

PENGARUH ELEMEN SENTRAL PADA SUSUNAN ANTENA SINGKULAR UNTUK SISTEM TELESKOP RADIO TRANSIT**EFFECT OF CENTRAL ELEMENT ON CIRCULAR ARRAY ANTENNA FOR TRANSIENT RADIO TELESCOPE SYSTEM****Radial Anwar¹, Mohammad Tariqul Islam², Norbahiah Misran³, Asnor Nadirah Ishak⁴, Mhd Fairos Asillam⁵**¹Program Studi Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Telkom University, 40257, Bandung, Indonesia²Jabatan Kejuruteraan Elektrik, Elektronik & Sistem, Fakulti Kejuruteraan dan Alam Bina, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor, Malaysia³Agensi Angkasa Negara Malaysia (ANGKASA), Lot 2233, Jalan Turi, Kpg. Sg. Lang, 42700 Banting, Selangor, Malaysia⁴Agensi Angkasa Negara Malaysia (ANGKASA), Planetarium Negara Malaysia, Jalan Perdana, Tasik Perdana, 50480 Kuala Lumpur, Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur, Malaysia¹radialanwar@tass.telkomuniversity.ac.id, ²titareq@gmail.com, ³bahiah@eng.ukm.my,⁴asnor@angkasa.gov.my, ⁵fairos@angkasa.gov.my.**Abstrak**

Susunan antena sirkular telah digunakan pada berbagai aplikasi, termasuk untuk system telekomunikasi dan dalam sistem teleskop radio. Artikel ini membahas pengaruh elemen sentral pada lebar berkas susunan antena sirkular untuk sistem teleskop radio transit. Analisis ini diperoleh dari simulasi dan dibandingkan dengan model teoritis sistem susunan antena 2-elemen dari pekerjaan sebelumnya. Hasil percobaan menunjukkan bahwa sistem susunan antena dengan elemen sentral memiliki lebar berkas yang lebih lebar dibandingkan dengan susunan antena tanpa elemen pusat, dengan intensitas *side lobe* yang lebih rendah. Karakteristik ini cocok untuk susunan antena yang akan diimplementasikan dalam sistem teleskop radio transit.

Kata kunci : susunan antena sirkular, elemen sentral, lebar berkas, teleskop radio**Abstract**

Circular array antenna has been utilized in many applications, including for telecommunication system and in a radio telescope system. Effect of central element on beamwidth of circular array antenna for transient radio telescope system is discussed in this paper. The analysis has been derived from simulation and compared with theoretical model of 2-element array system from previous work. Result of experiment showed that the array system with central element inherits a wider beamwidth compared to the array without central elements, with lower side lobe level. This characteristic is suitable for an array antenna to be implemented in a transient radio telescope system.

Keywords: circular array antenna, central element, beamwidth, radio telescope**1. PENDAHULUAN**

Susunan antena sirkular telah digunakan pada berbagai aplikasi termasuk untuk *Global Navigation Satellite System (GNSS)* [1] dan radar [2]. Didalam astronomi radio, susunan antena sirkular juga telah diadopsi, misalnya pada teleskop radio *Eight-meter-wavelength Transient Array (ETA)* [3]-[4]. Susunan sirkular telah menjadi konfigurasi yang banyak digunakan karena memiliki

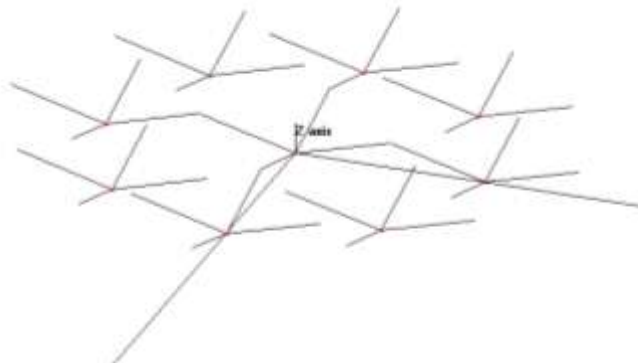
geometri yang simetris sehingga memungkinkan susunan antenna tersebut melakukan pemindaian pada arah azimuth [5] melalui proses pengarahan respon antenna (*beam steering*) [6].

