

STUDI KASUS PERHITUNGAN KUALITAS *FIELD STRENGTH* PADA PERENCANAAN PENYIARAN TV DIGITAL DVB-T2 DI WILAYAH PADANG DAN PARIAMAN

HENDRA SUDRAJAT DAN BEKTI YULIANTI

Program Studi Teknik Elektro Universitas Suryadarma, Jakarta

ABSTRAK

Operator TV Digital harus bisa memberikan layanan yang terbaik terhadap penyewa dan pemirsa di wilayah-wilayah layanan dalam zona layanannya sesuai komitmen pada saat seleksi penyelenggaraan multipleksing. Pelayanan yang diberikan diantaranya dengan memberikan kualitas sinyal penerimaan (field strength) yang bagus di wilayah-wilayah layanannya. Tujuan penelitian pada tugas akhir ini adalah melakukan proses perhitungan field strength prediction untuk mengetahui kuat sinyal dari suatu wilayah test point dan wilayah perencanaan untuk kemudian dianalisis dengan menggunakan simulasi Radio Planning software. Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa terdapat 9 wilayah dari 11 wilayah (81,8 %) yang mendapat hasil perhitungan field strength diatas 45,402 dB μ V/m, yang berpengaruh terhadap kualitas video. Wilayah yang mempunyai kualitas video baik sekali (Field Strength 110 – 80 dB μ V/m) adalah wilayah Padang kota dan Jl. Indarung. Wilayah yang mempunyai kualitas video baik Field Strength 80 – 60 B μ V/m) adalah wilayah Tugu Perjuangan, wilayah Teluk Bagan, wilayah Lubuk Begatung, wilayah Padang Kota, wilayah Siguntur, wilayah Pasar mbacang, wilayah yang mempunyai kualitas video cukup baik (Field Strength 60 – 45 dB μ V/m) adalah wilayah Lubuk Kalung dan wilayah yang tidak dapat menerima sinyal video (Field Strength dibawah 45 dB μ V/m adalah wilayah Pariaman dan Kampung Ladang.

Kata kunci : *multipleksing, coverage area, field strength prediction*

PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya teknologi *broadcasht* yang semula berbasis analog sekarang mulai beralih ke arah digital. Sistem penyiaran televisi digital ini mampu memancarkan sinyal gambar dan suara dengan kualitas penerimaan yang lebih tajam serta jernih di layar TV dibandingkan siaran analog.

Sejak akhir 2012, infrastruktur TV Digital sudah mulai dibangun dan dioperasikan oleh penyelenggara *multipleksing* swasta. Pada masa transisi, sinyal analog dan digital dipancarkan secara bersamaan yang dikenal dengan masa *simulcast*. Selain untuk tetap menjamin hak masyarakat mendapatkan informasi melalui media TV, tujuan masa transisi adalah agar masyarakat mulai melakukan peralihan ke siaran digital. Pada periode ini masyarakat juga bisa melihat perbedaan kualitas siaran analog dan digital.

Salah satu perbedaan antara siaran TV analog dan digital adalah pada pemanfaatan spektrum frekuensi radio sebagai sumber daya alam yang sangat terbatas. Pada sistem penyiaran TV analog, satu kanal frekuensi digunakan untuk menyalurkan satu program siaran TV. Sementara pada sistem penyiaran digital DVB-T2, satu kanal frekuensi mampu membawa hingga 12 program siaran *standard definition* (SDTV). Artinya, terjadi inefisiensi penggunaan spektrum frekuensi radio pada sistem analog. Sebaliknya pada system digital terdapat optimalisasi pemanfaatan kanal frekuensi.

Sebagai penyelenggara *multipleksing* TV digital, maka perusahaan harus mempersiapkan semua perangkat yang bisa mendukung agar penerimaan diwilayah tersebut dapat mencapai seluruh wilayah dengan kuat medan gelombang elektrik (*feild strength*) yang baik. semakin bagus sinyal kuat medan

(field strength) maka semakin bagus gambar yang diterima dan jika sinyal kuat medan yang diterima kurang dari batas pengukuran kuat medan (field strength) minimum maka gambar tidak akan diterima.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kuat medan (*field strength*) yang diterima pada wilayah-wilayah yang telah ditentukan yaitu wilayah test point yang dilakukan oleh pemerintah dan wilayah perencanaan yang ditentukan oleh perusahaan. Ketentuan batas cakupan wilayah yang harus dicapai adalah 80% wilayah test point dan wilayah perencanaan penyiaran (80% *coverage area*).

