

ANALISIS MODE PENERIMAAN *FIXED (ROOF-TOP)* PADA PERFORMANSI PEMANCAR TELEVISI DIGITAL (DVB-T2) DALAM *SINGLE FREQUENCY NETWORK (SFN)*

Hoyi Kharisma Anjani¹, Dr. Rina Pudji Astuti, Ir.,MT.², Yuyun Siti Rohmah, ST.,MT.³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Jl. Telekomunikasi No. 1 Ters. Buah Batu Bandung 40257

E-mail : ¹hoyikharismaanjani@gmail.com

Abstrak

Dalam perancangan jaringan televisi digital dapat menghemat spektrum frekuensi dengan menggunakan *Single Frequency Network (SFN)*. Pada jurnal ini akan membahas bagaimana sistem *Single Frequency Network (SFN)* bekerja menentukan level daya yang diterima oleh satu penerima terhadap beberapa pemancar pada mode penerimaan *fixed (roof-top)*. Mode penerimaan ini berperan dalam pemilihan parameter yang akan digunakan.

Perhitungan yang diterapkan adalah estimasi *Signal to Interference Ratio (S/I)* yaitu level daya *signal* suatu penerima dibandingkan dengan *interference* yang masuk pada penerima. Metode estimasi ini ditentukan juga dengan kriteria QoS ($C \geq C_{\min}$ dan $(C/I) \geq (C/I)_{\min}$) yang digunakan sebagai pembanding untuk sinyal berkualitas baik atau buruk. Nilai C_{\min} ditentukan berdasarkan perhitungan di lapangan sedangkan nilai $(C/I)_{\min}$ ditentukan berdasarkan standard ETSI. Penentuan jarak maksimum antar pemancar sebesar 8.4 km didapat dari spesifikasi mode 32k DVB-T2 dengan guard interval 1/128.

Hasil yang didapat dengan metode simulasi SFN, disetiap titik penerima dapat memperoleh daya yang berkontribusi dari seluruh pemancar yang bekerja di area cakupan yang telah ditentukan. Dimana semakin banyak pemancar maka daya terima akan semakin meningkat, namun jumlah pemancar harus disesuaikan dengan luas area dan harus sesuai dengan referensi jaringan yang telah ditentukan oleh standard ETSI. Di area uji 20km x 20km pada kriteria QoS $C_{\min} = -75$ dBm dan $(C/I)_{\min} = 20.6$ dB tercapai 100% dengan tujuh pemancar.

Kata kunci : TV digital, DVB-T2, SFN, S/I, *fixed (roof-top)*

Abstract

In the design of a digital television network can save frequency spectrum by using Single Frequency Network (SFN). In this paper will discuss how the system Single Frequency Network (SFN) work determines the power level received by the receiver to some transmitters at fixed reception mode (roof-top). This reception mode plays a role in the selection of parameters to be used.

The calculation is applied to estimate the Signal to Interference Ratio (S/I) is a receiver signal power levels compared to incoming interference at the receiver. This estimation method is also determined by the QoS criteria ($C \geq C_{\min}$ and $(C/I) \geq (C/I)_{\min}$) were used as a comparison to the signal quality is good or bad. C_{\min} value is determined based on the calculation on the field while the value of $(C/I)_{\min}$ is determined based on the ETSI standard. Determination of the distance between the transmitter maximum of 8.4 km obtained from the specifications of DVB-T2 32K mode with guard interval of 1/128.

The results obtained with the method simulation SFN, at every point the receiver can obtain the power contributed from the whole transmitter that works in the area of coverage has been determined. Where more and more transmitter power received it will increase, but the number of transmitter should be adjusted to the area and should be in accordance with a predetermined reference networks by ETSI standards. In the test area 20km x 20km on QoS criteria $C_{\min} = -75$ dBm and $(C/I)_{\min} = 20.6$ dB covered 100% with seven transmitters.

