

Antena *Wideband Planar Bowtie* untuk Pemanenan Energi Gelombang Televisi Elektromagnetik Terrestrial

Hanalde Andre

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Andalas
Corresponding author e-mail: hanalde.andre@eng.unand.a.cid

Abstrak— Proses pemanenan energi elektromagnetik memiliki dua aspek penting yaitu antena sebagai pengumpul gelombang elektromagnetik dan penyearah. Pada jurnal ini didisain antena bidang kupu-kupu yang dapat beroperasi pada frekuensi penyiaran televisi terrestrial. Perancangan antena dilakukan menggunakan simulasi metode elemen hingga. Berdasarkan hasil simulasi didapatkan bandwidth fraksional antena untuk nilai return loss dibawah -10 dB sebesar 70,46% dan bandwidth fraksional antena untuk nilai VSWR dibawah 2 sebesar 75,98. Frekuensi tengah antena didapatkan sebesar 589 MHz.

Kata Kunci : Pemanenan Energi, Elektromagnetik, Antena, Televisi Terrestrial

Abstract— The process of harvesting electromagnetic energy has two important aspects, namely the antenna as a collector of electromagnetic waves and rectifiers. This paper aims to design a planar bowtie antenna that can operate on terrestrial television broadcasting frequency. Design of antennas using finite element simulation method. Based on the simulation result, the bandwidth fraksional antenna for return loss value below -10 dB is 70,46% and fractionall bandwidth antenna for VSWR below value 2 is 75,98. The middle frequency of the antenna is 589 MHz.

Keywords : Harvesting Energy, Electromagnetic, Antenna, Terrestrial Television

1. Pendahuluan

Penggunaan gelombang elektromagnetik umumnya digunakan dalam media informasi elektronik seperti televisi, radio, telepon seluler, komunikasi nirkabel, satelit dan lain sebagainya. Seluruh gelombang elektromagnetik tersebut umumnya diradiasikan memiliki daya dengan kerapatan yang rendah.

Frekuensi yang digunakan untuk siaran televisi terrestrial berada pada band *Ultra High Frequency* (UHF) dalam rentang 478 – 806 MHz pada saluran 22 hingga 62. Tidak semua saluran dapat digunakan dalam suatu daerah dikarenakan adanya interferensi untuk saluran yang berdekatan dan kebutuhan saluran untuk daerah yang bersebelahan. Ibukota provinsi mendapatkan alokasi saluran lebih banyak dibandingkan dengan daerah lain [1]-[2].

Pemanfaatan elektromagnetik sebagai sumber energi listrik telah banyak dikembangkan oleh para peneliti. Hal ini didukung oleh semakin majunya teknologi semikonduktor dan efisiensi penggunaan daya pada perangkat teknologi [3]-[5]. Aplikasi teknologi ini dapat menyatukan

pengiriman informasi dan energi ke perangkat dalam satu media sehingga meningkatkan efisiensi sistem.

Proses pemanenan energi atau *harvesting energy* elektromagnetik ditentukan oleh dua aspek penting: antena (pengumpul gelombang elektromagnetik) dan *rectifier* (penyearah). Antena yang akan digunakan harus sesuai dengan frekuensi gelombang elektromagnetik yang akan dikumpulkan [6]-[8]. Keluaran antena merupakan arus listrik dengan frekuensi tinggi yang selanjutnya akan disearahkan dengan menggunakan *rectifier*.

Salah satu jenis antena yang memiliki karakteristik bandwidth lebar adalah bentuk kupu-kupu atau *bowtie*. Bentuk antena ini merupakan pengembangan dari antena dipole yang memiliki karakteristik bandwidth sempit atau *narrow* [9]-[11]. Jenis antena ini memiliki parameter sudut atau *flare angle* yang mempengaruhi karakteristik bandwidth antena.