METODE

Sistem Standart Transmisi Digital

Sistem transmisi digital melalui satelit ini menggunakan standart yang disebut DVB-S (*Digital Video broadcasting Satellite*) dan mempunyai 3 standart yaitu :

1. DVB-T (*Digital Television*) Sistem ini sudah berlaku dan baru diterapkan di Amerika.
2. DVB-T (*Digital Video broadcasting Terrestrial*) Sistem yang berlaku dan sudah diterapkan di negara-negara Eropa
3. ISDB-T (*Integrated Service Digital Broadcasting terrestrial*) sistem yang berlaku di Jepang.

Dari hasil uji coba siaran TV Digital, Teknologi DVB-T mampu memultipleks beberapa program sekaligus. Secara Teknik pita *spectrum frekuensi radio* yang digunakan untuk televisi analog dapat digunakan untuk penyiaran televisi digital sehingga tidak perlu ada perubahan pita alokasi baik VHF maupun UHF. Sedangkan lebar pita frekuensi yang digunakan untuk analog dan digital dengan lebar pita frekuensi yang sama berbanding 1 : 6 yang artinya bila pada teknologi analog memerlukan pita selebar 8 Mhz untuk satu kanal transmisi, maka pada teknologi digital dengan lebar pita frekuensi yang sama dengan teknik

multipleks dapat digunakan untuk memancarkan sebanyak 6 hingga 8 kanal transmisi sekaligus dengan program yang berbeda tentunya dengan kualitas cukup baik. Disamping itu, penambahan varian DVB-H (*Handled*) mampu menyediakan tambahan sampai 6 program lagi, Khususnya untuk penerimaan bergerak (*mobile*). Hal ini sangat memungkinkan terjadinya penambahan siaran-siaran TV baru.

Selain ditunjang oleh teknologi penerima yang mampu beradaptasi dengan lingkungan yang berubah TV digital perlu ditunjang oleh sebuah pemancar yang membentuk jaringan berfrekuensi sama/SFN (*Single Frekuensi Network*) sehingga daerah cakupan dapat diperluas. Produksi pengolahan gambar yang baru (*cable, satelite, VCRm DVD Player, Cancorder Dll*) adalah dengan menggunakan format digital. Untuk itu supaya pesawat televisi analog masih dapat dipakai diperlukan inverter (*Set Top Box*) yang dapat merubah signal digital ke analog sehingga dapat dilihat dengan menggunakan TV *receiver* biasa.

Kualitas Penerimaan Siaran Televisi

Besarnya sinyal penerimaan siaran televisi di suatu tempat dipengaruhi beberapa parameter dari stasiun *transmitter* yang meliputi antara lain :

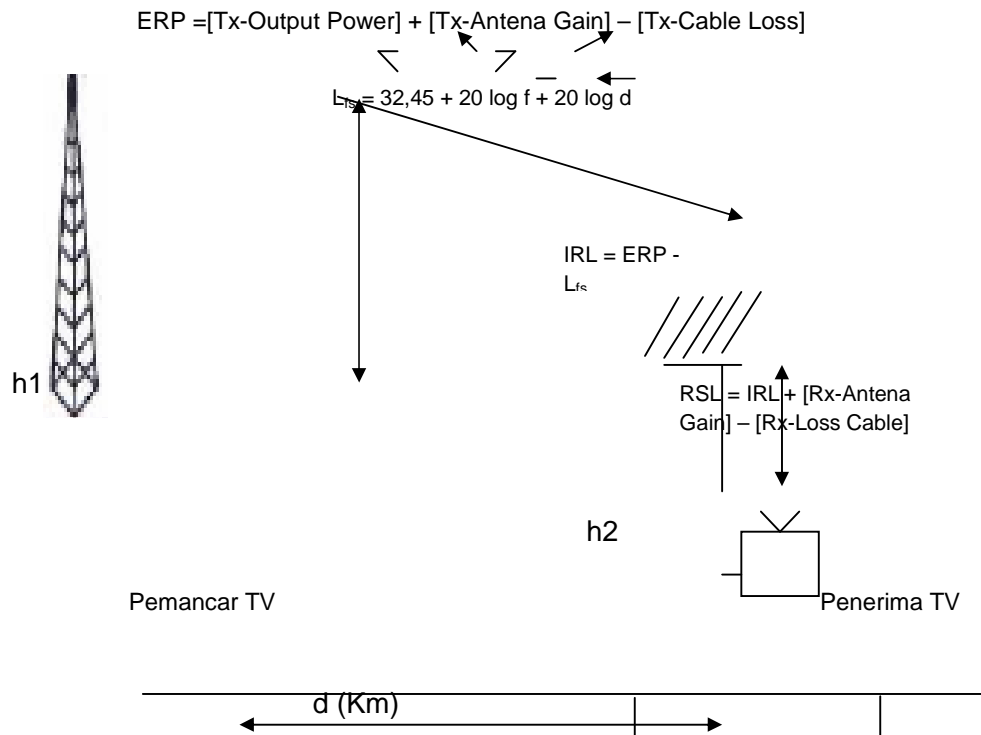
1. Daya pancar.
2. *Gain* dan sistem antena *transmitter*.
3. Jarak lokasi *transmitter* dengan lokasi *receiver*.
4. Frekuensi saluran yang digunakan.
5. Ketinggian lokasi pemancar.