Suatu susunan antenna sirkular yang terpisah dengan jarak yang sama serta dieksitasi dengan catuan yang seragam akan memiliki direktivitas yang tinggi (lebar berkas yang sempit) namun juga memiliki intensitas *side lobe* yang tinggi [7]-[8]. *Side lobe* tersebut muncul akibat *grating lobe* pada pola susunan (*array pattern*) yang mulai muncul ketika dua buah elemen pada susunan antenna terpisah pada jarak yang melebihi setengah panjang gelombang [9]. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk menekan intensitas *side lobe* tersebut, antara lain penggunaan algoritma *Flower Pollination* [6], teknik *Cat Swarm Optimization* [10], teknik *Particle Swarm Optimization* dengan skala penyempitan dan pendekatan berat inersia [11] dan algoritma *artificial neural network* [12].

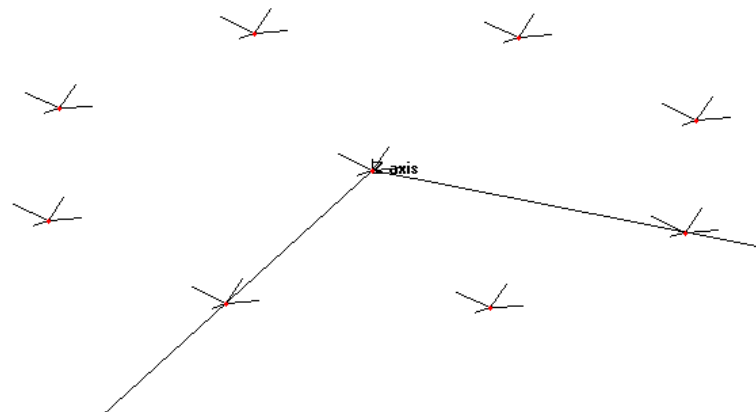
Metode lain yang digunakan untuk mengurangi intensitas *side lobe* adalah dengan menambahkan sebuah elemen ditengah-tengah susunan antenna sirkular, seperti yang didiskusikan pada [13]-[14]. Artikel ini membahas pengaruh dari metode pada suatu susunan antenna sirkular untuk aplikasi sistem teleskop radio. Hasil yang diperoleh dibandingkan dengan hasil melalui pendekatan teoritik yang telah dijelaskan pada artikel terdahulu, yang berdasarkan pada sistem susunan antenna 2-elemen [15].

2. METODE

Antena yang digunakan pada eksperimen ini adalah sebuah antenna berbasis dipol yang bekerja pada frekuensi 1420 MHz [16]-[17]. Antena ini terdiri dari dua buah antenna dipol berbentuk V yang dipasang tegak lurus antara satu dengan lainnya dan digabungkan dengan menggunakan sebuah *power combiner* sehingga menjadi sebuah antenna berpolarisasi linier ganda (*dual-linear polarized*). Antena tersebut memiliki pola radiasi yang simetris dengan lebar berkas sebesar 82°. Antena ini digunakan sebagai elemen pada suatu sistem susunan antenna sirkular sembilan elemen, dimana salah satu elemen diletakkan ditengah-tengah elemen-elemen lainnya sebagai elemen sentral. Jarak pisah terjauh antara dua elemen pada sistem tersebut (*baseline*) divariasikan pada 0.87λ , 1λ , 2λ , 3λ dan 4λ . 0.87λ adalah *baseline* tersempit dimana elemen-elemen pada sistem tersebut hampir bersentuhan, membentuk suatu *Filled Aperture Array*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Gambar 2 memperlihatkan konfigurasi susunan antenna yang diinvestigasi pada *baseline* selebar 4λ . Seluruh konfigurasi disimulasikan dengan menggunakan perangkat lunak berbasis kode elektromagnetik numerik (*numerical electromagnetic code, NEC*). Hasil-hasil yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan teoritik yang diperoleh melalui eksperimen sebelumnya [15].