2. Tinjauan Pustaka

Karakteristik antena sangat dipengaruhi oleh bentuk antena. Dimensi antena akan sangat berhubungan dengan frekuensi kerja. Semakin tinggi frekuensi kerja antena maka dimensi antena akan semakin kecil. Hal ini berhubungan dengan panjang gelombang elektromagnetik, sesuai dengan persamaan (1).

$$\lambda = c/f \tag{1}$$

Dimana,

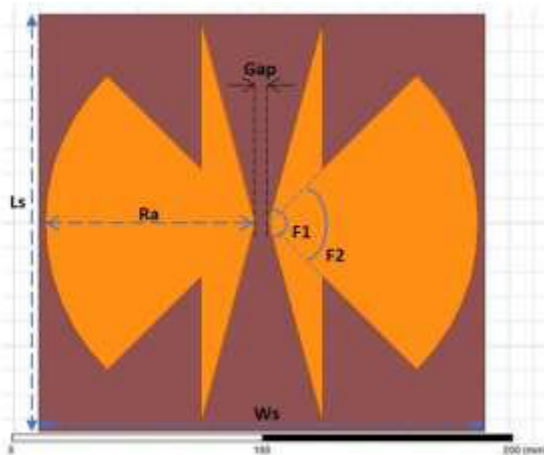
c = kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)

f = frekuensi (hertz)

λ = panjang gelombang (meter)

Antena kupu-kupu atau bowtie memiliki karakteristik pita lebar. Karakteristik pita lebar ini dipengaruhi oleh sudut atau flare angle. Semakin besar sudut flare angle akan menghasilkan bandwidth yang lebih lebar. Parameter lain yang terdapat pada antena bowtie adalah radius dan gap. Kedua parameter ini akan mempengaruhi karakteristik frekuensi tengah antena. Panjang efektif antena didapatkan dengan menjumlahkan kedua radius antena dengan gap.

Pada gambar 1 dapat dilihat rancangan antena bidang dipole untuk frekuensi siaran televisi terestrial. L_s adalah panjang substrate. W_s adalah lebar substrat. R_a adalah radius antena. F_1 adalah flare angle 1 dan F_2 adalah flare angle 2. Dimensi antena dapat dilihat pada tabel 1. Panjang efektif antena setelah dijumlahkan dengan gap adalah sebesar 175 mm dan lebar antena adalah 164,2 mm. Rasio panjang efektif antena dengan frekuensi tengah antena adalah sebesar 34,38%. Nilai ini mendekati sepermepat panjang gelombang frekuensi tengah.



Gambar 1. Rancangan Antena

Tabel 1. Dimensi Rancangan Antena

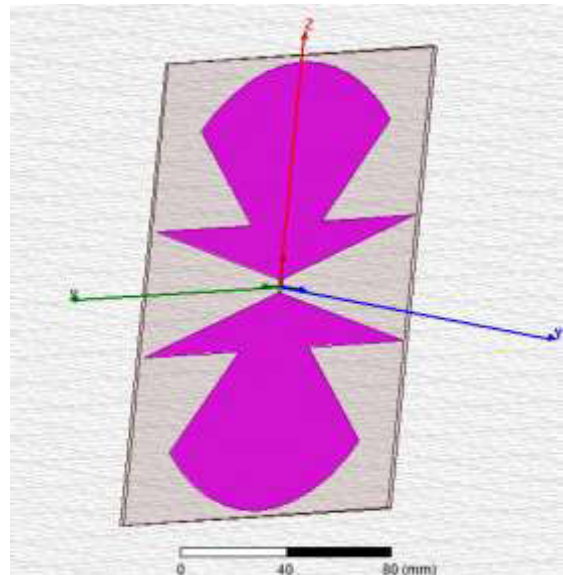
Parameter	Unit
L_s	180 mm
W_s	170 mm
R_a	85 mm
F_1	150°
F_2	90°
Gap	5 mm

3. Metoda

Bagian ini akan membahas mengenai langkah – langkah penelitian yang dilakukan.