Besarnya daya pancar akan mempengaruhi besarnya sinyal penerimaan siaran televisi di suatu tempat tertentu pada jarak tertentu dari stasiun pemancar televisi. Semakin tinggi daya pancar semakin besar *level* kuat medan penerimaan siaran televisi.

Effective Radiated Power (ERP) merupakan daya radiasi efektif yang dikeluarkan oleh antena pada saat sinyal informasi dipancarkan dan digunakan untuk melihat daya kerja sebuah sistem pemancaran. ERP sangat erat kaitannya dengan *gain* dari sebuah antena dan daya

keluaran dari sebuah pemancar. Yang merupakan gambaran kinerja dari suatu sistem pengiriman radio. ERP menunjukkan besarnya daya yang terpancar dari antenna pemancar maupun dari antenna. Kinerja sistem pengiriman

radio digambarkan oleh besaran *Effective Radiated Power* (ERP) yang merupakan penjumlahan daya keluaran *transmitter*, penguatan atau pelemahan antenna dan rugi-rugi saluran transmisi.



Gambar 1. Alur ERP Transmisi dan Receive Signal Level

Field Strength

Field strength atau yang disebut juga dengan *field intensity*, secara umum mempunyai pengertian sebagai kuat medan dari suatu gelombang elektrik, magnetik atau elektromagnetik di suatu titik tertentu. Secara khusus, *field strength* dapat diartikan sebagai kuat medan yang diterima oleh antenna *receiver* dari energi radiasi elektromagnetik yang dipancarkan oleh pemancar televisi pada suatu frekuensi tertentu. Dalam hal ini, *field strength* gelombang elektromagnetik mempunyai besaran dB μ V/meter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan Data

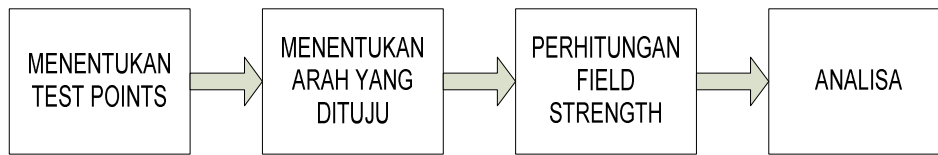
Wilayah layanan (*test points*) adalah suatu wilayah geografis yang ditetapkan oleh pejabat yang berwenang

berdasarkan undang-undang dimana stasiun penyiaran dari suatu lembaga penyiaran mendapat lisensi atau kewenangan untuk menyangkan siaran dalam area tersebut yang dikirim diterima dengan baik. Sedangkan wilayah jangkauan (*coverage area*) adalah wilayah jangkauan yang dapat dijangkau oleh perangkat transmitter dimana wilayah tersebut sinyal masih dapat diterima dengan baik dalam keadaan tanpa pengaruh interferensi dari pemancar lainnya. Perhitungan *field strength* adalah untuk mengetahui besarnya sinyal yang akan diterima di suatu wilayah yang nantinya akan menjadi referensi untuk menentukan karakteristik perangkat transmisi.