Keywords : Digital television, DVB-T2, SFN, S/I, *fixed (roof-top)*

1. Pendahuluan

Penyiaran televisi digital sudah mulai dikembangkan di Indonesia. *Digital Video Broadcasting – Terrestrial second generation (DVB-T2)* adalah standard penyiaran televisi digital yang merupakan pengembangan dari standard sebelumnya yaitu DVB-T. Perbedaananya terletak pada pemilihan parameter yang digunakan. Pilihan parameter pemancar pada DVB-T2 lebih lengkap, sehingga memungkinkan untuk melakukan perancangan jaringan dengan berbagai macam kondisi perencanaan. Salah satu kelebihan penyiaran digital dibandingkan dengan penyiaran analog adalah dalam perancangan jaringan televisi digital dapat menghemat spektrum

frekuensi karena menggunakan *Single Frequency Network (SFN)*. SFN merupakan jaringan penyiaran dimana beberapa pemancar mengirimkan sinyal yang sama secara simultan, dalam frekuensi yang sama dan dalam waktu yang sama. Dalam paper ini akan membahas bagaimana sistem SFN bekerja menentukan level daya yang diterima oleh satu penerima terhadap beberapa pemancar dengan mode penerimaan *fixed (roof-top)* pada penyiaran televisi digital DVB-T2. Penelitian terhadap daerah cakupan SFN telah dilakukan pada penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Arief Budi Santiko dengan judul

“Estimasi *Signal to Interference Ratio* dan Daerah Cakupan Untuk *Single Frequency Network* Pada Siaran TV Digital (DVB-T)”^[2]. Hal yang akan dianalisis dalam penelitian ini adalah level daya terima yang diterima oleh tiap penerima sehingga nantinya akan didapatkan *coverage area* dengan ditentukan terlebih dahulu nilai *threshold* QoS ($C \geq C_{min}$ dan $(C/I) \geq (C/I)_{min}$) yang harus dipenuhi oleh masing-masing penerima.

2. Sistem DVB-T2

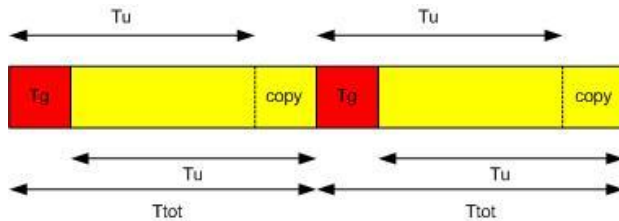
Dibandingkan dengan DVB-T, standard DVB-T2 mempunyai lebih banyak pilihan parameternya. Dengan mengkombinasikan beberapa jenis modulasi yang berbeda ukuran FFT dan *guard interval* akan membuat para perancang SFN dan *Multi Frequency Network* (MFN) dapat mendesain jaringan untuk berbagai macam kondisi yang berbeda. Pada standard DVB-T2 dengan semakin banyaknya parameter dari mode transmisi yang digunakan maka akan membuat para perancang jaringan DVB-T2 mempunyai banyak pilihan untuk memilih mode transmisi yang akan digunakan. Pemilihan mode transmisi ini dapat berdasarkan beberapa macam aspek, yaitu dilihat dari jenis layanan data yang dikirimkan, kondisi kanal dan kondisi penerima (*user*). Dimana untuk tiap kombinasi dari ketiga aspek diatas, parameter yang dapat digunakan nantinya dapat berbeda-beda.

	DVB-T	DVB-T2 (new/improved options in bold)
FEC	Convolutional Coding+Reed Solomon	LDPC + BCH
Modes	QPSK, 16QAM, 64QAM	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM
Guard Interval	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	1/4, 19/128, 1/8, 19/256, 1/16, 1/32, 1/128
FFT Size	2k, 8k	1k, 2k, 4k, 8k, 16k, 32k
Scattered Pilots	8% of total	1%, 2%, 4%, 8% of total
Continual Pilots	2.6% of total	0.35% of total
Bandwidth	6, 7, 8 MHz	1.7, 5, 6, 7, 8, 10 MHz
Typical data rate (UK)	24 Mbit/s	40 Mbit/s
Max. data rate (@20 dB C/N)	31.7 Mbit/s	45.5 Mbit/s
Required C/N ratio (@24 Mbit/s)	16.7 dB	10.8 dB

Gambar 2.1 Perbedaan parameter antara DVB-T dengan DVB-T2 ^[8]

2.1 Guard Interval

Untuk mengatasi *Inter Symbol Interference* (ISI) pada sistem *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM), digunakan penyisipan *guard interval*. *Guard interval* adalah bagian akhir dari simbol OFDM yang digandakan dan diletakkan diawal simbol. Dengan adanya durasi *guard interval* maka durasi simbol OFDM yang terkirim akan lebih lama.



