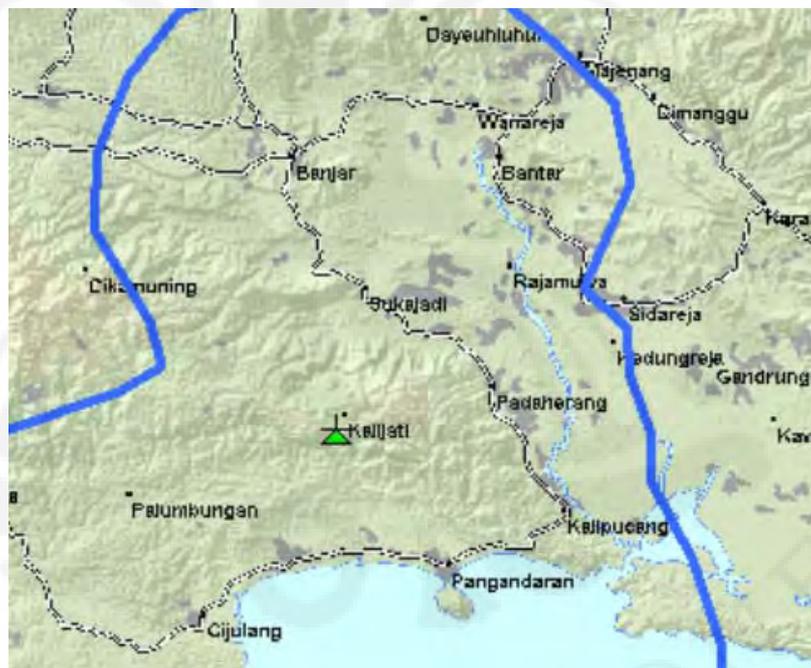
Opsi pertama akan memungkinkan transmisi konten yang sama antara daerah Garut dengan Ciamis. Kesulitannya adalah antar kedua wilayah yang dipisahkan oleh pegunungan yang cukup lebar akan memerlukan pembuatan pemancar khusus SFN yang cukup banyak. Dengan varian C2G yang digunakan dan dengan asumsi varian SFN yang digunakan adalah model yang paling sederhana dengan jangkauan terbesar, yakni *Reference Network-1* dengan *Reference Planning Configuration-1*, maka jarak maksimal antara satu pemancar utama SFN dengan pemancar periferalnya adalah 70 km yang berarti minimal dibutuhkan minimal 4 buah pemancar hanya untuk mencapai wilayah pantai selatan Ciamis.

Pilihan kedua dengan menggunakan pemancar MFN lebih menguntungkan jika dilihat dari sisi pembiayaan infrastruktur karena cukup dengan menggunakan

satu buah pemancar utama maka daerah-daerah dengan kepadatan penduduk yang tinggi dapat tercakup. Wilayah pantai selatan Ciamis yang landai dengan wilayah dataran tinggi yang menjulur dari barat ke tengah juga menguntungkan dari sisi coverage, karena dengan menempatkan pemancar di titik tengah kabupaten maka daerah cakupan akan semakin lebar. Kelemahan utamanya adalah konfigurasi ini akan sedikit menyimpang dari *master plan* pemerintah yang menghendaki wilayah Garut, Ciamis dan Tasikmalaya dalam satu wilayah siaran yang sama.

Dari fakta diatas maka opsi terbaik yang dapat digunakan adalah opsi kedua. Hasil perancangan dari opsi pertama (yang tidak disertakan dalam penulisan skripsi ini) dengan tetap memakai varian C2G diperlukan sebanyak 4 buah pemancar dengan ketinggian rata-rata 50 m dan ERP 1 kW untuk mencakup coverage di daerah-daerah tersebut diatas. Sedangkan dengan menggunakan opsi kedua dijelaskan pada subsubbab berikutnya

4.2.1 Spesifikasi Transmisi Pemancar Wilayah Layanan Ciamis



Gambar 4.1 Titik uji wilayah layanan baru Ciamis

Wilayah layanan baru dibuat berdasarkan titik-titik tespoint yang diletakkan di beberapa titik sebagai berikut : Pangandaran (*testpoint-1*), Sidareja (*testpoint-2*), Glajenang (*testpoint-3*) dan Cijulang (*testpoint-4*). Peletakan pemancar untuk wilayah layanan ini mengikuti langkah-langkah pada subsubbab

3.5.1. Berdasarkan prosedur tersebut maka pemancar diletakkan pada wilayah Kalijati (108BT 34'26.682" dan 07LS 34'56.482") dengan pertimbangan dekat dengan akses jalan dan letaknya di dataran tinggi (467 meter diatas permukaan laut) yang berarti ketinggian pemancar dapat dibuat lebih rendah.

Spesifikasi pemancar yang digunakan sama yakni varian transmisi C2G dengan polarisasi horizontal. Kanal yang dialokasikan untuk pemancar ini adalah kanal 27 (frekuensi 522 MHz). Setelah melalui proses iterasi perhitungan, besar ERP optimal adalah 0.045 kW dan ketinggian antenna optimal adalah 40 meter.



Gambar 4.2 Bentuk kontur wilayah layanan baru Ciamis

4.2.2 Analisis *Protection Ratio*

Dari hasil perhitungan *protection ratio* (terlampir) dapat dilihat bahwa dengan spesifikasi pemancar diatas wilayah layanan ini memenuhi kriteria *protection ratio* baik *co-channel* maupun *adjacent channel*.

Interferensi *co-channel* terbesar berasal dari Sumedang dan interfeernsi *adjacent-channel* terbesar berasal dari Cirebon, namun tidak ada yang melewati nilai batas aman. *Testpoint* yang paling terpengaruh interferensi adalah *testpoint-3* yang terletak lebih ke utara, sedangkan *testpoint* yang paling tidak terpengaruh adalah *testpoint 4* dan 1 yang terletak di pesisir selatan dan terlindungi oleh dataran tinggi Garut-Tasik.

Tabel 4.2 Testpoint terinterferensi dan sumber interferensi

Testpoint	Kuat Medan (dBmV/m)					
	CIAMIS	SUMEDANG	GARUT	CIREBON	MAJALENGKA	KUNINGAN
Ciamis 1	62.10	-0.40	7.50	19.80	-15.00	4.20
Ciamis 2	43.00	-1.10	5.50	27.40	-15.10	10.60
Ciamis 3	42.70	-0.70	4.80	34.90	-2.40	24.40
Ciamis 4	57.50	6.70	13.20	13.50	-5.90	4.40

Testpoint	Selisih Kuat Medan (dBmV/m)				
	SUMEDANG	GARUT	CIREBON	MAJALENGKA	KUNINGAN
Ciamis 1	62.50	54.60	42.30	77.10	57.90
Ciamis 2	44.10	37.50	15.60	58.10	32.40
Ciamis 3	43.40	37.90	7.80	45.10	18.30
Ciamis 4	50.80	44.30	44.00	63.40	53.10

Dari hasil pembentukan kontur dan perhitungan *protection ratio* diatas, maka secara lengkap wilayah layanan di Jakarta, Banten dan Jawa Barat mendapatkan distribusi kanal sebagai berikut :



Gambar 4.3 Distribusi kanal lengkap wilayah layanan Jakarta, Banten dan Jawa Barat

4.3 KANAL TRANSISI TELEVISI DIGITAL

Selama proses transisi dari teknologi penyiaran analog menuju teknologi digital yang direncanakan pemerintah berlangsung hingga tahun 2015 dikota-kota

besar dan 2020 diseluruh Indonesia, maka diperlukan suatu kanal transisi untuk memfasilitasi suatu solusi atas kemungkinan bentrok pemakaian kanal oleh TV analog *existing* yang sudah dibuat *master plan*-nya terlebih dahulu dengan TV digital yang sedang dalam tahap awal ujicoba penyiaran.

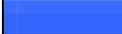
Dalam kasus kanal yang bentrok oleh analog *existing* dan perencanaan TV digital, maka kanal diprioritaskan untuk TV analog, sedangkan DVB-T akan ditempatkan pada kanal transisi yang diposisikan pada kanal 43 hingga kanal 62 yang sebenarnya “disimpan” untuk kanal layanan multimedia yang akan datang. Pada tahun 2020 direncanakan seluruh TV analog akan berhenti beroperasi dan siaran DVB-T akan dilakukan pada kanal yang telah direncanakan

Pada penulisan skripsi ini proses penempatan DVB-T pada kanal transisi direpresentasikan pada TV analog yang berada di daerah Jabotabek dan Bandung. Model penetapan kanal transisi pada daerah layanan Jabotabek ditunjukkan pada tabel 4.3. Terlihat bahwa ada 3 buah stasiun TV analog yang menempati kanal yang sama dengan kanal perencanaan DVB-T yakni Space Toon, O Channel, dan TVRI Nasional. Space Toon dan TVRI Nasional menempati kanal yang sudah dialokasikan bagi mereka di *Master plan* TV Analog, sedangkan O-Channel tidak termasuk dalam alokasi kanal di *Master plan*. Namun sebagai *backup* sebaiknya disediakan 3 buah kanal transisi. Kanal transisi yang digunakan mengikuti pola segitiga (berselisih dua kanal) agar konsisten dengan perancangan awal.

Dari pengamatan terhadap kemungkinan interferensi dengan TV analog di daerah lain yang memakai kanal yang sama, maka kanal yang dipilih adalah kanal 48, 54 dan 60. Kanal 48 dan 54 tidak ditempati oleh TV Analog baik di wilayah layanan Jakarta maupun wilayah lain yang berpotensi interferensi *co-channel* seperti Cilegon, Bandung dan Sukabumi. Sedangkan kanal 60 meskipun ditempati MQTV di Bandung, hasil perhitungan kuat medannya masih diatas *protection ratio* untuk CCI TV/DVB-T yang sebesar 3 dB.