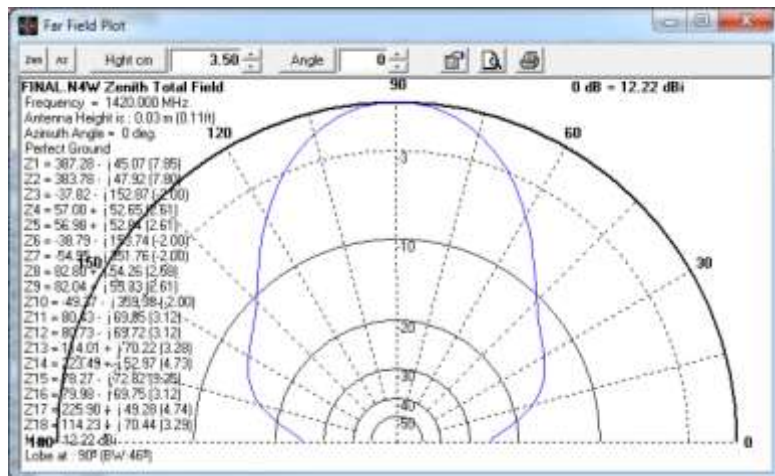
Gambar 1. Konfigurasi susunan antenna sirkular dengan *baseline* terkecil



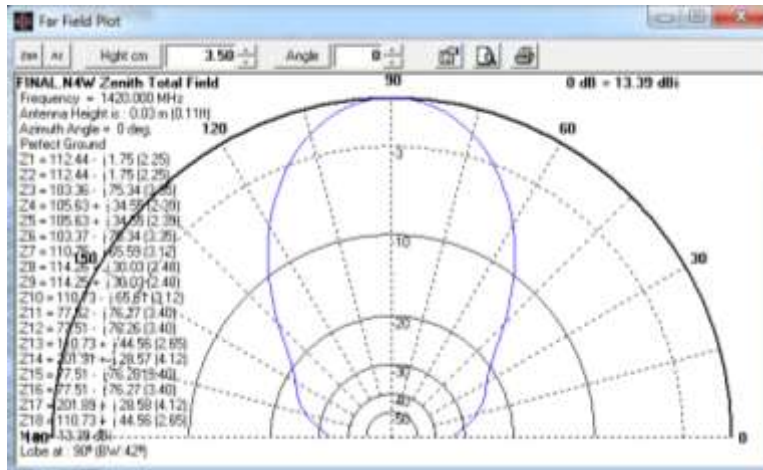
Gambar 2. Konfigurasi susunan antenna sirkular dengan *baseline* 4λ

3. HASIL DAN DISKUSI

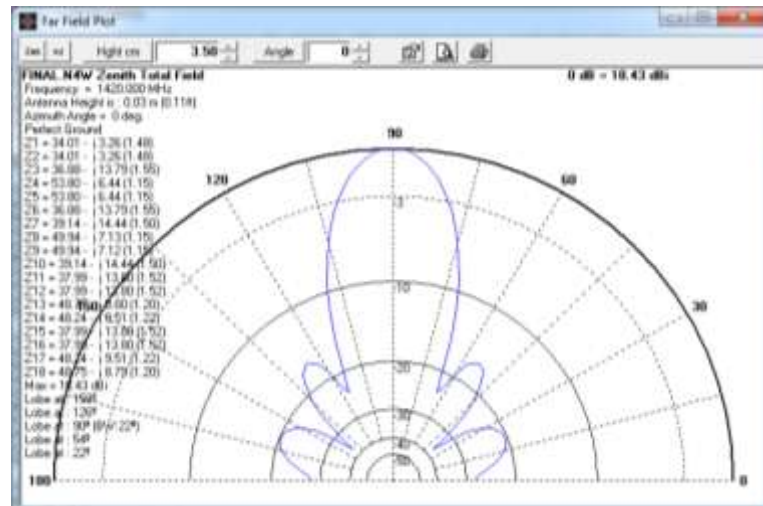
Pola radiasi dua dimensi dari konfigurasi-konfigurasi yang diinvestigasi diperlihatkan pada Gambar 3 hingga Gambar 7. Hasil ini diurutkan dari konfigurasi *baseline* yang tersempit hingga ke *baseline* yang paling lebar. Dapat dilihat dengan jelas bahwa ketika *baseline* semakin lebar, lebar berkas dari susunan antenna tersebut semakin mengecil. Akan tetapi, lebar berkas yang dihasilkan tidak sesempit yang dihasilkan oleh susunan antenna tanpa elemen sentral, yang diperoleh melalui simulasi maupun perhitungan menggunakan persamaan pada [15]. Perbandingan lebar berkas dari kedua jenis susunan antenna ini disajikan pada Gambar 8, sedangkan data numeriknya terdapat pada Tabel 1.