3.1. Software Simulasi

Perancangan antena dilakukan dengan melakukan simulasi menggunakan software *Ansys Software* (Ansoft) HFSS 15. Metode yang digunakan dalam simulasi adalah metode elemen hingga (*Finite Element Method*). Pada metode ini suatu objek dibagi menjadi beberapa bagian dalam jumlah yang terbatas. Proses pembagian tersebut disebut dengan *meshing*. Bentuk geometri antena dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Geometri Simulasi Antena

3.2. Parameter Simulasi

Menentukan parameter simulasi yang tepat sangat mempengaruhi keakuratan hasil simulasi. Pada gambar 3 dapat dilihat pengaturan solusi simulasi. Solusi frekuensi yang digunakan adalah sebesar 639 MHz. Nilai ini didapatkan dari frekuensi tengah penyiaran televisi terestrial pada

rentang 478 – 806 MHz. sesuai dengan perhitungan berdasarkan pada persamaan (2). Penentuan nilai frekuensi tengah ini sangat penting untuk mendapatkan hasil simulasi yang akurat.

$$f_c = \frac{f_u - f_l}{2} \quad (2)$$

Dimana,

f_c = Frekuensi tengah

f_u = Frekuensi atas atau tinggi

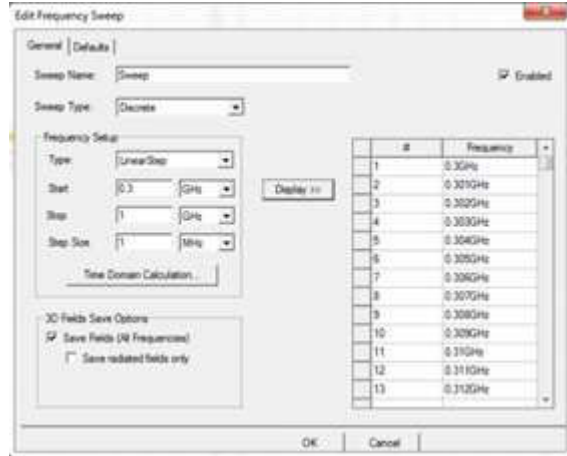
f_l = Frekuensi bawah atau rendah

Jumlah maksimum siklus yang dilakukan dalam pengaturan nilai maximum number of passes. Dalam siklus tersebut nilai maksimum delta S ditetapkan sebesar 2% atau 0,02.



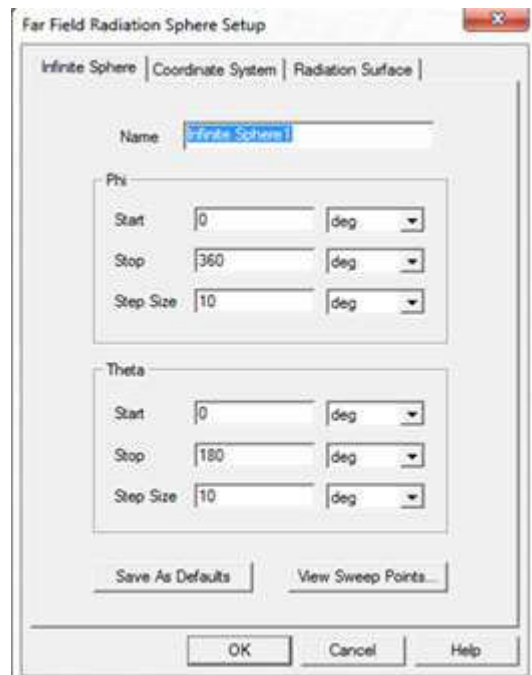
Gambar 3. Pengaturan Solusi Simulasi

Gambar 4 menunjukkan pengaturan *frequency sweep* simulasi yang berada pada rentang 300 MHz hingga 1 GHz. Interval yang digunakan sebesar 1 MHz, maka didapatkan jumlah titik frekuensi yang dihitung sebanyak 701 buah titik. Jenis interval yang digunakan adalah linear sehingga jarak interval untuk setiap titik tetap. Jenis *sweep* adalah *discrete* sehingga nilai medan radiasi untuk setiap frekuensi dianalisa.