Tabel 4.3 Penetapan kanal transisi wilayah layanan Jabotabek

No. Kanal	Broadcaster	Master plan	Grup DVB-T	Kanal Transisi
22				
23	UI TV			
24				
25	TVRI Bogor			
26				
27	Space Toon			
28				
29	Trans TV			
30				
31	TVRI Bandung (Jasinga)			
32				
33	O Channel			
34				
35	EI Shinta			
36	Plaza TV			
37	TPI			
38				
39	TVRI			
40				
41	Indosiar			
42				
43	RCTI			
44				
45	SCTV			
46				
47	ANTV			
48				
49	Trans7			
50				
51	Global TV			
52				
53	TV One			
54				
55	Jak TV			
56				
57	Metro TV			
58				
59	DAAI TV			
60				
61	GO TV			
62				

	Kanal TV Analog sesuai <i>Master plan</i>
	Kanal peruntukan DVB-T kelompok C
	Kanal bentrok
	Kanal transisi DVB-T

Sedangkan untuk wilayah layanan Bandung, penetapan kanal transisinya dapat dilihat pada tabel 4.4. Mirip dengan penetapan kanal transisi pada wilayah layanan Jakarta, terlihat terdapat satu kanal yang bentrok yakni dengan Bandung TV di kanal 38. Dari hasil pengamatan dengan wilayah layanan di sekitar Bandung seperti Jakarta, Garut, Sumedang, Sukabumi dan Cirebon, kanal transisi terbaik adalah kanal 47. Pada kanal yang sama terdapat ANTV Jakarta, namun nilai *protection ratio* 3 dB tetap terlampaui.

Tabel 4.4 Penetapan kanal transisi wilayah layanan Bandung

No. Kanal	Broadcaster	Master plan	Grup DVB-T	Kanal Transisi
22	IMTV			
23				
24				
25				
26				
27	TVRI			
28				
29				
30	Space Toon			
31				
32				
33				
34	STV			
35				
36	CT Channel			
37				
38	Bandung TV			
39				
40	Pajadjaran TV			
41				
42	Trans TV			
43				
44	Trans 7			
45				
46	Global TV			
47				
48	TV One			
49				
50	RCTI			
51				
52	SCTV			
53				
54	Indosiar			
55				
56	Metro TV			
57				
58	ANTV			
59				
60	MQTV			
61				
62	TPI			

	Kanal TV Analog sesuai <i>Master plan</i>
	Kanal peruntukan DVB-T kelompok B
	Kanal bentrok
	Kanal transisi DVB-T

BAB V

KESIMPULAN

Tujuan utama dari penulisan skripsi ini adalah mendeskripsikan proses pendistribusian kanal untuk teknologi DVB-T dimana dari hasil perancangan tersebut didapatkan kontur wilayah layanan yang satu sama lain tidak saling menginterferensi sekaligus menjamin *sustainability* selama proses migrasi dari teknologi TV-analog ke DVB-T. Proses perancangan distribusi frekuensi dan penetapan kontur wilayah DVB-T dilakukan pada tiga provinsi DKI Jakarta, Banten dan Jawa Barat dimana ketiga wilayah merepresentasikan wilayah dengan kepadatan penduduk padat namun tidak merata. Varian transmisi DVB-T yang digunakan adalah varian C2G dengan spesifikasi yang telah dijelaskan pada subbab 2.4.3. Varian ini memberikan opsi terbaik untuk optimalisasi laju dan proteksi data sekaligus menyesuaikan dengan parameter kanal yang telah ditetapkan pada *master plan* pemerintah.

Model distribusi kanal yang dilakukan adalah pola *frequency reuse* segitiga dimana dari seluruh alokasi kanal dibentuk 3 buah kelompok kanal. Antara kanal satu dengan kanal lain yang berada dalam satu kelompok berselisih 2 kanal. Model segitiga ini merupakan pilihan terbaik untuk efisiensi infrastruktur dan pada saat yang sama mendapatkan jarak pancaran yang cukup. Kelompok kanal A terdiri atas 6 wilayah layanan (Cilegon, Malingping, Purwakarta, Sukabumi, Garut/Tasik, Cirebon), kelompok kanal B terdiri atas 5 wilayah layanan (Pandeglang, Bandung, Pelabuhan Ratu, Majalengka dan Kuningan) dan kelompok kanal C terdiri atas 4 wilayah layanan (Jakarta, Cianjur, Sumedang dan Ciamis).

Pada perancangan ini ada dua buah parameter utama yang dijadikan variabel pemancar untuk menentukan besarnya kontur wilayah layanan yakni nilai ERP dan tinggi pemancar. Dari hasil kalkulasi yang berdasarkan Rec.ITU-R BT.1368-3 nilai ERP berkisar antara 0.003-12 kW dimana ERP terendah dan tertinggi dimiliki oleh Garut dan Cirebon. Sedangkan ketinggian pemancar bervariasi pada besaran 40-270 meter dimana tinggi antena terendah dan tertinggi dimiliki oleh Ciamis dan Jakarta.

Besaran parameter tersebut telah memenuhi nilai *protection ratio* yakni besar nilai kuat medan suatu daerah oleh suatu pemancar utama setelah dikurangi oleh besarnya kuat medan interferensi dari pemancar lain baik yang bersifat *co-channel* maupun *adjacent-channel*. Untuk *co-channel* besarnya *protection ratio* DVB-T oleh DVB-T adalah $20\text{dB}\mu\text{V/m}$ dan untuk *adjacent-channel* sebesar $-30\text{dB}\mu\text{V/m}$. Terdapat 4 buah pemancar yang diberikan atenuasi pada antena pemancarnya yang merupakan usaha mencegah *interfering field strength* melemahkan *wanted field strength* yakni pemancar Malingping, Jakarta, Cirebon dan Majalengka.

Wilayah layanan baru dapat dibentuk bilamana ekstensifikasi dari wilayah layanan yang ada tidak mampu mencapai wilayah-wilayah yang dianggap vital. Pada kasus wilayah layanan baru Ciamis, pemancar DVB-T Garut tidak mampu meng-*cover* wilayah pantai tenggara Jawa Barat. Opsi perluasan dengan SFN juga terkendala akibat jarak dan inefisiensi pemancar baru yang harus dibentuk.

Proses migrasi dari TV analog ke digital juga memerlukan suatu kanal transisi yang akan di tempati wilayah DVB-T yang kanalnya bentrok dengan kanal TV analog *existing*. Penempatan kanal ini memperhatikan pula potensi interferensi DVB-T dengan TV analog di wilayah layanan sekitar.

DAFTAR ACUAN

- [1]. “_____”, *Buku Putih : Migrasi Sistem Penyiaran Analog ke Sistem Penyiaran Digital*, Direktorat Jenderal Pos dan Telekomunikasi
- [2]. SADIBA (*Southern Africa Digital Broadcasting Association*), *Recommendations On A South African Standard For Digital Terrestrial Television (DTT), Minimum Receiver Fuctionality and Acceptable Quality of Service*. Release 1 GP/DTT/003, 28 Januari 2002.
- [3]. European Broadcasting Union (Union Européenne de Radio-Télévision). *ETSI Technical Report. 290 (May 1997) : Measurement guidelines for DVB systems*
- [4]. Seamus O’Leary. *Understanding Digital Terrestrial Broadcasting*. Artech House, Boston. 2000
- [5]. LS telcom. *DVB-T Overview*
- [6]. “_____“, “Final report VHF Televisi 21-01-2003”, *Master plan VHF*, Dirjen Postel, Jakarta : 2003
- [7]. Direktorat Spektrum Frekuensi Radio dan Orbit Satelit Dirjen Postel Departemen Kominfo, *Perencanaan Frekuensi TV Siaran UHF di Indonesia*, Jakarta Juni 2005.
- [8]. John Bigeni (Agustus 2005), *The Magic of DVB-T : A Technology Review*, Project DVB, Venezuela
- [9]. Rec. ITU-R BT.1368-3 : *Planning criteria for digital terrestrial television services in the VHF/UHF bands*
- [10]. Geraer Faria, *TV Transmission : The Magics of Terrestrial Digital TV*, ITIS, Prancis.2001
- [11]. Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM. 76 Tahun 2003, *Rencana Induk (Master plan) Frekuensi Radio Penyelenggaraan Telekomunikasi Khusus Untuk Keperluan Televisi Siaran Analog Pada Pita Ultra High Frequency (UHF)*.
- [12]. *Electronic Communications Committee (EEC) Report 49, Technical Criteria of Digital Video Broadcasting Terrestrial (DVB-T) and Terrestrial-Digital Audio Broadcasting (T-DAB) Allotment Planning*, Copenhagen, April 2004

DAFTAR PUSTAKA

- _____, “Code Rate”, “Digital Television”, “DVB”, “MPEG-2”, “OFDM”, “QAM”, diakses langsung pada Rabu, 19 Maret 2008 11.05
<http://en.wikipedia.org/wiki>
- _____, *Digital Terrestrial Television : The world's most flexible and most successful DTT standard*, DVB Fact Sheet, Agustus 2007, diakses pada Rabu, 19 Maret 2008 10.29 sampai 10.22
http://www.dvb.org/technology/fact_sheets/DVB%20Project%20Fact%20Sheet.0208.pdf
- _____, *Digital Terrestrial Television : What DVB-T configuration is Adopted by Whom?*, Rennes, Enensys Technologies, June 2005
- _____, *Implementation Guideline for DVB-T transmission Aspect*, DVB Document A037, March 1998
- _____, *Recommendation ITU-R P.370-7: VHF and UHF Propagation Curves for the Frequency Range from 30 MHz to 1000 MHz*, Broadcasting services, (Question ITU-R 203/3), (1951-1953-1956-1959-1963-1966-1974-1978-1982-1986-1994-1995)
- _____, *Recommendation ITU-R BT.1306-1: Error-correction, Data Framing, Modulation and Emission Methods for Digital Terrestrial Television Broadcasting*, (Question ITU-R 121/11), (1997-2000)
- _____, *Recommendation ITU-R BT.709-5: Parameter Values for the HDTV Standards for Production and International Programme Exchange*, (Question ITU-R 27/11), (1990-1994-1995-1998-2000-2002)
- _____, *Recommendation ITU-R P.1546-1 : Method for Point-to-Area Predictions for Terrestrial Services in the Frequency Range 30 MHz to 3000 MHz*, (2001-2003)
- Brugger, Roland, Kerstin Mayer, *RRC-06: Technical Basis and Planning Configurations for T-DAB and DVB-T*, EBU Technical Review, IRT, April 2005