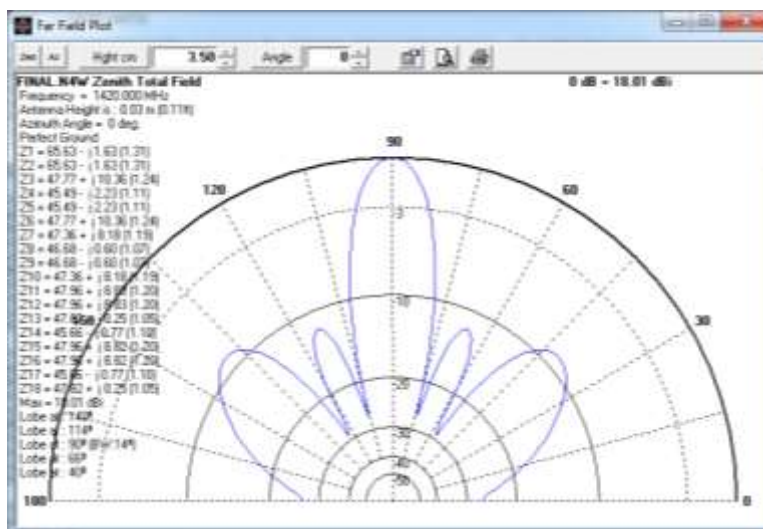
Gambar 3. Pola radiasi untuk *baseline* 0.87λ



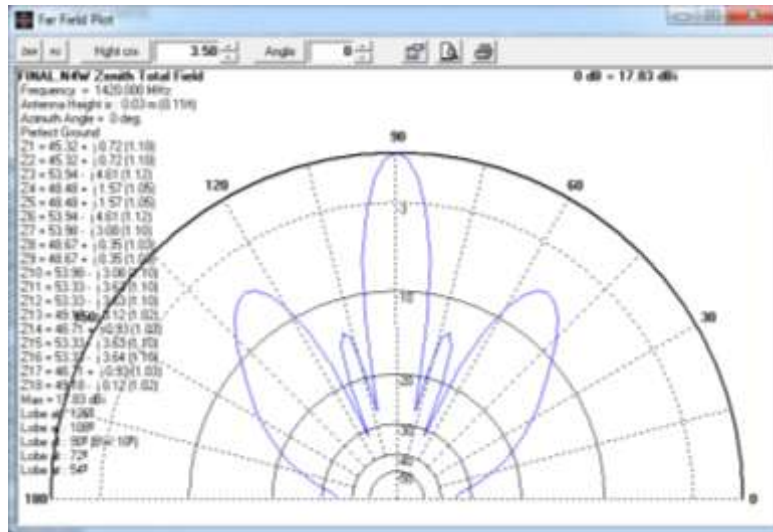
Gambar 4. Pola radiasi untuk baseline 1λ