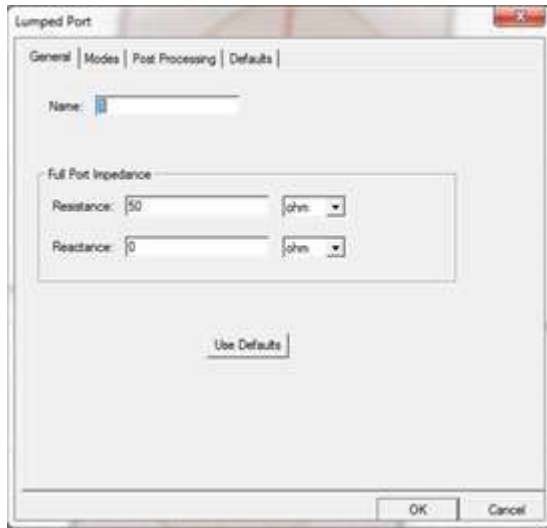
Gambar 4. Pengaturan *Frequency Sweep* Simulasi

Pengaturan daerah radiasi antenna dapat dilihat pada gambar 5. Nilai phi dimulai pada 0 derajat hingga 360 derajat dengan interval 10 derajat sedangkan nilai theta dimulai dari 0 derajat hingga 180 derajat dengan interval 10 derajat. Pengaturan ini diperlukan untuk melihat karakteristik pola radiasi antenna. Dalam simulasi medan radiasi antenna berbentuk kotak dengan dimensi 180 mm X 190 mm x 500 mm. Nilai ini sesuai dengan seperempat panjang gelombang frekuensi minimum dalam *frequency sweep*.



Gambar 5. Pengaturan daerah radiasi antenna

Saluran pencatuan atau port antenna diletakan pada ujung antenna. Jenis port yang digunakan adalah lumped port dengan resistansi 50 ohm dan reaktansi 0 ohm. Pengaturan port antenna dapat dilihat pada gambar 6. Nilai ini sesuai dengan nilai impedansi konektor dan saluran yang umumnya digunakan.



Gambar 6. Pengaturan *Port* Antena

4. Hasil dan Pembahasan

Antena yang telah dirancang memiliki bandwidth dengan nilai RL dibawah -10 dB sebesar 415 MHz. Bandwidth tersebut berada dalam rentang 429,8 Mhz hingga 844,8 MHz. Fractional bandwidth dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3)

$$B_f = \frac{f_u - f_l}{f_c} \times 100\% \quad (3)$$

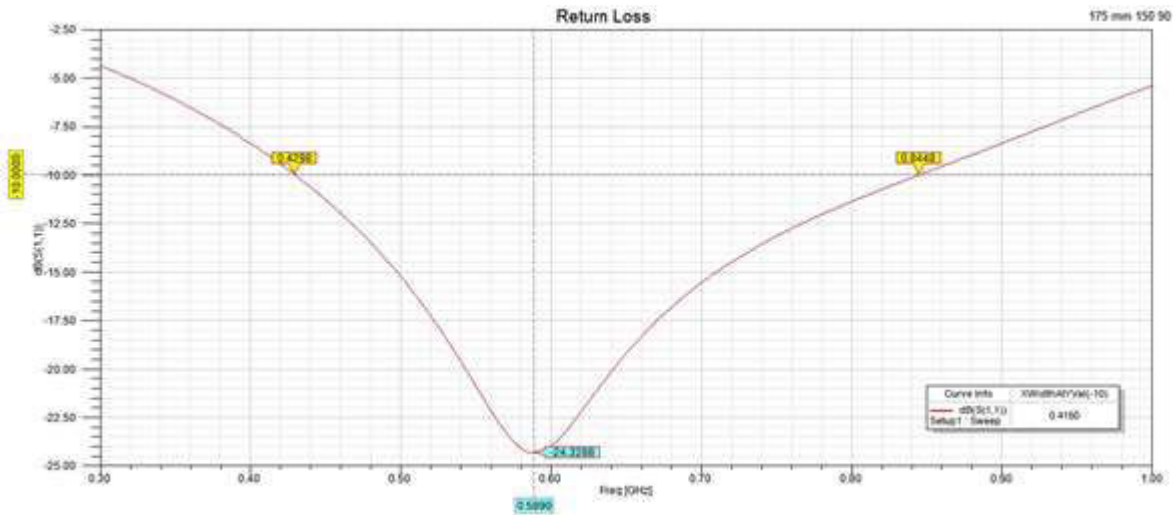
Dimana,

- B_f = Fraksional Bandwidth
- f_u = Frekuensi Tinggi
- f_l = Frekuensi Rendah
- f_c = Frekuensi Tengah