Jacklin, Martin, Peter MacAvock (DVB Project Office), Andrew Oliphant (BBC Research & Development), *Facts about DVB-T : DVB comments on the DVB-T Digital Terrestrial Broadcasting Standard*, Geneva, Switzerland, DVB Project Office, December 1998

Kucera, Dennis, *DVB Overview Introduction to MPEG-2 Compression and Transport Streams*, Tektronix, Inc., November 2002

Kuo, C.C Jay, *Lecture B: Digital Media Broadcasting - ISPACS 2005 Tutorial*, Department of Electrical Engineering, University of Southern California diakses Minggu, 9 April 2008 pukul 20.03
http://www.ee.cuhk.edu.hk/ispacs2005/tutorial/CC%20Jay%20Kuo_Lecture%20B.pdf

Salehian, K. Y. Wu, *Distributed-Transmission Networks : RABC Radar Screen Briefings*, Communications Research Centre Canada, May 2006

Schertz, Alexander, Chris Weck, *Hierarchical modulation : The Transmission of Two Independent DVB-T Multiplexes on a Single Frequency*, EBU Technical Review, Institut Rundfunktechnik (IRT), April 2003

LAMPIRAN



Lampiran 1 Letak titik uji pengukuran kuat medan pemancar DVB-T

1. Wilayah Layanan Cilegon

Lokasi-lokasi test point :					
Arah	Lokasi	Koordinat	Arah	Lokasi	Koordinat
Utara	Merak	05° 52' 24,70" S 106°00'00,00" E	Selatan	Gunung	-
Timur Laut	Cilegon	06° 00' 42,35" S 106°03'10,58" E	Barat Daya	Gunung	-
Timur	Gunung	-	Barat	Karang Bolong	06° 09' 31,76" S 105°51'10,58" E
Tenggara	Gunung	-	Barat Laut	Anyer	06° 03' 52,94" S 105°53'17,64" E

2. Wilayah Layanan Malingping

Arah	Lokasi	Koordinat	Arah	Lokasi	Koordinat
Utara	Gn. Kendeng	06° 39' 52,94" S 106° 03'10,58" E	Selatan	Cilangkahan	06° 48' 21,17" S 106°00'42,35" E
Timur Laut	Pegunungan	-	Barat Daya	Muara Binuangen	06° 49' 45,88" S 105°52'56,47" E
Timur	Pegunungan	-	Barat	Situ potong	06° 45' 31,76" S 105°48'42,35" E
Tenggara	Panyaungan	06° 52' 56,47" S 106° 07'03,52" E	Barat Laut	Anyer	06° 39' 52,94" S 105°58'14,11" E

3. Wilayah Layanan Pandeglang

Arah	Lokasi	Koordinat	Arah	Lokasi	Koordinat
Utara	Gunung	-	Selatan	Pasar Picung	06° 30' 00,00" S 105°58'35,29" E
Timur Laut	Pandeglang	06° 18' 00,00" S 106° 06'21,17" E	Barat Daya	Pagelaran	06° 25' 24,70" S 105°51'10,58" E
Timur	Warung Gunung	06° 19' 24,70" S 106° 10'35,29" E	Barat	Labuhan	06° 21' 52,94" S 105°49'24,70" E
Tenggara	Cileles	06° 28' 14,11" S 106°06'21,17" E	Barat Laut	Gunung	-

4. Wilayah Layanan Jakarta, Bogor Depok, Tangerang dan Bekasi

Arah	Lokasi	Koordinat	Arah	Lokasi	Koordinat
Utara	Muara Karang	06° 06' 18,00" S 106° 48'14,00" E	Selatan	Bogor	06° 35' 27,00" S 106° 47' 56,00" E
Timur Laut	Cibuaya	06° 00' 12,00" S 107° 22'33,00" E	Barat Daya	Jasinga	06° 28' 59,00" S 106° 28'09,00" E
Timur	Karawang	06° 18' 02,00" S 107° 18'07,00" E	Barat	Serang	06° 07' 09,00" S 106° 11'28,00" E
Tenggara	Cariu	06° 31' 00,00" S 107° 07'29,00" E	Barat Laut	Tanjung Pontang	05° 58' 07,00" S 106° 17'50,00" E

5. Wilayah Layanan Bandung, Cimahi, Padalarang dan Cianjur

Arah	Lokasi	Koordinat	Arah	Lokasi	Koordinat
Utara	Gunung	-	Selatan	Pengalengan	07° 10' 30,00" S 107° 34'14,00" E
Timur Laut	Lembang	06° 48' 38,00" S 107° 36'54,00" E	Barat Daya	Sindang Kerta	06° 59' 27,00" S 107°24'08,00" E
Timur	Cicalengka	06° 59' 09,00" S 107° 50'17,00" E	Barat	Warung Kondang	06° 52' 18,00" S 107° 05'34,00" E
Tenggara	Majalaya	07° 03' 26,00" S 107° 45'29,00" E	Barat Laut	Gunung	-

6. Wilayah Layanan Purwakarta

Arah	Lokasi	Koordinat	Arah	Lokasi	Koordinat
Utara	Srengseng	06° 22' 14,11" S 106°36'00,00" E	Selatan	Gunung	-
Timur Laut	Pegaden baru	06° 26' 28,23" S 107°48'42,35" E	Barat Daya	Gunung	-
Timur	Subang	06° 33' 31,76" S 107°45'10,58" E	Barat	Purwakarta	06° 32' 49,41" S 107°26'28,23" E
Tenggara	Gunung	-	Barat Laut	Cikampek	06° 24' 00,00" S 107°27'52,94" E

7. Wilayah Layanan Sukabumi

Arah	Lokasi	Koordinat	Arah	Lokasi	Koordinat
Utara	Gunung	-	Selatan	Baros	06° 57' 31,76" S 106°56'49,41" E
Timur Laut	Warung Kondang	06° 52' 14,11" S 107° 05'17,64" E	Barat Daya	Gunung	-
Timur	Gunung	-	Barat	Cibadak	06° 53' 17,64" S 106°46'35,29" E
Tenggara	Gunung	-	Barat Laut	Nagrak	06° 51' 31,76" S 106°48'21,17" E

8. Wilayah Layanan Pelabuhan Ratu

Arah	Lokasi	Koordinat	Arah	Lokasi	Koordinat
Utara	Pelabuhan Ratu	06° 58' 56,47" S 106°33' 31,76" E	Selatan	Jampang Kulon	07° 15' 52,94" S 106° 37' 24,70" E
Timur Laut	Gunung	-	Barat Daya	Ujung Genteng	07° 21' 10,58" S 106° 26' 28,23" E
Timur	Subang	07° 08' 07,05" S 106° 37'24,70" E	Barat	Laut	-
Tenggara	Gunung	-	Barat Laut	Cisolok	06° 56' 49,41" S 106° 26' 28,23" E

9. Wilayah Layanan Cianjur Selatan

Arah	Lokasi	Koordinat	Arah	Lokasi	Koordinat
Utara	Suka negara	07° 05' 17,64" S 107° 07' 43,15" E	Selatan	Sindang Barang	07° 26' 49,41" S 107° 07' 45,88" E
Timur Laut	Gunung	-	Barat Daya	Tegal Buleud	07° 25' 24,70" S 106° 45' 52,94" E
Timur	Gunung	-	Barat	Segaraten	07° 13' 03,52" S 106° 52' 56,47" E
Tenggara	Cidaun	07° 28' 56,47" S 107° 21' 31,76" E	Barat Laut	Gunung	-

10. Wilayah Layanan Cirebon dan Indramayu

Arah	Lokasi	Koordinat	Arah	Lokasi	Koordinat
Utara	Karang Ampel	06° 26' 49,41" S 108° 26' 49,41" E	Selatan	Gunung	-
Timur Laut	Cirebon	06° 42' 21,17" S 108° 33' 31,76" E	Barat Daya	Gunung	-
Timur	Brebes	06° 51' 52,94" S 109° 02' 07,05" E	Barat	Gunung	-
Tenggara	Ciledug	06° 54' 00,00" S 108° 44' 49,41" E	Barat Laut	Indramayu	06° 19' 03,52" S 108° 19' 03,52" E

11. Wilayah Layanan Garut, Tasikmalaya dan Ciamis

Arah	Lokasi	Koordinat	Arah	Lokasi	Koordinat
Utara	Cibatu	07° 04' 54,54" S 107° 58' 21,81" E	Selatan	Gunung	-
Timur Laut	Gunung	-	Barat Daya	Gunung	-
Timur	Banjar	07° 21' 16,36" S 108° 32' 10,90" E	Barat	Bayongbong	07° 16' 21,81" S 107° 46' 21,81" E
Tenggara	Sukaraja	07° 29' 27,27" S 107° 03' 49,09" E	Barat Laut	Semarang	07° 09' 49,09" S 107° 48' 32,72" E

12. Wilayah Layanan Sumedang

Arah	Lokasi	Koordinat	Arah	Lokasi	Koordinat
Utara	-	06° 13' 48,20" S 107° 46' 12,00" E	Selatan	-	06° 53' 24,00" S 107° 54' 00,00" E
Timur Laut	-	06° 46' 12,10" S 108° 21' 00,00" E	Barat Daya	-	06° 53' 24,00" S 107° 49' 48,12" E
Timur	-	06° 49' 12,30" S 108° 05' 24,00" E	Barat	-	06° 50' 24,00" S 107° 49' 12,00" E
Tenggara	-	06° 52' 12,00" S 107° 58' 12,10" E	Barat Laut	-	06° 47' 24,00" S 107° 51' 00,00" E