Gambar 2.2 Skema guard interval

$$T_{tot} = T_g + T_u \quad \dots (2.1)$$

Keterangan :

T_{tot} = durasi simbol OFDM terkirim

T_u = durasi useful simbol

T_g = durasi guard interval

Tujuan penyisipan *guard interval* agar simbol yang terinterferensi adalah bagian *guard interval*nya, sedangkan bagian simbol OFDM yang mengandung sinyal informasi tidak terkena interferensi.

		GI-Fraction						
		1/128	1/32	1/16	19/256	1/8	19/128	1/4
FFT	T_U (ms)	GI (μ s)						
32k	3.584	28	112	224	266	448	532	n/a
16k	1.792	14	56	112	133	224	266	448
8k	0.896	7	28	56	66.5	112	133	224
4k	0.448	n/a	14	28	n/a	56	n/a	112
2k	0.224	n/a	7	14	n/a	28	n/a	56
1k	0.112	n/a	n/a	7	n/a	14	n/a	28

Gambar 2.3 Spesifikasi Panjang Guard Interval Untuk DVB-T2 Pada Bandwidth 8 MHz ^[9]

Selain itu *guard interval* juga berfungsi untuk menentukan jarak ideal antar pemancar. Jarak antar pemancar berpengaruh terhadap waktu kedatangan sinyal ke penerima, maka waktu kedatangan dibatasi dengan besar durasi *guard interval* yang ditetapkan. Waktu kedatangan sinyal yang melebihi waktu *guard interval* akan menyebabkan *self interference*, maka perlu menerapkan jarak ideal antar pemancar. Diasumsikan cepat rambat gelombang elektromagnetik (*high frequency*) setara dengan cepat rambat cahaya dengan batasan bahwa gelombang merambat pada medium udara, tanpa *obstacle* / penghalang dan tanpa pengaruh redaman hujan. Maka jarak maksimum antar pemancar (d) bisa didapat dengan persamaan berikut :

$$d = T_g * c \quad \dots (2.2)$$

Keterangan:

c = kecepatan gelombang elektromagnetik

d = jarak maksimum antar pemancar

T_g = durasi *guard interval*

Untuk mengetahui apakah cakupan wilayah tersebut menerima *signal* atau *interference*, dapat menggunakan perhitungan sebagai berikut ^[2]:

$$t = \frac{\Delta d}{c} \quad \dots (2.3)$$

Δd merupakan jarak antara pemancar dan penerima, sedangkan t adalah durasi kedatangan sinyal. Semakin jauh jarak antara pemancar dan penerima, maka semakin besar waktu yang dibutuhkan sebuah sinyal untuk diterima di *receiver*. Setelah didapat t , selanjutnya dibandingkan dengan durasi *guard interval* yang digunakan. Jika $t \leq$ durasi *guard interval*, maka daya yang diterima dianggap *signal* (S). Tetapi jika $t \geq$ durasi *guard interval*, maka daya yang diterima merupakan *interference* (I) ^[2].

2.2 Model Propagasi

Pada model propagasi baik berdasarkan teori maupun pengukuran mengindikasikan bahwa rata-rata daya sinyal terima menurun secara logaritmis terhadap jarak. Pada kenyataannya kuat sinyal yang diterima tergantung pada jarak (d) dan rugi lintasan (n) yang bertambah terhadap jarak tersebut. Oleh karena itu model *Log-distance pathloss* dipilih sebagai model propagasi dalam penelitian ini. Model ini juga digunakan untuk mengetahui kontribusi sejumlah N pemancar ($N > 1$) pada setiap lokasi penerima yang bertujuan untuk menentukan daya terima. Perhitungan daya terima dilakukan secara matematis menggunakan persamaan berikut [2]:

$$P_{i(dBm)} = P_{t(dBm)} - 10n \log d_{(meter)} \quad \dots (2.4)$$

Nilai n mengindikasikan seberapa besar rugi lintasan (*pathloss*) bertambah terhadap jarak (d). Nilai n tergantung pada kondisi geografis suatu wilayah. P_i merupakan daya terima yang berasal dari pemancar ke- n .