Sebagai bahan Perencanaan jaringan DVB-T2 di wilayah layanan

Padang dan Pariaman yang ditargetkan untuk mencapai *Coverage* minimum 80% dari jumlah total populasi di wilayah layanan yang dituju dilakukan penyesuaian parameternya, selanjutnya

dilakukan perhitungan kuat medan minimum dan kuat medan prediksi disetiap titik *test poin* dan titik yang direncanakan.



Gambar 2. Tahapan Penelitian

Untuk menganalisis *coverage* pancaran, digunakan alat bantu berupa *Radio Planning Software* buatan *Farrant Consulting Ltd.* dengan menggunakan data dan parameter utama sebagai berikut:

1. *Digital Elevation Model (DEM)* menggunakan *Shuttle Radar Topography Mission*, version 2, dari NASA.
2. *Propagation Model* menggunakan *Irregular Terrain Model (ITM)*
3. *Horizontal Pattern Antenna* adalah *omni-directional*
4. *Level field strength* dinyatakan dalam dBuV/m.

Dalam teknis perhitungan kuat medan dari tiap pemancar pada berbagai *test-point* seperti yang tertera pada Keputusan Menteri Komunikasi dan Informatika No. 23 Tahun 2011 serta wilayah perencanaan yang prediksi titik-titik *coverage area* disesuaikan dengan penyebaran populasi dan topografi pada jarak dan arah yang bervariasi dalam setiap wilayah layanan, untuk perhitungan batas minimum *field strength coverage area* mengacu pada rekomendasi ITU-R BT.1368-10 tentang *Planning Criteria, Including Protection Ratio for Digital Terrestrial Television Services in VHF/UHF Bands* dan rekomendasi ITU-R P.1456-1 tentang *Method for Point-to-area Predictions for Terrestrial Services in The Frequency Range 30 MHz to 3000 MHz*.

Parameter-parameter yang menjadi pertimbangan utama dalam perhitungannya, adalah sebagai berikut:

1. *Operational frequency* yang digunakan adalah *center frequency* dari kanal permanen tertinggi yang tercantum dalam dokumen seleksi untuk dalam setiap wilayah layanan (kanal 45 frekuensi 662–670 MHz).
2. Besaran daya yang dipancarkan merupakan total pancaran daya efektif (*effective radiated power*) dari antena yang telah memperhitungkan redaman *feeder* yang timbul dan penguatan antena itu sendiri.
3. Nilai minimum *field strength* pada penerima diasumsikan menggunakan *fixed rooftop* dengan ketinggian 10 meter dari permukaan tanah.
4. Titik-titik lokasi perhitungan mengacu pada prediksi *coverage area* di titik *test points* yang tercantum dalam Permen No. 23/PER/M.KOMINFO/112011 tentang Rencana Induk (Masterplan) Frekuensi Radio untuk Keperluan Televisi Siaran Digital Terrestrial pada pita Frekuensi Radio 478 – 694 MHz, dan pada titik-titik sesuai dengan penyebaran populasi dan topografi pada jarak dan arah yang bervariasi dalam setiap wilayah layanan.

Data perhitungan yang diperlukan untuk menentukan *equivalent minimum field strength* dan *field strength prediction* dimasing-masing wilayah layanan sebagai berikut:

a. Padang dan Pariaman

1. Koordinat : 100° 27' 7,00" BT / 00° 57' 11,00" LS
2. Alamat : Jl. Simpang Ulugadut RT 01/05, Lubuk Kilangan, Bandar Buat, Padang, Sumatera Barat.
3. Ketinggian lokasi : 95 meter di atas permukaan laut
4. Tinggi menara : 60 meter, Self Supporting Tower
5. Power pemancar : 600 Watt
6. Sistem antena :
 - a. Jumlah panel : 6 panel, 1 arah
 - b. Penguatan antena : 12,3 dB
 - c. Redaman feeder : 1,186 dB

b. Data kapasitas perangkat yang digunakan

Channel	45	UHF
Frequency	666	MHz
TX Power	0.6	kWatt
TX Antenna Gain	12.3	dB
TX Feeder Losses	1.186	dB
RX Noise Figure	6	dB
RX C/N Ratio	20	dB
RX Antenna Gain	10	dB
RX Feeder Losses	3	dB
Man Made Noise	5	dB
Location Correction	9	dB
Tower Height	60	M
Site Altitude	95	M



Gambar 3. Peta perencanaan coverage area.