13. Wilayah Layanan Majalengka

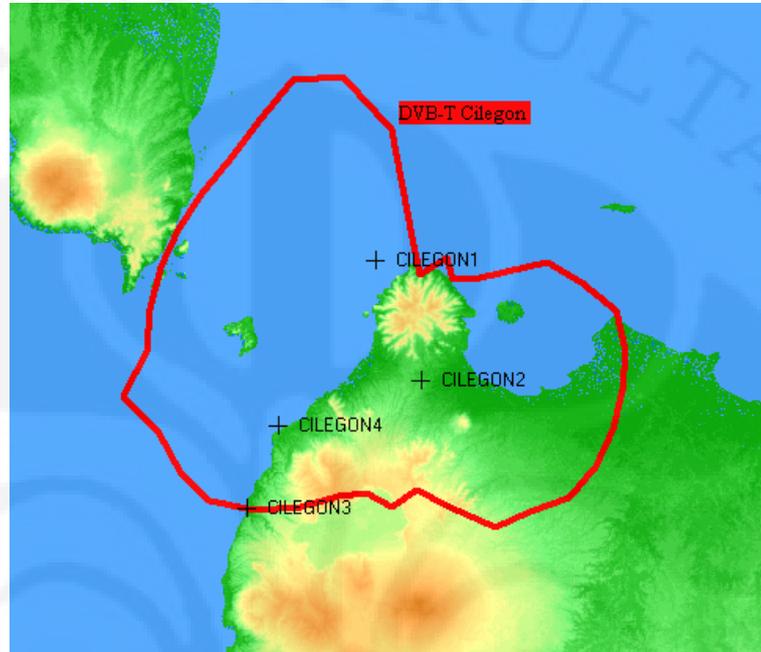
Arah	Lokasi	Koordinat	Arah	Lokasi	Koordinat
Utara	-	06° 43' 48,00" S 108°13'48,00" E	Selatan	Telaga	06° 57' 00,00" S 108°10'48,00" E
Timur Laut	Rajagaluh	06° 46' 12,00" S 108°21'00,00" E	Barat Daya	-	06° 54' 36,00" S 108°07'48,12" E
Timur	-	06° 49' 12,30" S 108°19'48,00" E	Barat	-	06° 58' 12,05" S 108°01'48,00" E
Tenggara	-	06° 53' 24,00" S 108°15'36,10" E	Barat Laut	Kadipaten	06° 45' 36,25" S 108°09'36,10" E

14. Wilayah Layanan Kuningan

Arah	Lokasi	Koordinat	Arah	Lokasi	Koordinat
Utara	Jalaksana	06° 54' 36,20" S 108°30'00,81" E	Selatan	Subang	07° 06' 00,00" S 108°32'24,00" E
Timur Laut	-	06° 54' 36,25" S 108°36'36,10" E	Barat Daya	-	07° 03' 36,00" S 108°22'48,12" E
Timur	-	06° 58' 12,30" S 108°39'00,00" E	Barat	Bantarujeg	06° 58' 12,05" S 108°01'48,00" E
Tenggara	Ciwaru	07° 04' 12,00" S 108°36'00,10" E	Barat Laut	Gunung	-

Lampiran 2 *Frequency planning* pembentukan kontur wilayah layanan berdasarkan kuat medan minimum

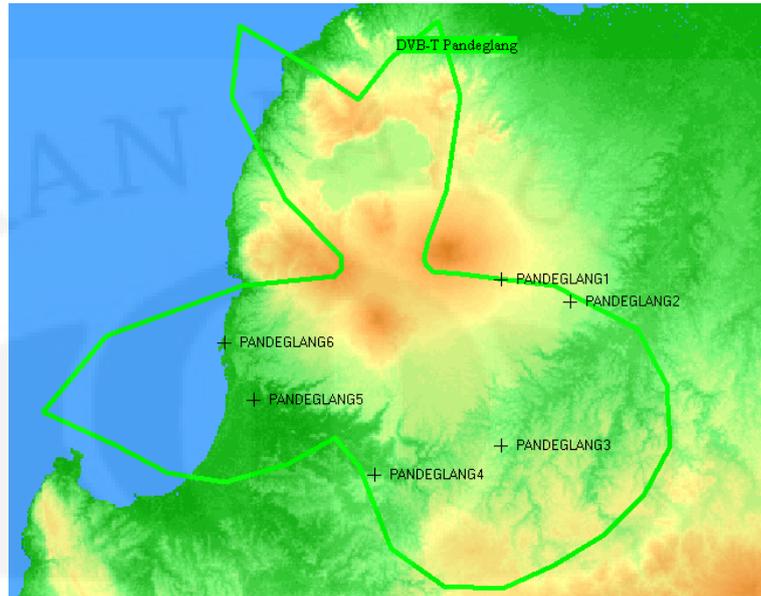
1. Wilayah Layanan Cilegon



2. Wilayah Layanan Malingping



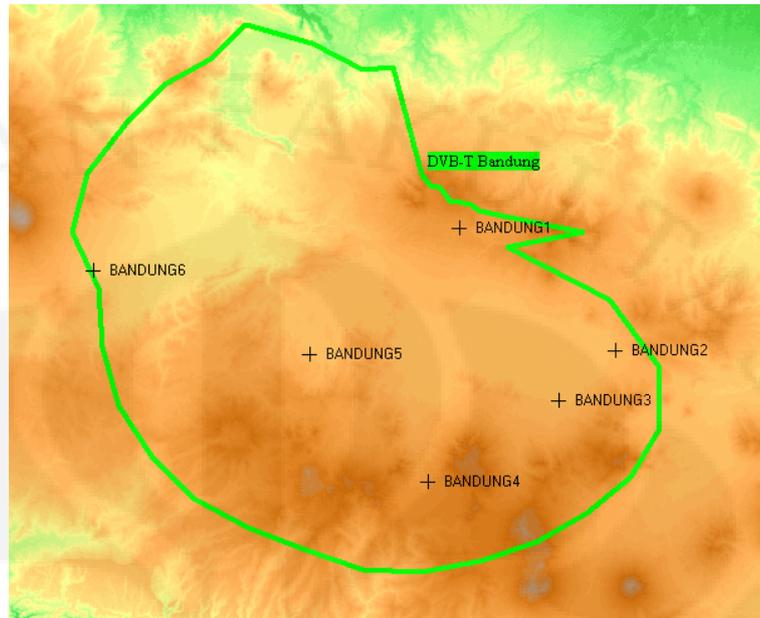
3. Wilayah Layanan Pandeglang



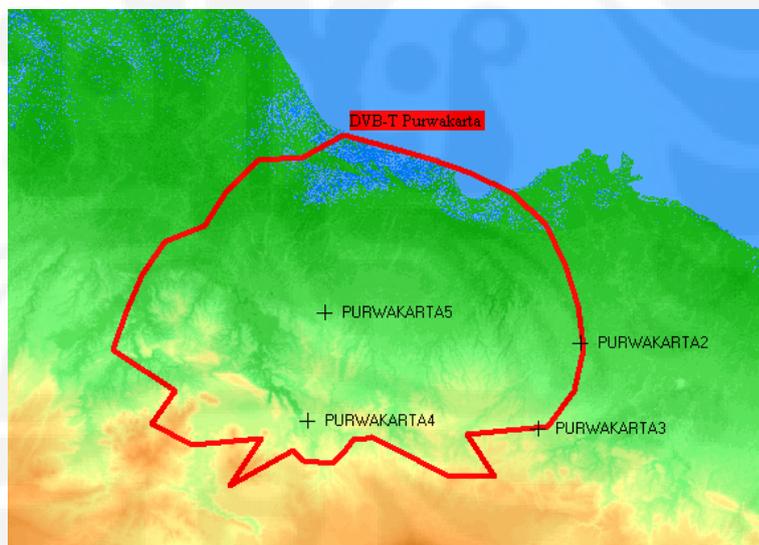
4. Wilayah Layanan Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang dan Bekasi