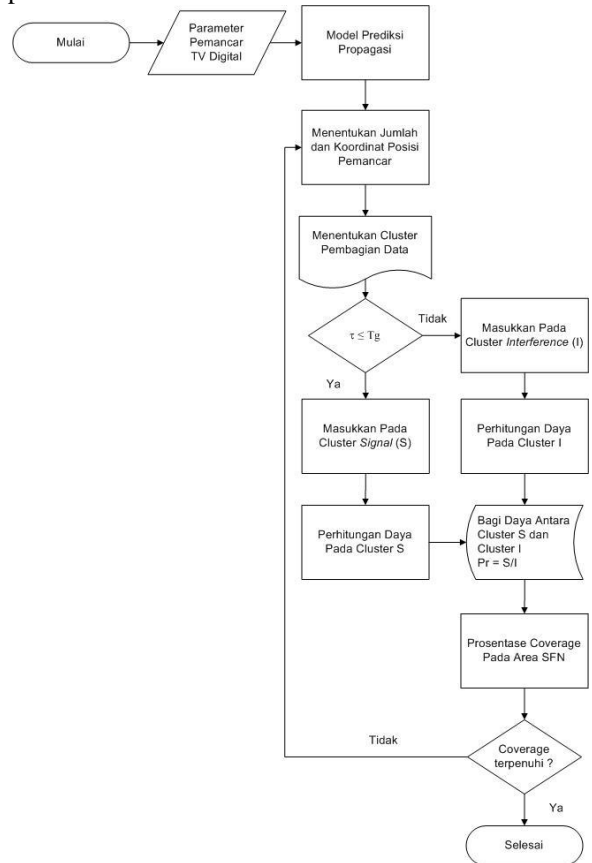
Tabel 2.1 *Pathloss exponent* untuk kondisi lingkungan yang berbeda-beda [13]

Lingkungan	Pathloss exponent (n)
<i>Free space</i>	2
Radio seluler wilayah perkotaan	2.7 – 3.5
Radio seluler perkotaan dengan pengaruh <i>shadowing</i>	3 – 5
<i>Line of sight</i> (LOS) didalam gedung	1.6 – 1.8
Terhalang gedung	4 – 6
Terhalang pabrik	2 – 3

3. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini luas area yang akan diukur secara keseluruhan adalah 20km x 20km yang disimulasikan dalam *square grid* matrik 20x20 dengan satu titik penerima yang berada ditengah pada setiap gridnya, sehingga total keseluruhan terdapat 400 penerima. Dari tiap blok tersebut akan diukur daya terima yang berkontribusi dari seluruh pemancar. Parameter-parameter yang diuji dalam pemodelan tersebut yaitu luas *coverage* yang terlingkup dan daya terima. Dalam menentukan *coverage*, terlebih dahulu ditentukan nilai QoS ($C \geq C_{min}$ dan $(C/I) \geq (C/I)_{min}$) yang harus dipenuhi suatu *receiver* untuk dapat menerima siaran. Jika suatu daerah mempunyai nilai *carrier* dan *carrier to interference* kurang dari nilai yang telah ditentukan, maka daerah tersebut tidak dapat menerima siaran atau menerima siaran namun dengan kualitas penerimaan yang buruk. Untuk memilih mode transmisi pada DVB-T2 tergantung pada kebutuhan jaringan (misal, luas area layanan dan kondisi penerimaan). Dalam pemilihan mode transmisi jaringan ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu panjang *guard interval* yang sesuai dengan luas area layanan (jarak antar pemancar). Selain itu hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain daya pancar, durasi

kedatangan sinyal, model propagasi dll. Berikut tahap-tahap perencanaan simulasi :



Gambar 3.1 Diagram alir simulasi perencanaan pemancar DVB-T2 dalam SFN

3.1 Parameter Pemancar dan Data Posisi Pemancar

Pada penelitian ini diawali dengan pemilihan parameter pemancar. Parameter yang digunakan untuk mengetahui unjuk kerja pemancar televisi digital pada mode penerimaan unjuk kerja pemancar televisi digital pada mode penerimaan *fixed (roof-top)* dalam jaringan SFN, dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut ini:

Tabel 3.1 Parameter pemancar DVB-T2 pada kondisi penerimaan *fixed (roof-top)* [9] [11]

Parameter	Nilai
FFT size	32k
Guard Interval	1/128
Durasi Simbol	28 μ s
Modulation	256 QAM
C/N _{min}	20.6 dB
Jarak antar Pemancar	8.4 km
Luas Area	400 km ²
Daya Pancar	47 dBm