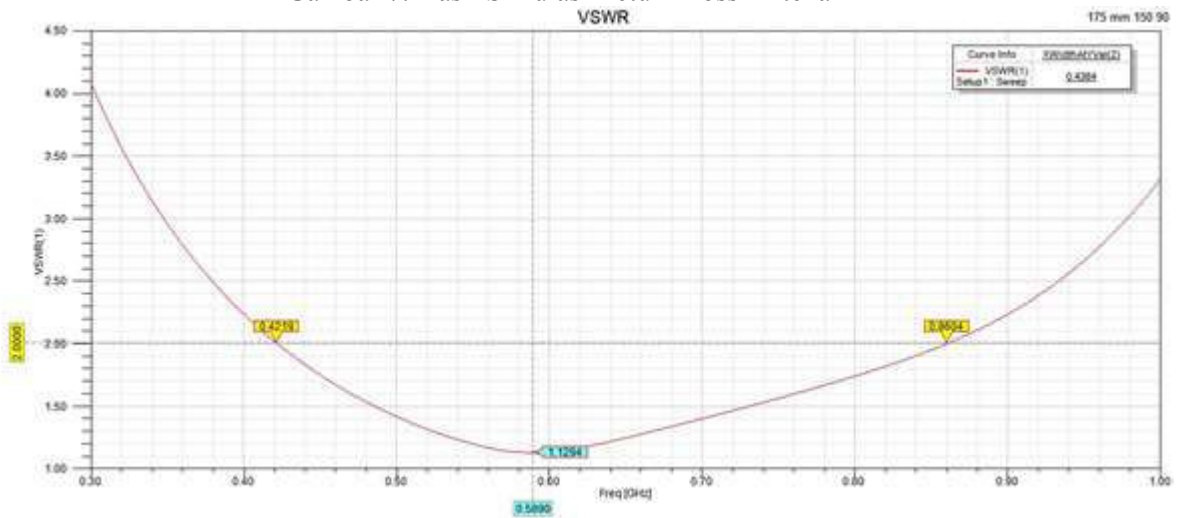
Berdasarkan perhitungan menggunakan persamaan, fraksional bandwidth antenna didapatkan sebesar 70,46 %. Dengan menggunakan perhitungan yang sama didapatkan fraksional bandwidth untuk nilai VSWR dengan nilai di bawah 2 sebesar 75,98%. Bandwidth tersebut terletak pada frekuensi 412,9 MHz hingga 860,4 MHz, frekuensi tengah yang didapatkan sama dengan nilai yang didapatkan pada perhitungan return loss.

Hasil simulasi nilai return loss antenna dapat dilihat pada gambar 7. Nilai minimum return loss didapatkan pada frekuensi 589 MHz sebesar -24,3288 dB. Untuk nilai VSWR terbaik adalah 1,1294 pada frekuensi yang sama dengan nilai minimum return loss. Hasil simulasi nilai VSWR antenna dapat dilihat pada gambar 8. Dibandingkan dengan lebar efektif antenna sebesar 170 mm didapatkan hubungan antara panjang gelombang frekuensi tengah dengan lebar efektif antenna sebesar 0,288.