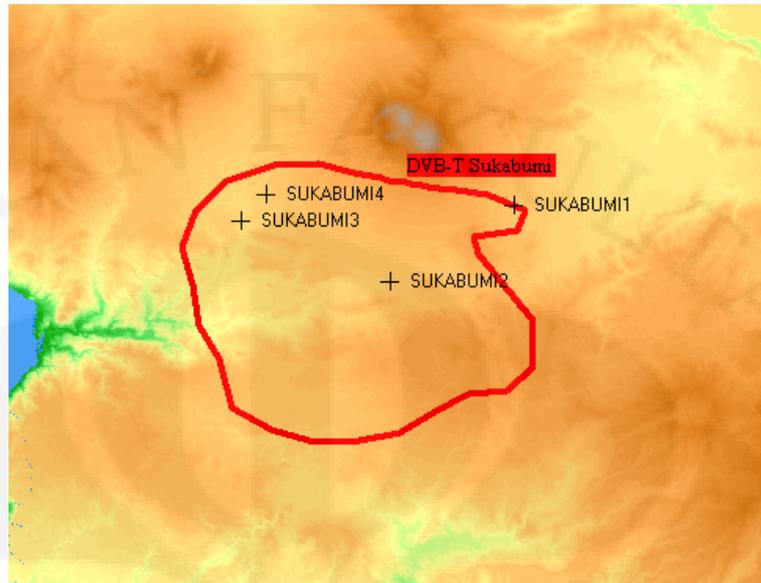
5. Wilayah Layanan Bandung



6. Wilayah Layanan Purwakarta



7. Wilayah Layanan Sukabumi



8. Wilayah Layanan Pelabuhan Ratu



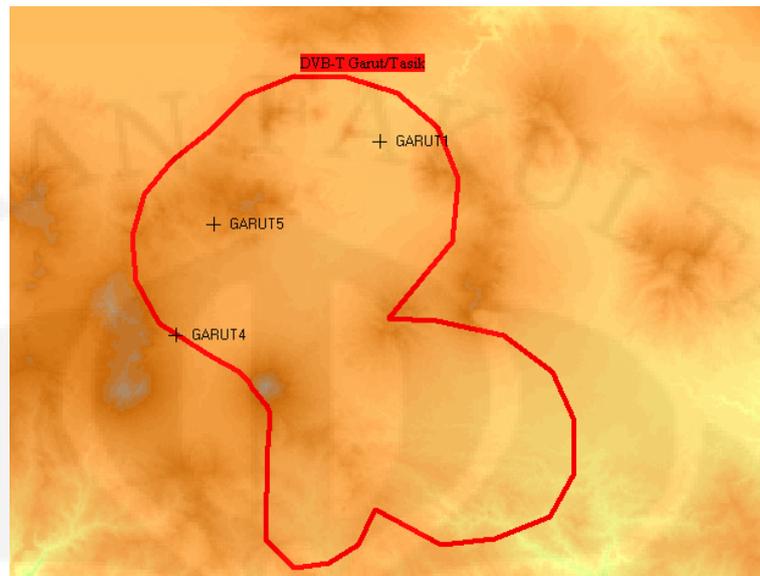
9. Wilayah Layanan Cianjur



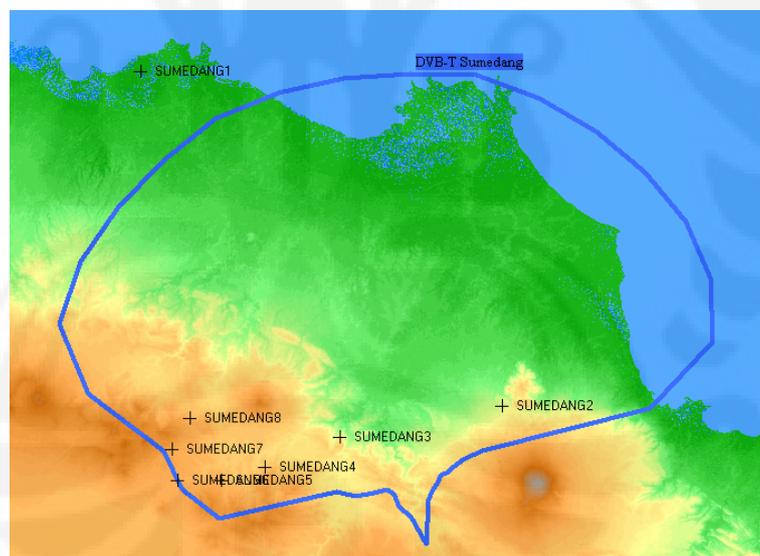
10. Wilayah Layanan Cirebon



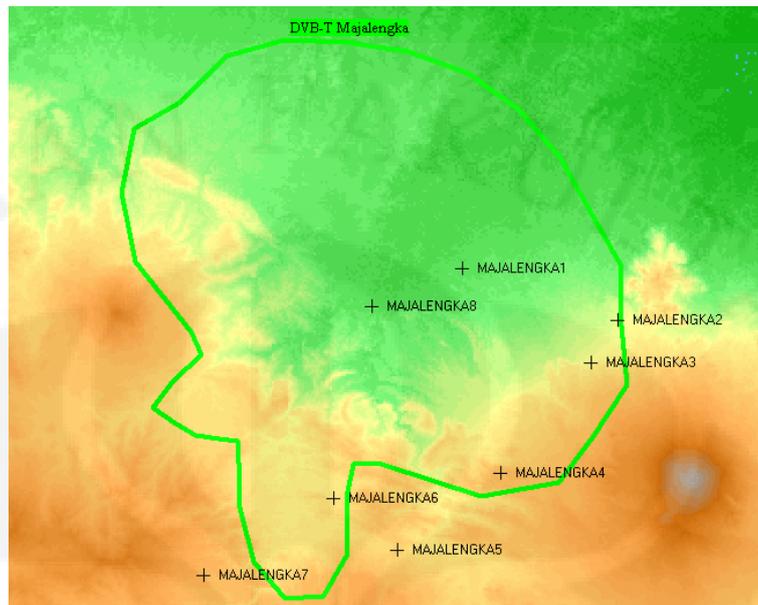
11. Wilayah Layanan Garut dan Tasikmalaya



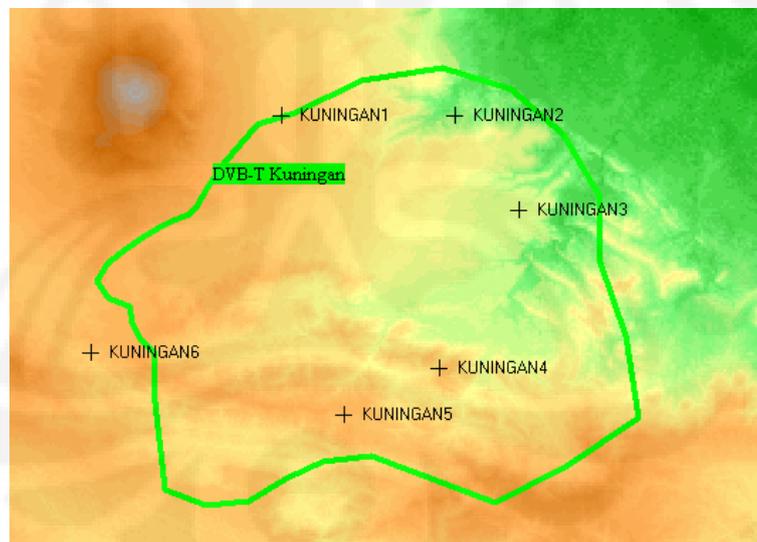
12. Wilayah Layanan Sumedang



13. Wilayah Layanan Majalengka



14. Wilayah Layanan Kuningan



Lampiran 3 Penentuan nilai ERP dan tinggi antenna untuk membentuk kontur wilayah layanan

Banten								
No.	Nama Pemancar DVB-T	Longitude	Latitude	H _{ant} (m)	H _{eff} (m)	H _{ant} (m)	ERP (dB)	ERP (kW)
1	Cilegon	106E01 08	05S58 37	33	133	100	22.430	0.175
2	Malingping	105E52 57	06S42 14	25	95	80	33.617	2.300
3	Pandeglang	106E03 44	06S28 13	74	121	80	18.129	0.065

DKI Jakarta								
No.	Nama Pemancar DVB-T	Longitude	Latitude	H _{ant} (m)	H _{eff} (m)	H _{ant} (m)	ERP (dB)	ERP (kW)
1	Jakarta	106E45 54	06S11 39	10	278	270	39.294	8.500

Jawa Barat								
No.	Nama Pemancar DVB-T	Longitude	Latitude	H _{ant} (m)	H _{eff} (m)	H _{ant} (m)	ERP (dB)	ERP (kW)
1	Bandung	107E33 45	06S48 56	1222	575	80	20.607	0.115
2	Purwakarta	107E29 26	06S30 22	69	104	60	33.424	2.250
3	Sukabumi	106E57 32	06S52 35	800	331	60	13.802	0.024
4	Pelabuhan Ratu	106E36 37	06S51 56	596	456	60	14.843	0.031
5	Cianjur	107E14 37	07S14 33	867	574	60	20.414	0.110
6	Cirebon	108E33 50	06S42 55	6	111	105	40.792	12.000
7	Garut/Tasik	107E53 20	07S18 30	1363	628	50	5.185	0.003
8	Sumedang	108E12 08	06S50 30	198	231	80	39.031	8.000
9	Majalengka	108E05 33	06S49 14	269	328	100	12.553	0.018
10	Kuningan	108E24 25	07S00 01	759	386	60	13.424	0.022

H_{ant} = ketinggian lokasi pemancar (atas permukaan laut)

H_{ant} = tinggi antenna



Lampiran 4 Analisis Protection Ratio

1. Wilayah Layanan Cilegon

Testpoint	Kuat Medan (dBmV/m)					
	CILEGON	MALINGPING	PURWAKARTA	PANDEGLANG	P.RATU	JAKARTA
Cilegon1	63.00	17.50	2.40	26.90	0.00	33.20
Cilegon2	70.90	21.50	4.10	39.80	4.90	37.80
Cilegon3	42.60	27.70	1.60	43.80	6.30	30.60
Cilegon4	53.70	23.50	1.80	42.10	4.30	31.60

Testpoint	Selisih Kuat Medan (dBmV/m)				
	MALINGPING	PURWAKARTA	PANDEGLANG	P.RATU	JAKARTA
Cilegon1	45.50	60.60	36.10	63.00	29.80
Cilegon2	49.40	66.80	31.10	66.00	33.10
Cilegon3	14.90	41.00	-1.20	36.30	12.00
Cilegon4	30.20	51.90	11.60	49.40	22.10

2. Wilayah Layanan Malingping

Testpoint	Kuat Medan (dBmV/m)						
	MALINGPING	CILEGON	SUKABUMI	PURWAKARTA	PANDEGLANG	P.RATU	JAKARTA
Malingping1	42.60	11.20	0.00	4.20	38.40	29.00	32.50
Malingping2	46.80	4.40	5.90	4.40	23.80	41.20	29.20
Malingping3	59.80	7.10	1.40	3.20	26.50	32.30	28.40
Malingping4	66.10	5.50	-2.00	1.10	16.80	25.90	24.90
Malingping5	70.60	7.30	-4.50	0.30	18.30	20.60	24.40
Malingping6	63.70	11.10	-2.10	2.80	33.00	25.40	30.00

Testpoint	Selisih Kuat Medan (dBmV/m)					
	CILEGON	SUKABUMI	PURWAKARTA	PANDEGLANG	P.RATU	JAKARTA
Malingping1	31.40	42.60	38.40	4.20	13.60	10.10
Malingping2	42.40	40.90	42.40	23.00	5.60	17.60
Malingping3	52.70	58.40	56.60	33.30	27.50	31.40
Malingping4	60.60	68.10	65.00	49.30	40.20	41.20
Malingping5	63.30	75.10	70.30	52.30	50.00	46.20
Malingping6	52.60	65.80	60.90	30.70	38.30	33.70