Jarak antar pemancar dapat diperoleh menggunakan persamaan (2.2) seperti dibawah ini :

$$d = T_g * c$$

$$d = 28.10^{-6} * 3.10^8$$

$d = 8400$ meter

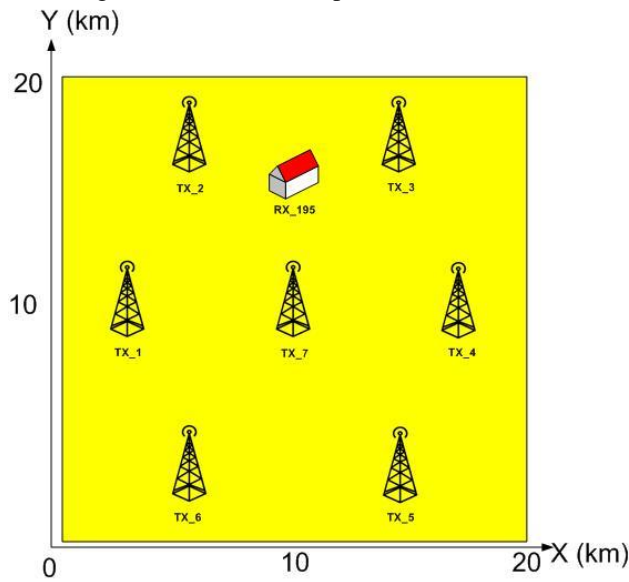
$d = 8.4$ km

Data posisi tujuh pemancar dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 3.2 Posisi Pemancar

No. Tx	X (km)	Y (km)
1	1.6	10
2	5.8	17.27461
3	14.2	17.27461
4	18.4	10
5	14.2	2.725387
6	5.8	2.725387
7	10	10

Ilustrasi pemodelan posisi pemancar yang akan digunakan dalam tugas akhir ini adalah seperti berikut :



Gambar 3.2 Skenario tujuh pemancar

Dalam percobaan ini luas area 400 km^2 akan diberi beberapa buah pemancar dengan posisi pemancar disesuaikan dengan referensi jaringan dan jarak antar pemancar sebesar 8.4 km. Dimana setiap penambahan satu buah pemancar akan dilakukan perhitungan daya dan *coverage*. Sehingga akan dapat diketahui bagaimana sistem SFN bekerja menentukan level daya yang diterima oleh satu penerima terhadap beberapa pemancar dengan mode penerimaan *fixed (roof-top)* pada penyiaran televisi digital DVB-T2. Selanjutnya di penerima akan diukur daya yang berkontribusi dari masing-masing pemancar. Lalu daya tersebut dibandingkan dengan nilai QoS yang di masing-masing penerima, selanjutnya dapat dihitung *coverage* suatu area layanan. Langkah pertama adalah menentukan nilai C_{min} dan $(C/I)_{min}$. Nilai C_{min} dan $(C/I)_{min}$ yang harus dipenuhi oleh suatu penerima agar mendapatkan siaran penerimaan yang baik. Besarnya nilai C_{min} dan $(C/I)_{min}$ pada tiap modulasi dan *code rate* telah ditetapkan dalam ETSI yaitu -75dBm dan 20.6dB.

telah ditentukan untuk mengetahui apakah didaerah tersebut masuk dalam area *coverage* SFN atau tidak.

3.2 Perhitungan Daya Terima

Dengan menggunakan persamaan (2.4) akan didapat daya terima dari tiap pemancar.

$$P_{i(dBm)} = 47 - 10n \log d_{(meter)}$$

Pada tugas akhir ini nilai n yang digunakan adalah 3.28 untuk area urban / perkotaan sesuai dengan penelitian sebelumnya. Setelah mendapat daya terima dari masing-masing pemancar, kemudian dilakukan klasifikasi apakah daya terima tersebut berkontribusi konstruktif atau destruktif. Durasi waktu kedatangan sinyal digunakan sebagai acuan pengelompokan *Signal* atau *Interference*. Durasi tersebut digunakan untuk menentukan nilai bobot suatu sinyal, apakah sinyal tersebut berkontribusi konstruktif atau destruktif. Jika bersifat konstruktif, sinyal tersebut akan saling menguatkan sementara jika bersifat destruktif maka akan melemahkan. Dalam klasifikasi ini digunakan fungsi pembobotan (w_i). Fungsi w_i merupakan nilai pembobotan untuk mengetahui apakah daya terima tersebut berkontribusi penuh atau sebagian. Secara matematis dapat ditulis dengan persamaan berikut [3]:

$$w_i = \begin{cases} \left(\frac{T_u+t}{T_u}\right)^2 & \text{jika } (T_g - T_p) < t \leq 0 \\ 1 & \text{jika } 0 \leq t \leq T_g \\ \left(\frac{(T_u+T_g)-t}{T_u}\right)^2 & \text{jika } T_g < t \leq T_p \\ 0 & \text{jika } T_p < t \leq (T_g - T_p) \end{cases} \quad \dots (3.1)$$

$$P_{i(signal)} = \sum_i w_i P_i \quad \dots (3.2)$$

$$P_{i(interference)} = \sum_i (1 - w_i) P_i \quad \dots (3.3)$$

T_p merupakan interval saat sinyal berkontribusi konstruktif, dimana nilai T_p dapat diperoleh menggunakan persamaan berikut [3]:

$$T_p = \frac{7T_u}{24} \quad \dots (3.4)$$

Untuk mendapatkan daya terima total dari seluruh kontribusi pemancar, dapat diperoleh menggunakan persamaan dibawah ini :

$$P_r = 10 \log_{10} \frac{\sum P_{i(signal)}}{\sum P_{i(interference)}} \quad \dots (3.5)$$

Keterangan :

P_i = daya terima dari pemancar ke-i (dBm)

P_t = daya pancar (dBm)

d = jarak antara pemancar dan penerima (meter)

P_r = daya terima total dari beberapa pemancar (dBm)

$P_{i(signal)}$ = daya terima konstruktif

$P_{i(interference)}$ = daya terima destruktif

n = *pathloss exponent*

3.3 Perhitungan Coverage pada Area SFN

Pada sisi penerima, di setiap titik penerima menggabungkan beberapa sinyal yang datang dari sejumlah i pemancar menggunakan metode penjumlahan daya. Setelah diketahui nilai daya *carrier* (C) dan *carrier to interference ratio* (C/I)

Selanjutnya dibandingkan dengan nilai C dan C/I di masing-masing penerima. Jika nilai $C \geq C_{min}$ dan $C/I \geq (C/I)_{min}$ maka titik penerima tersebut tercakup dalam area *coverage*.

4. Hasil Simulasi dan Analisis Data

Analisis yang ingin dijelaskan dalam bab ini antara lain mengetahui daya terima yang dilingkupi oleh pemancar televisi digital dalam jaringan SFN menggunakan parameter DVB-T2 dengan mengubah-ubah jumlah pemancar pada luas area yang telah ditentukan dalam kondisi penerimaan *fixed (roof-top)*, mengetahui daya terima dan *coverage area* yang dilingkupi dengan menentukan kriteria QoS yang harus dipenuhi oleh setiap penerima jika ingin mendapatkan siaran televisi digital, yaitu nilai *carrier (C)* dan (C/I) pada penerima harus melebihi nilai C_{min} dan $(C/I)_{min}$ yang telah ditentukan sebelumnya, dimana nilai C_{min} telah dilakukan pengukuran dan $(C/I)_{min}$ telah ditetapkan dalam ETSI berdasarkan modulasi dan *code rate* yang digunakan dan yang terakhir adalah membandingkan kinerja sejumlah pemancar untuk mendapatkan performansi *coverage* yang maksimal dalam luas area yang telah ditentukan pada sistem DVB-T2. Dari pengukuran, penerimaan yang baik adalah ketika nilai main output modulator berada pada rentang nilai -22 dBm hingga -12 dBm yang menghasilkan daya output sebesar -75dBm sampai -62dBm pada antenna penerima. Maka dari sini dapat ditentukan nilai QoS yang harus dipenuhi oleh penerima yaitu nilai daya minimum (C_{min}) yang harus dipenuhi oleh penerima sebesar -75dBm. Dan nilai $(C/I)_{min}$ disesuaikan dengan standard ETSI yaitu sebesar 20.6 dB. Keterangan gambar untuk daerah yang memenuhi kriteria QoS berwarna biru, sedangkan yang tidak memenuhi kriteria QoS berwarna coklat.

Pada gambar 4.1 ditampilkan daerah kerja satu buah pemancar pada luas area 400 km² menghasilkan *coverage* sebesar 22% dengan rata-rata daya terima sebesar -78.96dBm.



Gambar 4.1 Coverage area dengan satu pemancar

Pada gambar 4.2 menggunakan dua buah pemancar dan posisi pemancar diletakkan pada tengah-tengah area untuk optimalisasi layanan dengan $C_{min} = -75$ dBm dan $(C/I)_{min} = 20.6$ dB menghasilkan *coverage* hampir dua kali lipat lebih besar, yaitu sebesar 42% dengan daya terima rata-rata sebesar -74.2757 dBm.