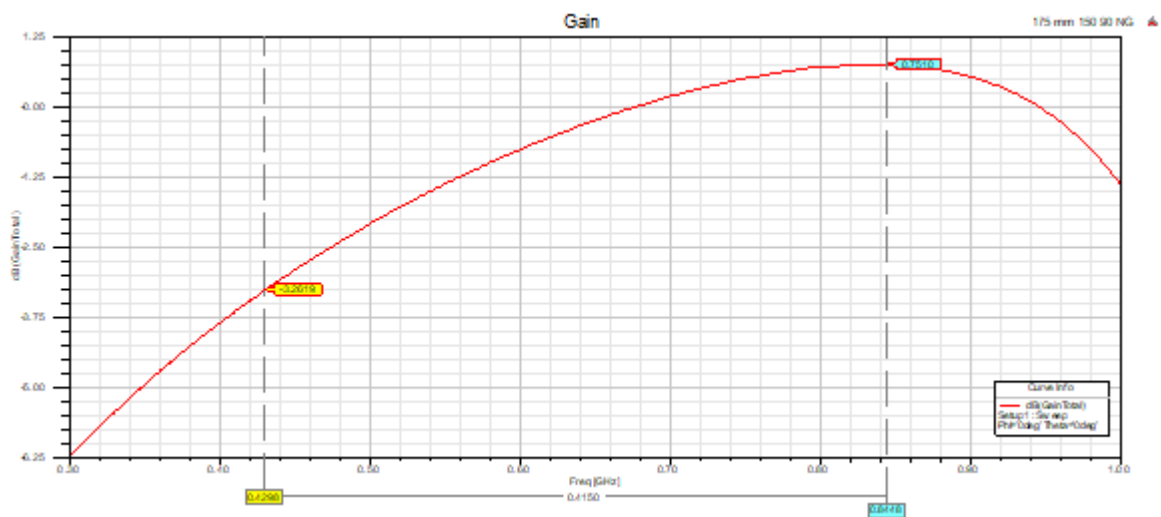
Pada Gambar 9 dapat dilihat hasil simulasi gain rancangan antenna. Gain antenna merupakan perbandingan daya yang diterima atau dikirim suatu antenna dengan antenna isotropik. Berdasarkan hasil simulasi antenna didapatkan gain antenna pada frekuensi kerja minimum pada frekuensi 429,8 Mhz sebesar -3,26 dB dan pada frekuensi kerja maksimum pada frekuensi 844,8 Mhz sebesar 0,751 dB.



Gambar 7. Hasil Simulasi Return Loss Antena

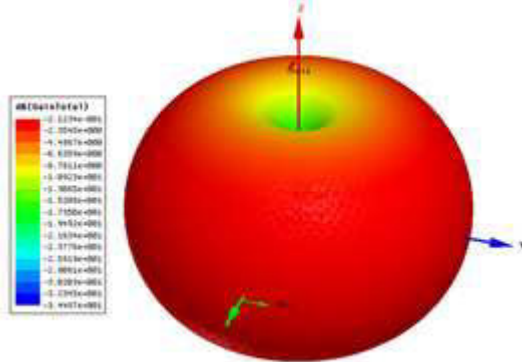


Gambar 8. Hasil Simulasi VSWR Antena



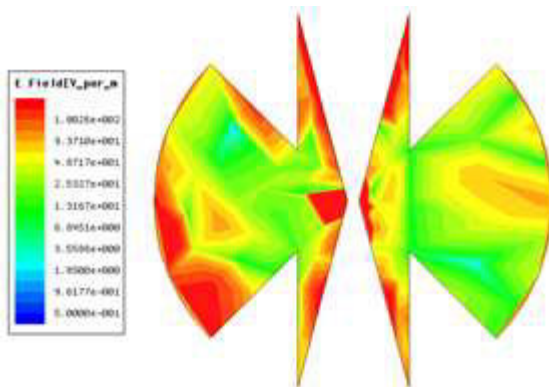
Gambar 9. Hasil Simulasi Gain Rancangan Antena

Antena memiliki pola radiasi yang menunjukkan sebaran pancaran gelombang elektromagnetik yang diterima tau dikirimkan. Pola radiasi adalah penggambaran pancaran energi antenna sebagai fungsi koordinasi ruang. Pola radiasi dibentuk dari pancaran medan jauh pada antenna. Pancaran yang dimaksud adalah intensitas medan listrik. Pada gambar 10 dapat dilihat hasil simulasi pola radiasi rancangan antenna dalam bentuk tiga dimensi. Pola radiasi yang didapatkan rancangan antenna sama dengan pola radiasi yang dimiliki oleh antenna dipole yaitu pola radiasi yang bersifat omnidirectional.



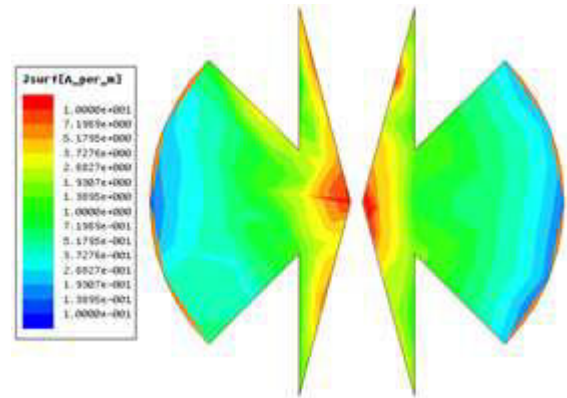
Gambar 10. Hasil Simulasi Pola Radiasi Rancangan Antena dalam 3D