3. Wilayah Layanan Pandeglang

Testpoint	Kuat Medan (dBmV/m)					
	PANDEGLANG	P.RATU	CILEGON	MALINGPING	PURWAKARTA	JAKARTA
Pandeglang1	42.80	15.30	28.80	31.70	6.00	40.90
Pandeglang2	45.90	17.40	28.90	30.70	7.20	44.30
Pandeglang3	53.80	22.40	17.70	39.10	5.10	38.50
Pandeglang4	46.40	19.80	17.60	47.90	2.70	32.90
Pandeglang5	51.70	13.70	20.50	42.60	1.10	29.50
Pandeglang6	54.10	10.90	24.40	37.30	0.90	28.90

Testpoint	Selisih Kuat Medan (dBmV/m)				
	P.RATU	CILEGON	MALINGPING	PURWAKARTA	JAKARTA
Pandeglang1	27.50	14.00	11.10	36.80	1.90
Pandeglang2	28.50	17.00	15.20	38.70	1.60
Pandeglang3	31.40	36.10	14.70	48.70	15.30
Pandeglang4	26.60	28.80	-1.50	43.70	13.50
Pandeglang5	38.00	31.20	9.10	50.60	22.20
Pandeglang6	43.20	29.70	16.80	53.20	25.20

4. Wilayah Layanan Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang dan Bekasi

Testpoint	Kuat Medan (dBmV/m)									
	JAKARTA	CIANJUR	SUMEDANG	CILEGON	CIREBON	MALINGPING	PURWAKARTA	BANDUNG	PANDEGLANG	P.RATU
Jakarta1	85.80	-21.70	13.00	12.50	7.10	10.20	19.70	9.70	-21.10	7.60
Jakarta2	42.60	-19.90	21.80	-5.60	14.80	0.20	31.20	9.30	-28.10	-3.40
Jakarta3	47.60	-15.10	25.00	-1.20	16.20	2.60	44.20	23.30	-7.40	2.40
Jakarta4	51.30	-12.30	21.90	0.80	13.70	6.10	33.20	34.20	-0.30	11.70
Jakarta5	56.70	-14.50	13.90	6.30	8.30	11.60	20.30	23.10	10.40	29.70
Jakarta6	56.00	-12.50	8.10	16.00	3.20	18.30	11.80	9.80	27.60	29.90
Jakarta7	45.90	-19.90	3.60	46.20	-1.30	23.10	7.00	-1.20	-12.50	9.60
Jakarta8	49.60	-25.20	4.40	41.30	-0.50	17.50	7.80	-1.50	-14.50	6.10

Testpoint	Selisih Kuat Medan (dBmV/m)									
	CIANJUR	SUMEDANG	CILEGON	CIREBON	MALINGPING	PURWAKARTA	BANDUNG	PANDEGLANG	P.RATU	
Jakarta1	107.50	72.80	73.30	78.70	75.60	66.10	76.10	106.90	78.20	
Jakarta2	62.50	20.80	48.20	27.80	42.40	11.40	33.30	70.70	46.00	
Jakarta3	62.70	22.60	48.80	31.40	45.00	3.40	24.30	55.00	45.20	
Jakarta4	63.60	29.40	50.50	37.60	45.20	18.10	17.10	51.60	39.60	
Jakarta5	71.20	42.80	50.40	48.40	45.10	36.40	33.60	46.30	27.00	
Jakarta6	68.50	47.90	40.00	52.80	37.70	44.20	46.20	28.40	26.10	
Jakarta7	65.80	42.30	-0.30	47.20	22.80	38.90	47.10	58.40	36.30	
Jakarta8	74.80	45.20	8.30	50.10	32.10	41.80	51.10	64.10	43.50	

5. Wilayah Layanan Bandung, Cimahi, Padalarang dan Cianjur

Testpoint	Kuat Medan (dBmV/m)									
	BANDUNG	KUNINGAN	PANDEGLANG	CIREBON	GARUT	PURWAKARTA	SUKABUMI	JAKARTA	SUMEDANG	
Bandung1	65.90	-29.50	-10.20	23.80	19.70	10.60	3.40	26.00	34.90	
Bandung2	48.00	-19.00	-14.30	27.60	39.10	8.20	-1.90	18.80	37.00	
Bandung3	53.10	-17.80	-13.40	24.20	39.50	3.70	-1.40	19.20	28.20	
Bandung4	51.30	-19.00	-11.00	18.80	25.10	2.70	-1.30	20.20	20.30	
Bandung5	60.90	-26.00	-7.00	17.80	13.30	13.80	10.90	26.80	23.60	
Bandung6	42.80	-33.90	0.10	12.80	-3.10	19.70	42.40	36.40	17.10	

Testpoint	Selisih Kuat Medan (dBmV/m)								
	KUNINGAN	PANDEGLANG	CIREBON	GARUT	PURWAKARTA	SUKABUMI	JAKARTA	SUMEDANG	
Bandung1	95.40	76.10	42.10	46.20	55.30	62.50	39.90	31.00	
Bandung2	67.00	62.30	20.40	8.90	39.80	49.90	29.20	11.00	
Bandung3	70.90	66.50	28.90	13.60	49.40	54.50	33.90	24.90	
Bandung4	70.30	62.30	32.50	26.20	48.60	52.60	31.10	31.00	
Bandung5	86.90	67.90	43.10	47.60	47.10	50.00	34.10	37.30	
Bandung6	76.70	42.70	30.00	45.90	23.10	0.40	6.40	25.70	

6. Wilayah Layanan Purwakarta

Testpoint	Kuat Medan (dBmV/m)									
	PURWAKARTA	CILEGON	MALINGPING	CIREBON	GARUT	BANDUNG	MAJALENGKA	JAKARTA	SUMEDANG	
Purwakarta1	16.50	16.00	15.60	5.00	-19.10	11.40	-34.30	69.70	10.60	
Purwakarta2	42.70	-10.50	-4.40	29.40	6.90	-10.30	22.00	25.40	45.40	
Purwakarta3	42.60	-10.10	-3.70	28.30	11.60	-7.00	15.30	26.00	47.00	
Purwakarta4	72.10	-5.10	1.00	20.00	3.30	41.10	-20.10	36.30	32.40	
Purwakarta5	65.60	-4.60	0.60	20.00	-0.90	28.50	-5.00	37.90	31.20	

Testpoint	Selisih Kuat Medan (dBmV/m)								
	CILEGON	MALINGPING	CIREBON	GARUT	BANDUNG	MAJALENGKA	JAKARTA	SUMEDANG	
Purwakarta1	0.50	0.90	11.50	35.60	5.10	50.80	-53.20	5.90	
Purwakarta2	53.20	47.10	13.30	35.80	53.00	20.70	17.30	-2.70	
Purwakarta3	52.70	46.30	14.30	31.00	49.60	27.30	16.60	-4.40	
Purwakarta4	77.20	71.10	52.10	68.80	31.00	92.20	35.80	39.70	
Purwakarta5	70.20	65.00	45.60	66.50	37.10	70.60	27.70	34.40	

7. Wilayah Layanan Sukabumi

Testpoint	Kuat Medan (dBmV/m)									
	SUKABUMI	CILEGON	CIREBON	GARUT	MALINGPING	PURWAKARTA	BANDUNG	P.RATU	JAKARTA	SUMEDANG
Sukabumi1	42.60	-2.70	12.70	-3.20	7.20	20.20	42.50	11.90	36.50	17.00
Sukabumi2	58.40	-2.20	10.10	-8.60	10.40	17.70	32.50	18.80	34.80	13.90
Sukabumi3	48.10	1.00	7.60	-13.40	13.90	12.80	24.50	42.10	38.90	11.00
Sukabumi4	48.70	1.20	8.10	-12.50	12.80	13.90	26.40	38.80	40.30	11.60

Testpoint	Selisih Kuat Medan (dBmV/m)									
	CILEGON	CIREBON	GARUT	MALINGPING	PURWAKARTA	BANDUNG	P.RATU	JAKARTA	SUMEDANG	
Sukabumi1	45.30	29.90	45.80	35.40	22.40	0.10	30.70	6.10	25.60	
Sukabumi2	60.60	48.30	67.00	48.00	40.70	25.90	39.60	23.60	44.50	
Sukabumi3	47.10	40.50	61.50	34.20	35.30	23.60	6.00	9.20	37.10	
Sukabumi4	47.50	40.60	61.20	35.90	34.80	22.30	9.90	8.40	37.10	

8. Wilayah Layanan Pelabuhan Ratu

Testpoint	Kuat Medan (dBmV/m)										
	P.RATU	BANDUNG	PANDEGLANG	CILEGON	CIREBON	MALINGPING	SUKABUMI	PURWAKARTA	CIANJUR	JAKARTA	SUMEDANG
P. Ratu1	63.60	14.30	11.30	1.30	4.10	21.20	29.90	9.00	19.00	33.70	7.10
P. Ratu2	42.60	15.90	5.90	-2.20	4.40	18.50	30.40	9.20	30.40	28.70	7.60
P. Ratu3	50.30	14.60	2.60	-4.70	3.80	16.50	26.90	7.90	33.10	24.80	6.80
P. Ratu4	47.20	8.10	1.10	-6.20	0.90	14.80	14.40	4.90	22.40	21.60	3.70
P. Ratu5	58.90	11.00	15.30	2.40	2.50	25.90	22.40	8.40	13.60	33.50	5.40

Testpoint	Selisih Kuat Medan (dBmV/m)										
	BANDUNG	PANDEGLANG	CILEGON	CIREBON	MALINGPING	SUKABUMI	PURWAKARTA	CIANJUR	JAKARTA	SUMEDANG	
P. Ratu1	49.30	52.30	62.30	59.50	42.40	33.70	54.60	44.60	29.90	56.50	
P. Ratu2	26.70	36.70	44.80	38.20	24.10	12.20	33.40	12.20	13.90	35.00	
P. Ratu3	35.70	47.70	55.00	46.50	33.80	23.40	42.40	17.20	25.50	43.50	
P. Ratu4	39.10	46.10	53.40	46.30	32.40	32.80	42.30	24.80	25.60	43.50	
P. Ratu5	47.90	43.60	56.50	56.40	33.00	36.50	50.50	45.30	25.40	53.50	