Perhitungan Kuat medan ekuivalen minimum.

a. Daya input noise penerima

$$P_n = F + 10 \log_{10}(kT_0B)$$

$$P_n = 6 + 10 \log (1,38.10^{-23} (Ws/K) \times 290$$

$$(K) \times 7,6.10^6 (Hz)$$

$$P_n = -129,169 \text{ dBW}$$

- P_n = Daya input *noise* penerima (dBW)
- F = Figur *noise* penerima (dB)
- k = Konstanta Boltzmann ($k = 1,38.10^{-23} Ws/K$)
- T_0 = Suhu absolut ($T_0 = 290 \text{ K}$)
- B = *Bandwidth noise* penerima ($B = 7,6.10^6 \text{ Hz}$)

b. Daya input minimum penerima

Keterangan :

$$P_{s \text{ min}} = C/N + P_n$$

$$P_{s \text{ min}} = 20 + (-129,169)$$

$$P_{s \text{ min}} = -109,169 \text{ dBW}$$

Keterangan :
 $P_{s \text{ min}}$ = Daya input minimum penerima (dBW)
 C/N = RF *Signal to Noise Ratio* pada input penerima (dB)

c. *Effective antenna apertur*

$$A_a = G_{RX} + 10 \log_{10} (1,64\lambda^2/4\pi)$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{666 \text{ MHz}} = 0,45 \text{ m}$$

Maka :

$$A_a = G_{RX} + 10 \log_{10} (1,64\lambda^2/4\pi)$$

$$A_a = 10 + 10 \log (1,64 \times (0,45)^2/4(3,14))$$

$$A_a = -5,771 \text{ dBm}$$

Keterangan :
 A_a = *Effective antenna apertur* (dBm²)
 G_{RX} = *RX Antenna Gain* (dB)
 λ = Panjang gelombang sinyal (m)

d. *Power Flux Density* minimum pada penerima

$$\Phi_{\text{min}} = P_{s \text{ min}} - A_a + L_{RX}$$

$$\Phi_{\text{min}} = (-109,169) - (-5,771) + 3$$

$$\Phi_{\text{min}} = -100,398 \text{ dBW/m}^2$$

Keterangan :
 Φ_{min} = *Power Flux Density* minimum pada penerima (dBW/m²)
 L_{RX} = *RX Feeder Loss* (dB)

e. Kuat medan equivalent Minimum penerima (E_{min})

$$E_{\text{min}} = \Phi_{\text{min}} + 120 + 10 \log (120\pi)$$

$$E_{\text{min}} = \Phi_{\text{min}} + 145,8$$

$$E_{\text{min}} = (-100,398) + 145,8$$

$$E_{\text{min}} = 45.402 \text{ dB}\mu\text{V/m}$$

f. Kuat medan ekuivalen median minimum perencanaan

$$E_{\text{med}} = E_{\text{min}} + P_{\text{mmn}} + C_l$$

$$E_{\text{med}} = 45,402 \text{ dB}\mu\text{V/m} + 5 \text{ dB} + 9 \text{ dB}$$

$$E_{\text{med}} = 59,402 \text{ dB}\mu\text{V/m}$$

Keterangan :
 E_{med} = Kuat medan ekuivalen median minimum perencanaan (dB μ V/m)

$$P_{\text{mmn}} = \text{Batasan Man Made Noise (dB)}$$

$$C_l = \text{Location Correction (dB)}$$

Perhitungan Power Factor.

a. Menentukan Power tx dari watt menjadi Power TX dalam (dB)

$$P_{TX} = 10 \log P_{tx}(\text{Watt})$$

$$= 10 \log 600$$

$$= 27,782 \text{ dB}$$

Keterangan :
 P_{TX} adalah Power transmitter dalam dB
 P_{tx} adalah Power transmitter dalam watt (600 Watt)

b. Menentukan Power Daya Pancar

$$P_{ERP} = P_{TX} + \text{Antena Gain TX} - \text{cable Losse TX}$$

$$= 27,782 + 12,3 - 1,186$$

$$= 38,896 \text{ dB}$$

Keterangan :
 P_{ERP} adalah Power daya pancar
 Antena Gain TX adalah Penguatan antenna pemancar
 Cable Losses TX adalah Redaman kabel pemancar