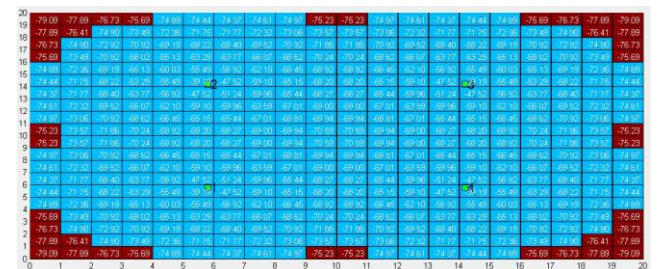


Gambar 4.2 Coverage area dengan dua pemancar
Pada gambar 4.3 menggunakan 3 buah pemancar dan menghasilkan *coverage* sebesar 65.5% dengan daya terima rata-rata sebesar -71.1367 dBm.



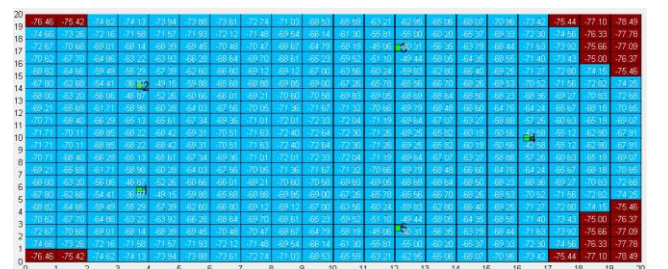
Gambar 4.3 Coverage area dengan tiga pemancar

Pada gambar 4.4 menggunakan 4 buah pemancar dan menghasilkan *coverage* sebesar 90% dengan daya terima rata-rata sebesar -68.4515 dBm.



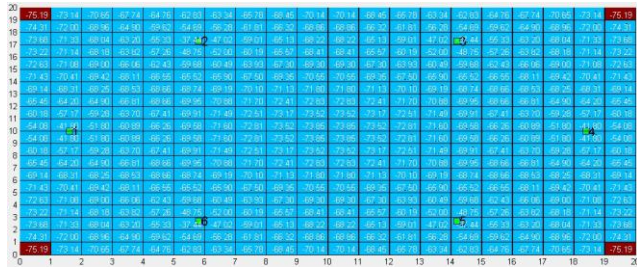
Gambar 4.4 Coverage area dengan empat pemancar

Pada gambar 4.5 menggunakan 5 buah pemancar dan menghasilkan *coverage* sebesar 94% dengan daya terima rata-rata sebesar -66.9574 dB.



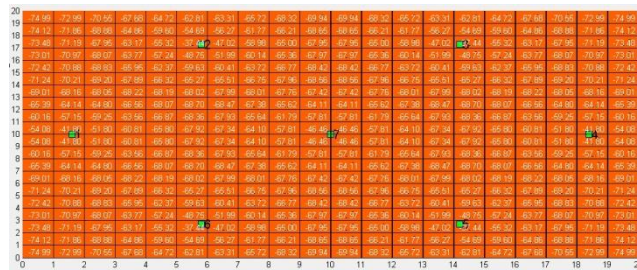
Gambar 4.5 Coverage area dengan lima pemancar

Pada gambar 4.6 menggunakan 6 buah pemancar dan menghasilkan *coverage* sebesar 99% dengan daya terima rata-rata sebesar -65.9954 dBm.



Gambar 4.6 Coverage area dengan enam pemancar

Pada gambar 4.7 menggunakan 7 buah pemancar dan menghasilkan coverage sebesar 100% dengan daya terima rata-rata sebesar -64.5151 dBm.



Gambar 4.7 Coverage area dengan tujuh pemancar

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Pada bab ini dijelaskan beberapa kesimpulan yang diperoleh berdasarkan keseluruhan penelitian dan simulasi yang telah dilakukan pada tugas akhir ini, diantaranya adalah :