9. Wilayah Layanan Cianjur Selatan

Testpoint	Kuat Medan (dBmV/m)							
	CIANJUR	JAKARTA	SUMEDANG	MALINGPING	PURWAKARTA	CIREBON	SUKABUMI	BANDUNG
Cianjur1	47.50	28.30	16.50	7.10	11.10	12.30	39.50	41.60
Cianjur2	42.60	16.80	9.70	1.90	3.60	11.20	10.90	29.70
Cianjur3	55.50	19.20	10.70	5.70	4.80	9.20	16.50	26.50
Cianjur4	44.40	20.90	7.50	11.80	2.70	4.70	21.50	16.30
Cianjur5	53.60	26.20	11.10	11.80	6.50	7.70	36.50	25.40

Testpoint	Selisih Kuat Medan (dBmV/m)						
	JAKARTA	SUMEDANG	MALINGPING	PURWAKARTA	CIREBON	SUKABUMI	BANDUNG
Cianjur1	19.20	31.00	40.40	36.40	35.20	8.00	5.90
Cianjur2	25.80	32.90	40.70	39.00	31.40	31.70	12.90
Cianjur3	36.30	44.80	49.80	50.70	46.30	39.00	29.00
Cianjur4	23.50	36.90	32.60	41.70	39.70	22.90	28.10
Cianjur5	27.40	42.50	41.80	47.10	45.90	17.10	28.20

10. Wilayah Layanan Cirebon dan Indramayu

Testpoint	Kuat Medan (dBmV/m)					
	CIREBON	GARUT	PURWAKARTA	MAJALENGKA	JAKARTA	SUMEDANG
Cirebon1	57.20	-0.30	15.30	25.30	11.70	50.80
Cirebon2	110.50	0.30	11.20	26.50	8.90	51.70
Cirebon3	42.70	-14.40	1.80	3.10	1.30	11.20
Cirebon4	60.00	-8.10	5.60	14.40	5.10	13.20
Cirebon5	44.90	-1.10	18.70	23.00	14.30	47.00

Testpoint	Selisih Kuat Medan (dBmV/m)				
	GARUT	PURWAKARTA	MAJALENGKA	JAKARTA	SUMEDANG
Cirebon1	57.50	41.90	31.90	45.50	6.40
Cirebon2	110.20	99.30	84.00	101.60	58.80
Cirebon3	57.10	40.90	39.60	41.40	31.50
Cirebon4	68.10	54.40	45.60	54.90	46.80
Cirebon5	46.00	26.20	21.90	30.60	-2.10

11. Wilayah Layanan Garut, Tasikmalaya dan Ciamis

Testpoint	Kuat Medan (dBmV/m)						
	GARUT	CIREBON	PURWAKARTA	BANDUNG	JAKARTA	CIANJUR	SUMEDANG
Garut1	46.00	26.60	8.50	36.50	15.40	0.20	19.50
Garut2	16.70	22.20	4.70	6.90	4.80	-6.50	4.80
Garut3	-32.80	8.00	3.90	23.00	18.60	52.00	9.30
Garut4	42.60	17.80	-0.60	40.40	15.80	14.20	13.10
Garut5	48.80	22.40	1.40	45.00	16.80	7.90	19.00

Testpoint	Selisih Kuat Medan (dBmV/m)					
	CIREBON	PURWAKARTA	BANDUNG	JAKARTA	CIANJUR	SUMEDANG
Garut1	19.40	37.50	9.50	30.60	45.80	26.50
Garut2	-5.50	12.00	9.80	11.90	23.20	11.90
Garut3	-40.80	-36.70	-55.80	-51.40	-84.80	-42.10
Garut4	24.80	43.20	2.20	26.80	28.40	29.50
Garut5	26.40	47.40	3.80	32.00	40.90	29.80

12. Wilayah Layanan Sumedang

Testpoint	Kuat Medan (dBmV/m)							
	SUMEDANG	CIANJUR	JAKARTA	CIREBON	GARUT	PURWAKARTA	BANDUNG	MAJALENGKA
Sumedang1	36.00	-16.50	27.40	25.60	-1.70	39.90	-11.80	12.60
Sumedang2	72.60	-16.20	11.90	59.30	12.00	13.50	8.10	42.70
Sumedang3	77.20	-13.10	16.10	40.70	26.40	19.60	20.80	99.90
Sumedang4	53.40	-10.70	17.80	34.20	32.40	20.50	19.80	7.90
Sumedang5	47.10	-9.60	18.90	31.30	33.90	17.40	26.90	4.20
Sumedang6	42.60	-9.50	20.20	29.00	32.50	14.20	37.80	7.80
Sumedang7	43.50	-12.00	21.10	29.50	29.00	17.10	33.70	4.40
Sumedang8	52.50	-14.20	21.10	31.10	26.50	25.20	32.10	-3.80

Testpoint	Selisih Kuat Medan (dBmV/m)						
	CIANJUR	JAKARTA	CIREBON	GARUT	PURWAKARTA	BANDUNG	MAJALENGKA
Sumedang1	52.50	8.60	10.40	37.70	-3.90	47.80	23.40
Sumedang2	88.80	60.70	13.30	60.60	59.10	64.50	29.90
Sumedang3	90.30	61.10	36.50	50.80	57.60	56.40	-22.70
Sumedang4	64.10	35.60	19.20	21.00	32.90	33.60	45.50
Sumedang5	56.70	28.20	15.80	13.20	29.70	20.20	42.90
Sumedang6	52.10	22.40	13.60	10.10	28.40	4.80	34.80
Sumedang7	55.50	22.40	14.00	14.50	26.40	9.80	39.10
Sumedang8	66.70	31.40	21.40	26.00	27.30	20.40	56.30

13. Wilayah Layanan Majalengka

Testpoint	Kuat Medan (dBmV/m)							
	MAJALENGKA	BANDUNG	KUNINGAN	PURWAKARTA	CIREBON	GARUT	JAKARTA	SUMEDANG
Majalengka1	52.30	9.30	-29.90	16.60	51.60	16.50	14.20	80.80
Majalengka2	42.70	8.10	-28.60	13.50	59.30	12.00	11.90	72.60
Majalengka3	44.70	10.20	-27.00	12.80	55.00	13.80	12.00	72.60
Majalengka4	45.60	9.00	-19.80	14.60	43.40	20.30	12.60	35.90
Majalengka5	7.20	11.80	-14.80	15.60	36.10	27.50	13.40	33.70
Majalengka6	48.30	9.40	-19.40	17.30	38.60	29.30	14.60	50.70
Majalengka7	7.40	25.80	-16.40	15.90	32.90	37.20	15.70	29.80
Majalengka8	58.50	13.80	-28.40	16.70	46.20	20.60	15.30	83.00

Testpoint	Selisih Kuat Medan (dBmV/m)							
	BANDUNG	KUNINGAN	PURWAKARTA	CIREBON	GARUT	JAKARTA	SUMEDANG	
Majalengka1	43.00	82.20	35.70	0.70	35.80	38.10	-28.50	
Majalengka2	34.60	71.30	29.20	-16.60	30.70	30.80	-29.90	
Majalengka3	34.50	71.70	31.90	-10.30	30.90	32.70	-27.90	
Majalengka4	36.60	65.40	31.00	2.20	25.30	33.00	9.70	
Majalengka5	-4.60	22.00	-8.40	-28.90	-20.30	-6.20	-26.50	
Majalengka6	38.90	67.70	31.00	9.70	19.00	33.70	-2.40	
Majalengka7	-18.40	23.80	-8.50	-25.50	-29.80	-8.30	-22.40	
Majalengka8	44.70	86.90	41.80	12.30	37.90	43.20	-24.50	

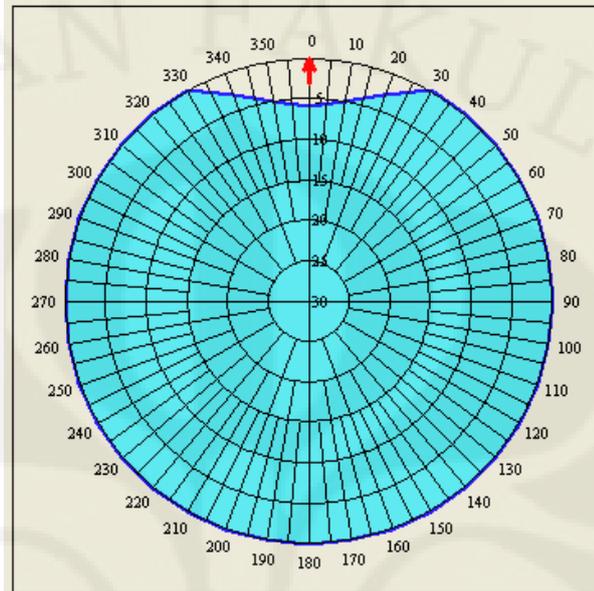
14. Wilayah Layanan Kuningan

Testpoint	Kuat Medan (dBmV/m)							
	KUNINGAN	BANDUNG	MAJALENGKA	PURWAKARTA	CIREBON	GARUT	JAKARTA	SUMEDANG
Kuningan 1	42.60	2.30	28.20	9.20	31.10	1.50	8.60	16.30
Kuningan 2	46.20	0.10	21.40	7.20	60.10	-5.00	7.00	14.40
Kuningan 3	47.10	-2.50	17.60	6.40	56.30	-3.80	6.10	10.30
Kuningan 4	52.90	0.60	14.90	7.10	41.60	1.50	6.20	8.00
Kuningan 5	48.00	3.50	13.20	8.00	27.00	5.10	6.80	6.30
Kuningan 6	8.50	8.50	3.00	10.80	22.30	7.80	9.40	12.80
Kuningan 7	-16.40	25.80	7.40	15.90	32.90	37.20	15.70	29.80