Menentukan 1kW_{ERP} dari watt menjadi 1kW_{ERP} (dB)

$$1\text{kW}_{ERP} = 10 \log 1000 (\text{Watt})$$

$$= 30,000 \text{ dB}$$

Maka diperoleh Power_{factor}

$$P_{\text{factor}} = P_{ERP} - 1\text{kW}_{ERP}$$

$$= 38,896 - 30,000$$

$$P_{\text{factor}} = 8,896 \text{ dB}$$

Perhitungan Field Strength Prediction Wilayah Test Points

$$FS = FS \text{ 1kW} - \text{Antena Gain Deviation} + P_{\text{factor}}$$

Keterangan :
 FS adalah *Field Strength Prediction*
 FS 1kW adalah prediksi kuat medan dari rekomendasi ITU-R P.1546-1.
 Nilai *Antenna Gain Deviation* diperoleh berdasarkan sumber data perusahaan

Tabel 1. Hasil Perhitungan FS Prediksi Test Point

WILAYAH	KOORDINAT	JARAK	FS 1kW	Deviasi	FS
		(KM)	(dB μ V/m)	Ant. Gain (dB)	PREDICTION (dB μ V/m)
PADANG KOTA	00°57'05" LS - 100°29'18" BT	1,00	100,00	0,00	98.896
PADANG KOTA	00°49'33" LS - 100°23'35" BT	15,00	60,00	0,00	68.896
SIGUNTUR	01°03'26" LS - 100°24'46" BT	15,00	60,00	0,00	68.986
KAMPUNG LADANG	00°38'32" LS - 100°11'18" BT	50,00	32,00	10,00	40.896

Tabel 2. Hasil Perhitungan FS Prediksi sesuai perencanaan

WILAYAH	KOORDINAT	JARAK	FS 1kW	Deviasi	FS
		(KM)	(dB μ V/m)	Ant. Gain (dB)	PREDICTION (dB μ V/m)
JL. INDARUNG	00°57'05" LS - 100°28'36" BT	5,00	78,00	4,00	82.896
TUGU PERJUANGAN	00°57'00" LS - 100°21'11" BT	8,00	70,00	0,00	78.896
TELUK BAGAN	01°29'35,21" LS - 100°03'30,18" BT	10,00	68,00	0,00	76.896
LUBUK BEGATUNG	01°00'00" LS - 100°22'38,18" BT	10,00	68,00	2,00	74.896
PASAR AMBACANG	01°30'24,51" LS - 100°30'32,29" BT	20,00	53,00	0,00	61.896
LUBUK KALUNG	01°19'27,57" LS - 100°17'20" BT	30,00	44,00	2,00	50.896
PARIAMAN	01°22'25,95" LS - 100°07'48,16" BT	40,00	36,00	0,00	44.896

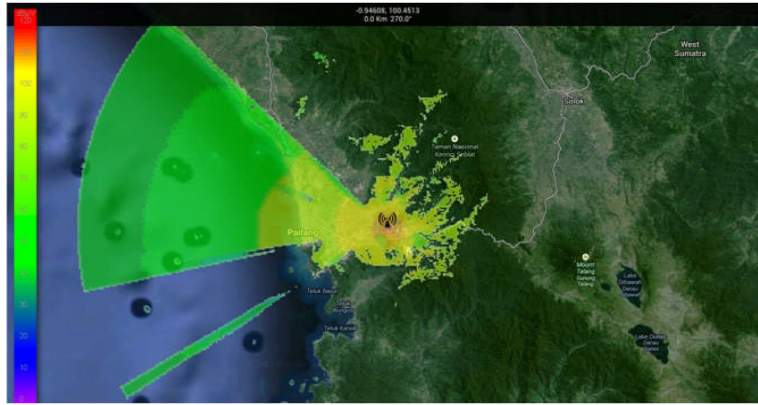
Dari 11 wilayah yang telah dianalisis yaitu 4 wilayah *test points* dan 7 wilayah perencanaan yang ditargetkan, hanya 9 wilayah *test points* dan wilayah perencanaan yang mendapatkan nilai di atas 45.402 dB μ V/m batas kuat medan ekuivalen minimum penerima, sehingga dapat mencapai 81,8 % ($9/11 \times 100\% = 81,8\%$) dari *population coverage*.