1. Dengan metode simulasi SFN, disetiap titik penerima dapat memperoleh daya yang berkontribusi dari seluruh pemancar yang bekerja di area cakupan yang telah ditentukan. Seperti terlihat pada penerima nomor satu, dengan satu buah pemancar mendapatkan daya terima sebesar -88.447 dBm dan akan terus naik sampai tujuh pemancar dengan daya terima berturut-turut sebesar -84.4717 dBm, -79.9959 dBm, -79.086 dBm, -76.459 dBm, -75.1861 dBm, -74.9859 dBm.
2. Model cakupan pada SFN yaitu penambahan sinyal dapat memperbaiki level sinyal pada penerima sehingga kriteria QoS yang telah ditetapkan dapat tercapai. Dengan satu buah pemancar dapat tercakup coverage sebesar 22% dan akan terus bertambah sampai tujuh pemancar, cakupan coverage berturut-turut sebesar 42%, 65.5%, 90%, 94%, 99%, 100%. Kriteria QoS dapat tercapai jika nilai $C \geq C_{min}$ dan $(C/I) \geq (C/I)_{min}$. Interference dapat terjadi apabila waktu kedatangan sinyal melebihi durasi guard interval.
3. Untuk mendapatkan daerah cakupan yang lebih besar, nilai *threshold* dari C_{min} dapat

diturunkan namun kualitas gambar yang diterima beragam.

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, berikut akan dipaparkan beberapa poin saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya :

1. Pada tugas akhir ini parameter-parameter utama dari pemancar DVB-T2 belum semuanya diimplementasikan dan dilihat pengaruhnya terhadap coverage dan daya terima yang dihasilkan. Sehingga untuk penelitian selanjutnya diharapkan semua parameter pemancar DVB-T2 dapat dievaluasi. Parameter-parameter itu antara lain tidak menganalisis pengaruh modulasi terhadap coverage area dan daya yang dihasilkan. Selain itu, hanya pengaruh nilai guard interval yang dievaluasi dalam tugas akhir ini.
2. Pada tugas akhir ini hanya melihat pengaruh performansi coverage dan daya terima pada pemancar televisi digital dalam SFN. Sehingga pada penelitian selanjutnya dapat ditambahkan pengaruh beberapa metode penempatan pemancar seperti metode *simulated annealing* dan *particle swarm*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] - .(2005). *Guide on SFN Frequency Planning and Network Implementation*. Geneva: EBU BPN 066.
- [2] Budi, A., & Permana, D. (n.d.). Estimasi Signal to Interference Ratio dan Daerah Cakupan Untuk Single Frequency Network Pada Siaran TV Digital (DVB-T). 39-44.
- [3] ETSI TS 102 831 v1.1.1. (2010). *Implementation Guidelines for a Second Generation Digital Terrestrial Television Broadcasting (DVB-T2)*. France: European Broadcasting Union (EBU).
- [4] Ilyasa, T. (2008). *Perancangan SFN Regional Untuk Layanan DVB-T Varian C2G Pada Mode Penerimaan Fixed Antena di Wilayah Jabodetabek*. Depok: Universitas Indonesia.
- [5] Ligeti, A. (1999). *Single Frequency Network Planning*. Royal Institute of Technology.
- [6] Metzger, J., & Herfet, T. (2009). *Variance of DVB-T2 Performance Gains over different channels*. Universitat des Saarlandes.
- [7] Mikel, M. (2010). *DVB-T2: New Signal Processing Algorithms for a Challenging Digital Video Broadcasting Standard” in Signal Theory and Communications Area*.
- [8] PROGIRA Radio Communication. (2012). DTV Frequency planning MFN and SFN (Role of DVB-T2 to improve SFNs). *Transition from Analog to Digital (Digital Terrestrial Television:Trends,. Implementation & Opportunities)* (pp. 2-40). Tunisia: International Telecommunication Union (ITU).
- [9] Report ITU-R BT.2254. (2012). *Frequency and*

- Network Planning Aspect of DVB-T2*. Geneva: ITU.
- [10] Shiddiq, F. (2013). *Analisis Reduksi PAPR Menggunakan Kombinasi Tone reservation (TR) dan Active Constellation Extension (ACE) Pada COFDM Untuk Sistem Televisi Digital Generasi Kedua (DVB-T2)*. Bandung: Universitas Telkom.
 - [11] Sophian, R. (2014). *Perancangan dan Implementasi High Power Amplifier standar DVB-T2 pada Pemancar TV Komunitas dalam Frekuensi UHF*. Bandung: Universitas Telkom.
 - [12] The Digital Terrestrial Television Action Group. (2009). *Understanding DVB-T2 Key Technical, Business, & Regulatory Implications*. Geneva: DiGiTAG.
 - [13] Rappaport, T. S. (1996). *Wireless Communication Principles & Practice*. New Jersey: IEEE Press.