Distribusi medan listrik rancangan antenna sesuai dengan hasil simulasi dapat dilihat pada gambar 11. Dari gambar dapat dilihat medan listrik yang dihasilkan antenna lebih besar pada ujung antenna yang dekat dengan saluran pencatuan dan bagian sebelah kiri antenna memiliki intensitas yang lebih besar dibandingkan dengan sisi antenna sebelah kanan. Bagian antenna dengan medan listrik tinggi memiliki nilai mendekati 200 V/m.



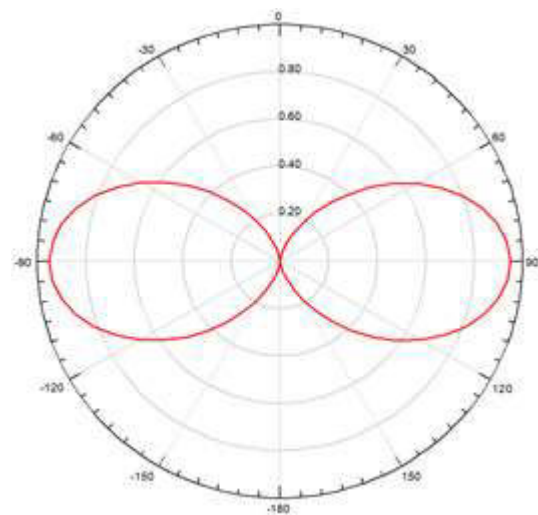
Gambar 11. Hasil Simulasi Distribusi Medan Listrik Rancangan Antena

Pada gambar 12 dapat dilihat hasil simulasi distribusi arus rancangan antenna. pola distribusi arus pada rancangan antenna terpusat pada ujung antenna dekat dengan saluran pencatuan. Intensitas arus pada daerah tersebut mencapai 10 A/m.

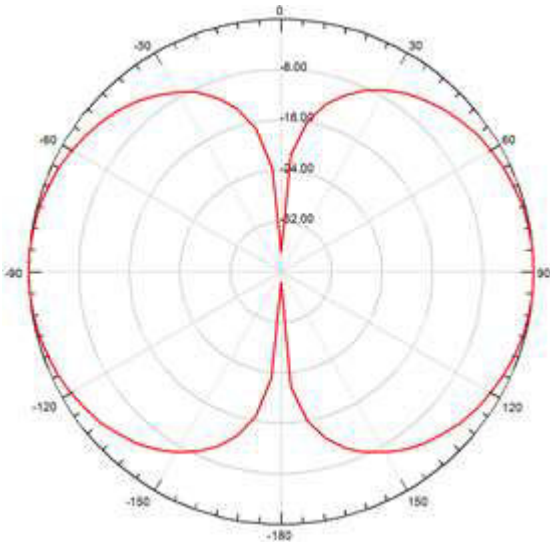


Gambar 12. Hasil Simulasi Distribusi Arus Rancangan Antena

Pola radiasi rancangan antenna berdasarkan simulasi dapat dilihat pada gambar 12 untuk pola radiasi penguatan (*gain*) dan gambar 13 untuk pola radiasi keterarahan (*directivity*) antenna. Hasil simulasi tersebut didapatkan untuk frekuensi 639 Mhz dengan sudut phi sebesar 90 derajat. Hasil simulasi menunjukkan pola radiasi antenna bentuk pola radiasi dalam sudut theta. Jenis pola radiasi yang dihasilkan sama dengan pola radiasi yang dihasilkan antenna dipole. Hal ini dikarenakan rancangan antenna adalah pengembangan antenna dipole.