Gambar 5. Pola radiasi untuk baseline 2λ



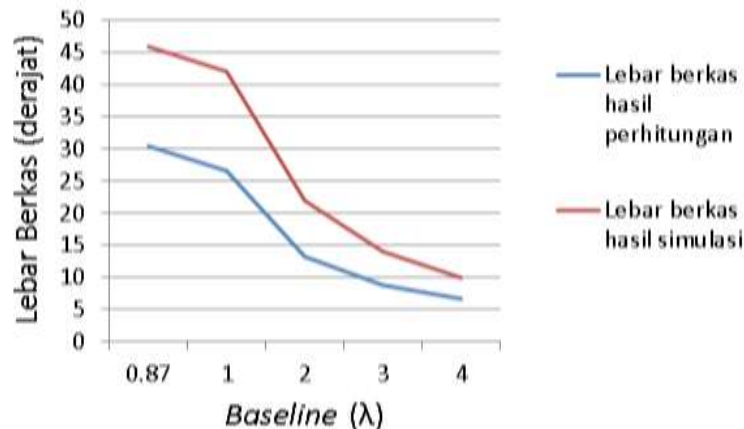
Gambar 6. Pola radiasi untuk baseline 3λ



Gambar 7. Pola radiasi untuk baseline 4λ

Tabel 1 Perbandingan pola radiasi dengan dan tanpa elemen sentral

Baseline (λ)	Teoritik	Dengan Element Sentral			Tanpa Element Sentral		
		BW ($^\circ$)	Gain Max (dBi)	SL (dBi)	BW ($^\circ$)	Gain Max (dBi)	SL (dBi)
0.87	30.52816	46	12.22	-	46	11.79	-
1	26.5595	42	13.39	-	38	13.11	-
2	13.27975	22	18.43	2.05	20	17.4	6.71
3	8.853167	14	18.01	6.14 & 9.23	14	17.74	8.82 & 8.44
4	6.639875	10	17.83	4.41 & 11.85	10	17.19	8.67 & 10.53



Gambar 8. Perbandingan antara lebar berkas hasil simulasi dan perhitungan

Aspek lain yang dapat diperhatikan dari Gambar 3 hingga Gambar 7 adalah intensitas *side lobe* yang meningkat seiring pertambahan jarak *baseline*. Akan tetapi intensitas *side lobe* tersebut lebih rendah dibandingkan intensitas *side lobe* yang dihasilkan oleh suatu susunan antenna tanpa elemen sentral. Misalnya pada *baseline* 2λ , intensitas *side lobe* untuk susunan antenna tanpa elemen sentral adalah sekitar -11.03 dB relatif terhadap *gain* maksimum, dengan lebar berkas 20° . Sedangkan pada susunan antenna dengan elemen sentral, pada *baseline* yang sama (2λ) memiliki intensitas *side lobe* lebih baik, yaitu kurang lebih -16.38 dB terhadap *gain* maksimum, namun memiliki lebar berkas yang lebih lebar yaitu sekitar 22° . Pada sistem susunan antenna 2-elemen,

jarak antar elemen sama dengan baseline. Sedangkan pada sistem susunan antenna dengan elemen sentral, jarak antar elemen lebih kecil dibandingkan *baseline*. Inilah yang menjadi penyebab dihasilkannya karakteristik pola radiasi susunan antenna sirkular dengan elemen sentral yang mirip dengan pola radiasi sistem susunan antenna 2-elemen yang memiliki *baseline* lebih sempit.