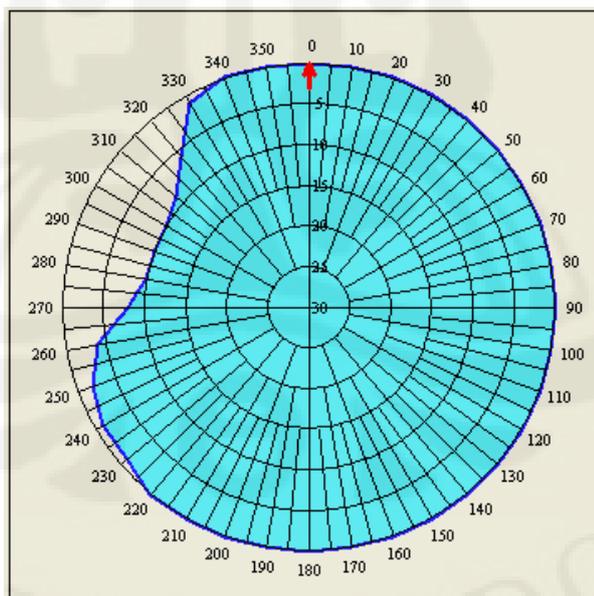
Testpoint	Selisih Kuat Medan (dBmV/m)							
	BANDUNG	MAJALENGKA	PURWAKARTA	CIREBON	GARUT	JAKARTA	SUMEDANG	
Kuningan 1	40.30	14.40	33.40	11.50	41.10	34.00	26.30	
Kuningan 2	46.10	24.80	39.00	-13.90	51.20	39.20	31.80	
Kuningan 3	49.60	29.50	40.70	-9.20	50.90	41.00	36.80	
Kuningan 4	52.30	38.00	45.80	11.30	51.40	46.70	44.90	
Kuningan 5	44.50	34.80	40.00	21.00	42.90	41.20	41.70	
Kuningan 6	0.00	5.50	-2.30	-13.80	0.70	-0.90	-4.30	
Kuningan 7	-42.20	-23.80	-32.30	-49.30	-53.60	-32.10	-46.20	

Lampiran 5 Pemberian atenuasi pada *interfering transmitter*

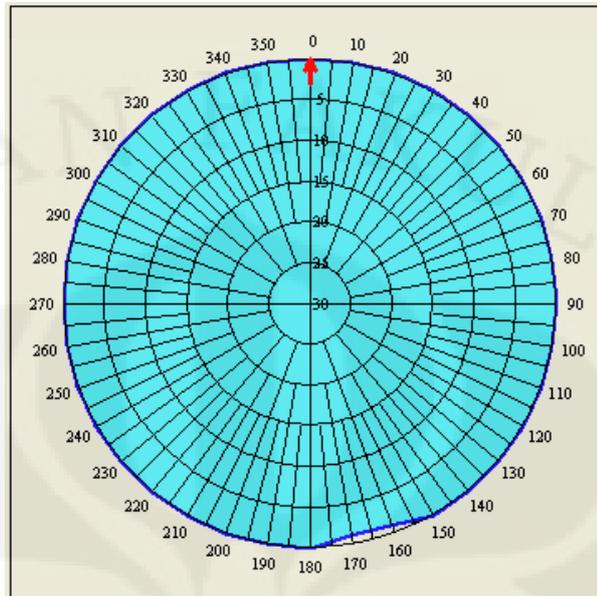
1. Pemancar Malingping Terhadap Wilayah Layanan Cilegon



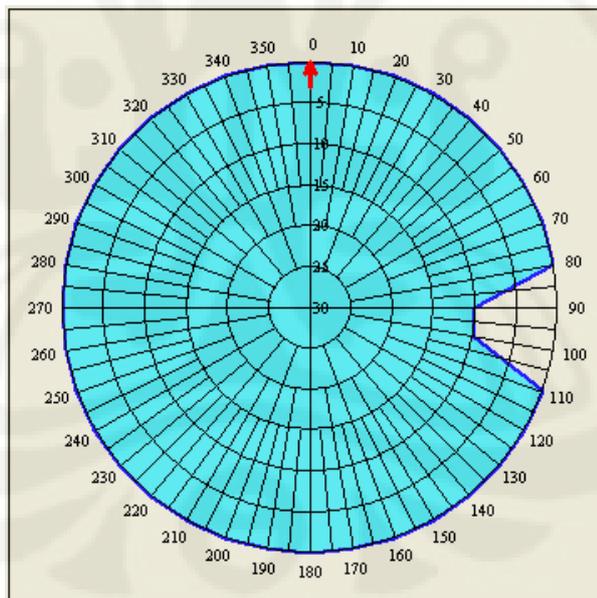
2. Pemancar Cirebon Terhadap Wilayah Layanan Purwakarta dan Garut



3. Pemancar Jakarta Terhadap Wilayah Layanan Cianjur



4. Pemancar Majalengka Terhadap Wilayah Layanan Kuningan



**Lampiran 6 Bentukan kontur wilayah layanan setelah pemberian
atenuasi dan analisis *Protection Ratio***

1. Pemancar Malingping Terhadap Wilayah Layanan Cilegon

Azimuth	Jangkauan [km]	Azimuth	Jangkauan [km]
0	25.2	180	40.1
10	26.6	190	40.0
20	27.4	200	39.2
30	32.3	210	38.6
40	32.0	220	37.7
50	28.3	230	37.3
60	25.6	240	38.0
70	18.0	250	35.6
80	20.2	260	33.0
90	14.4	270	29.0
100	23.9	280	24.3
110	32.0	290	27.7
120	37.3	300	28.0
130	39.8	310	29.7
140	39.6	320	29.0
150	39.1	330	26.1
160	38.9	340	26.3
170	40.1	350	24.0

Covered Area : 3181.75 sqkm

Status	Testpoint	Jarak [km]	Kuat Medan [dBμV/m]
Interfering	Malingping1	19.488	42.60
	Malingping2	32.870	46.80
	Malingping3	18.320	59.80
	Malingping4	13.951	66.10
	Malingping5	9.965	70.60
	Malingping6	10.741	63.70
Interfered	Cilegon1	93.293	2.70
	Cilegon2	79.298	6.50
	Cilegon3	60.739	13.70
	Cilegon4	71.126	9.50

2. Pemancar Cirebon Terhadap Wilayah Layanan Purwakarta dan Garut

Azimuth	Jangkauan [km]	Azimuth	Jangkauan [km]
0	52.8	180	22.3
10	52.8	190	13.0
20	56.3	200	12.1
30	59.4	210	12.1
40	60.5	220	12.9
50	60.5	230	13.6
60	58.5	240	38.8
70	55.7	250	43.9
80	55.7	260	43.8
90	56.2	270	39.2
100	53.0	280	37.2
110	55.4	290	37.9
120	56.8	300	38.6
130	56.9	310	40.5
140	56.6	320	45.6
150	56.1	330	54.6
160	53.0	340	55.5
170	44.4	350	54.0

Covered Area : 6973.50 sqkm

Status	Testpoint	Jarak [km]	Kuat Medan [dB μ V/m]
Interfering	Cirebon1	32.584	56.80
	Cirebon2	1.190	109.70
	Cirebon3	55.042	42.70
	Cirebon4	28.956	60.00
	Cirebon5	52.065	43.10
Interfered-1	Purwakarta1	221.961	-5.00
	Purwakarta2	89.125	19.40
	Purwakarta3	91.931	18.30
	Purwakarta4	126.384	10.30
	Purwakarta5	127.292	10.00
Interfered-2	Garut1	77.431	25.60
	Garut2	71.285	22.20
	Garut3	188.049	6.70
	Garut4	107.749	16.80
	Garut5	97.740	21.40

3. Pemancar Jakarta Terhadap Wilayah Layanan Cianjur

Azimuth	Jangkauan [km]	Azimuth	Jangkauan [km]
0	78.0	180	69.2
10	77.3	190	69.2
20	82.0	200	69.3
30	81.2	210	69.5
40	80.3	220	69.9
50	71.4	230	70.0
60	69.8	240	70.2
70	71.3	250	70.4
80	71.2	260	70.6
90	71.0	270	70.8
100	70.8	280	71.0
110	70.4	290	71.2
120	70.4	300	69.6
130	70.1	310	70.1
140	69.9	320	74.6
150	69.6	330	75.8
160	67.4	340	77.3
170	67.1	350	77.3

Covered Area : 16279.42 sqkm

Status	Testpoint	Jarak [km]	Kuat Medan [dB μ V/m]
Interfering	Jakarta1	10.821	85.80
	Jakarta2	71.233	42.60
	Jakarta3	60.933	47.60
	Jakarta4	53.770	51.30
	Jakarta5	44.300	56.20
	Jakarta6	46.018	56.00
	Jakarta7	64.427	45.90
	Jakarta8	57.799	49.60
Interfered	Cianjur1	107.436	27.50
	Cianjur2	157.963	16.30
	Cianjur3	145.307	18.20
	Cianjur4	136.895	20.90
	Cianjur5	114.691	25.60

4. Pemancar Majalengka Terhadap Wilayah Layanan Kuningan

Azimuth	Jangkauan [km]	Azimuth	Jangkauan [km]
0	29.9	180	18.6
10	30.2	190	15.6
20	30.9	200	11.3
30	31.3	210	7.9
40	31.1	220	6.4
50	30.7	230	7.4
60	30.1	240	8.8
70	30.5	250	10.0
80	29.3	260	11.4
90	17.3	270	9.8
100	15.5	280	8.5
110	24.9	290	7.6
120	19.4	300	9.3
130	10.7	310	16.7
140	9.0	320	21.7
150	10.7	330	25.7
160	15.6	340	26.2
170	18.6	350	29.0

Covered Area : 1296.63 sqkm

Status	Testpoint	Jarak [km]	Kuat Medan [dB μ V/m]
Interfering	Majalengka1	18.330	52.30
	Majalengka2	29.206	42.70
	Majalengka3	26.500	38.90
	Majalengka4	20.172	45.60
	Majalengka5	17.383	7.20
	Majalengka6	10.785	48.30
	Majalengka7	18.032	7.40
	Majalengka8	10.100	58.50
Interfered	Kuningan1	46.462	20.60
	Kuningan2	58.451	11.40
	Kuningan3	64.242	12.80
	Kuningan4	62.944	14.90
	Kuningan5	58.728	13.20
	Kuningan6	41.646	3.00
	Kuningan7	18.032	7.40