Analisis Coverage Area

Berdasarkan hasil perhitungan, *Level field strength prediction* dapat dijadikan sebagai bagian data yang akan diolah untuk menganalisis *coverage area* pancaran, dengan menggunakan alat

bantu berupa *Radio Planning Software* buatan Farrant Consulting Ltd. dengan menggunakan data dan parameter utama sebagai berikut:

1. *Digital Elevation Model (DEM)* menggunakan *Shuttle Radar Topography Mission*, version 2, dari NASA.
2. *Propagation Model* menggunakan *Irregular Terrain Model (ITM)*.
3. *Horizontal Pattern Antenna* adalah *omni-directional*.
4. *Level field strength prediction* dinyatakan dalam dB μ V/m.



Gambar 4. Coverage area Padang dan Pariaman.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dengan mempertimbangkan seluruh aspek, Maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari keseluruhan perhitungan *field strength* di 4 wilayah *test points* dan 7 wilayah perencanaan terdapat 9 wilayah (81,8 %) yang mendapat hasil perhitungan *field strength* diatas 45,402 dB μ V/m yaitu : wilayah Padang Kota, wilayah Jl.Indarung, wilayah Tugu Perjuangan, wilayah Teluk Bagan, wilayah Lubuk Begatung, wilayah Padang Kota, wilayah Siguntur, wilayah Pasar Ambacang dan wilayah Lubuk Kalung. Hal ini menunjukkan bahwa batas wilayah minimum (80% coverage area), sudah tercapai sesuai dengan perencanaan.
2. Hasil analisis simulasi Radio *Planning software* terhadap wilayah *test points* dan wilayah perencanaan adalah sebagai berikut :
 - a. Wilayah yang mempunyai kualitas video baik sekali (Nilai *Field Strength* 110 – 80 dB μ V/m), terjadi pada wilayah Padang kota pada jarak 1 Km dan Jl. Indarung pada jarak 5 Km.
 - b. Wilayah yang mempunyai kualitas video baik (Nilai *Field Strength* 80 – 60 B μ V/m) adalah wilayah Tugu Perjuangan pada jarak 8 Km, wilayah Teluk Bagan pada jarak 10 Km, wilayah Lubuk Begatung pada jarak 10 Km, wilayah Padang Kota pada jarak 15 Km, wilayah Siguntur pada jarak 15 Km, wilayah Pasar Ambacang pada jarak 20 Km.
 - c. Wilayah yang mempunyai kualitas video cukup baik (Nilai *Field Strength* 60 – 45 dB μ V/m) adalah wilayah Lubuk Kalung pada jarak 30 Km.
 - d. Wilayah yang tidak dapat menerima sinyal video (Nilai *Field Strength* dibawah 45 dB μ V/m) adalah wilayah Pariaman pada jarak 40 Km dan Kampung Ladang pada jarak 50 Km.

DAFTAR PUSTAKA

- Collin, Robert E.1985, ***Antenna And Radio Wave Propagation***. Published by McGraw - Hill, Inc.
- Grob, Bernard dan Sahat Pakpahan,1993, ***Sistem Televisi dan Video***. Jakarta: Erlangga. 1993
- Haryadi, Ichwan, 1981, ***Dasar Teknik Televisi***. Surabaya; Yayasan Pengembangan Ilmu Pendidikan.
- Simanjuntak, Ir. Tiur LH.2002, ***Dasar-Dasar Telekomunikasi***. Bandung: P.T. Ulumni.
- Zhanggischan, Ir dan Prof, Dr. Zuhail Msc. EE,2004, ***Prinsip Dasar Teknik Elektro***, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- MNC Group,2014, ***Perencanaan Infrastruktur Penyiaran TV digital DVB-T2 Nasional***.
- Recommendation ITU-R BT.1368-10 ***Planning Criteria, Including Protection Ratios, for Digital Terrestrial Television Services in the VHF/UHF bands***. (01/2013)
- Recommendation ITU-R P.1546-1, ***Method for Point-to-Area Predictions for Terrestrial Services in the Frequency Range 30 MHz to 3 000 MHz***. (2001-2003)