Gambar 12. Hasil Simulasi Pola Radiasi Gain Antena



Gambar 13. Hasil Simulasi Pola Radiasi Directivity Antena

5. Kesimpulan

Rancangan antena mampu beroperasi pada frekuensi penyiaran televisi terestrial. Frekuensi kerja antena berada pada frekuensi 429,8 MHz hingga 844,8 Mhz untuk performansi nilai return loss dibawah -10 dB. Untuk performansi antena dengan nilai VSWR dibawah dua didapatkan rentang frekuensi kerja antena yang sedikit lebih besar pada rentang 421,9 MHz hingga 860,4 Mhz. Pola radiasi yang disahilkan rancangan antena memiliki jenis yang sama dengan pola radiasi antena dipole yaitu *omnidirectional*. Distribusi medan listrik dan kerapatan arus antena berdasarkan simulasi memiliki intensitas yang tinggi pada ujung antena.

Ucapan Terima Kasih (Acknowledgement)

Penelitian ini didukung oleh Dana Penelitian Dosen Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Andalas dengan nomor kontrak 097/UN.16.09.D/PL/2017

Daftar Pustaka

- [1] Andre, Hanalde., "Analisa Path Loss Spektrum Frekuensi UHF Untuk Penyiaran TV Terestrial Kota Padang". Jurnal Nasional Teknik Elektro (JNTE) Universitas Andalas (UNAND), Vol: 6, No. 1, Maret 2017.
- [2] P. SANJOY, "Digital Video Distribution in Broadband" in Television Mobile and

- Converged Networks: Trends Challenges and Solutions, Wiley, pp. 384, 2010.
- [3] Changjiang Deng; et.al., "A Wideband Isotropic Radiated Planar Antenna Using Sequential Rotated L-Shaped Monopoles," IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol.62, no.3, pp.1461,1464, March 2014
- [4] Vincetti, L.; Maini, M.; Pinotti, E.; Larcher, L.; Scorcioni, S.; Bertacchini, A.; Grossi, D.; Tacchini, A., "Broadband printed antenna for radio frequency energy harvesting," ICEAA, 2012 , vol., no., pp.814,816, 2-7 Sept. 2012
- [5] Scorcioni, S.; Larcher, L.; Bertacchini, A.; Vincetti, L.; Maini, M., "An integrated RF energy harvester for UHF wireless powering applications," IEEE Wireless Power Transfer (WPT), 2013 , vol., no., pp.92,95, 15-16 May 2013
- [6] Shoichi Kitazawa, Hiroshi Ban, and Kiyoshi Kobayashi, "Energy harvesting from ambient RF sources", Proc. 2012 IEEE MTT-S Int. Microw. Workshop Series on Innovative Wireless Power Transmission: Technologies, Systems, and Applications, THU-B-2, pp. 39–42, Kyoto, Japan, May 2012.
- [7] Shoichi Kitazawa, Hirokazu Kamoda, Hiroshi Ban, Naoya Kukutsu, and Kiyoshi Kobayashi, "Energy Harvesting from Broadcasting and Cellular Radio Sources", IEICE Technical Report, WPT2013–16, pp. 49–54, November 2013 (in Japanese).
- [8] V. Marian, B. Allard, C. Vollaive and J. Verdier, "Strategy for Microwave Energy Harvesting From Ambient Field or a Feeding Source", in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 27, no. 11, pp. 4481–4491, Nov. 2012.
- [9] Andre, Hanalde., Khayam, Umar., "Antena Kupu-kupu sebagai sensor Ultra High Frekuensi (UHF) untuk Mendeteksi Partial Discharge pada Gas Insulation Substation". Jurnal Nasional Teknik Elektro (JNTE) Universitas Andalas (UNAND), Vol: 2, No. 2, September 2013.
- [10] R. Persico, N. Romano, F. Soldovieri, "Design Of A Balun For A Bowtie Antenna Inreconfigurable Ground Penetrating Adarsystems", Progress In Electromagnetics Research [C], vol. 18, pp. 123-135, 2011.

- [11] H. Andre, U. Khayam, "Design of New Shape Printed Bowtie Antena for Ultra High Frequency Partial Discharge Sensor in Gas-Insulated Substations", IEEE, 2013

Biodata Penulis

Hanalde Andre, menyelesaikan S1 di Teknik Elektro Universitas Andalas pada tahun 2011, S2 Teknik Elektro *double degree* UNAND - ITB tahun 2013. Sekarang sebagai dosen di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas. Bidang keahlian adalah teknik telekomunikasi