4. KESIMPULAN

Artikel ini menyajikan hasil eksperimen penggunaan elemen sentral pada susunan antenna sirkular untuk aplikasi teleskop radio transit. Hasil eksperimen memperlihatkan bahwa dengan menggunakan elemen sentral pada susunan sirkular, intensitas *side lobe* dapat ditekan. Namun sebagai kompensasi, lebar berkas akan menjadi lebih lebar dibandingkan susunan antenna tanpa elemen sentral. Karakteristik ini dapat digunakan ketika akan merancang suatu sistem susunan antenna untuk teleskop radio transit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Caizzone, S., Elmarissi, W., Buchner, G. and Sgammini, M. 2016. Compact 6+1 antenna array for robust GNSS applications. *2016 International Conference on Localization and GNSS (ICL-GNSS)*, Barcelona, pp. 1-4.
- [2] Villano, M., Colone, F. and Lombardo, P. 2013. Antenna Array for Passive Radar: Configuration Design and Adaptive Approaches to Disturbance Cancellation. *International Journal of Antennas and Propagation*. Vol. 2013, Article ID 920639.
- [3] Ellingson, S.W. 2005. Antennas for the next generation of low-frequency radio telescopes. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*. Vol.53, No. 8, pp. 2480-2489.
- [4] Ellingson, S.W., Simonetti, J.H. and Patterson, C.D. 2007. Design and evaluation of an active antenna for a 29-47 MHz radio telescope array. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*. Vol. 55, No. 3, pp. 826-831.
- [5] Noordin, N.H., Zuniga, V., El-Rayis, A.O., Haridas, N., Erdogan, A.T. and Arslan, T. 2011. Uniform circular arrays for phased array antenna. *2011 Loughborough Antennas & Propagation Conference*, Loughborough, pp. 1-4.
- [6] Vedula, V.S.S.S.C., Paladuga, S.R.C. and Prithvi, M.R. 2015. Synthesis of Circular Array Antenna for Sidelobe Level and Aperture Size Control Using Flower Pollination Algorithm. *International Journal of Antennas and Propagation*. Vol. 2015, Article ID 819712.
- [7] Zhang, L., Jiao, Y.-C. and Chen, B. 2012. Optimization of concentric ring array geometry for 3D beam scanning. *International Journal of Antennas and Propagation*. Vol. 2012, Article ID 625437.
- [8] Luo, Z., He, X., Chen, X., Luo, X. and Li, X. 2015. Synthesis of thinned concentric circular antenna arrays using modified TLBO algorithm. *International Journal of Antennas and Propagation*. Vol. 2015, 9 pages, Article ID 586345.
- [9] Suda, T. Takano t. and Kazama, Y. 2010. Grating lobe suppression in an array antenna with element spacing greater than a half wavelength. *2010 IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium*, Toronto, pp. 1-4.
- [10] Ram, G., Mandal, D., Kar R. and Ghoshal, S.P. 2015. Circular and Concentric Circular Antenna Array Synthesis Using Cat Swarm Optimization. *IETE Technical Review*. Vol. 32, Iss. 3.

- [11] Mandal, D., Ghoshal, S.P. and Bhattacharjee, A.K. 2010. Design of Concentric Circular Antenna Array with Central Element Feeding Using Particle Swarm Optimization with Constriction Factor and Inertia Weight Approach and Evolutionary Programming Technique. *Journal of Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves*. June 2010, Vol. 31, Iss. 6, pp 667–680.
- [12] Hamdi, B., Limam, S. and Aguilu, T. 2016. Uniform and Concentric Circular Antenna Arrays Synthesis for Smart Antenna Systems Using Artificial Neural Network Algorithm. *Progress In Electromagnetics Research B*. Vol. 67, pp. 91–105.
- [13] Rogier, H. 2006. Mutual coupling compensation in uniform circular arrays with center element using a coupling matrix based on phase modes. *2006 IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium*, Albuquerque, NM, pp. 1133-1136.
- [14] Ong, L.T. 2011. An interference cancellation scheme using a circular antenna array with a central element. *2011 IEEE International Conference on Signal Processing, Communications and Computing (ICSPCC)*, Xi'an, 2011, pp. 1-5.
- [15] Anwar, R., Islam, M.T., Misran, N. and Asillam, M.F. 2017. An Experimental Method to Determine Maximum Resolving Power in Antenna Array for Transient Radio Telescope System. *Proc. of the International Conference on Engineering Technologies and Technopreneurship (ICE2T 2017)*, 18-20 September 2017, Kuala Lumpur, Malaysia, 2017. In Press.
- [16] Ishak, A.N., Anwar, R., Islam, M.T., Misran, N., Yatim, B. and Asillam, M.F. 2013. Optimization of dipole-based antenna for 21cm line observation. *2013 IEEE International Conference on Space Science and Communication (IconSpace)*, Melaka, pp. 134-136.
- [17] Anwar, R., Islam, M.T., Misran, N., Ishak, A.N., Yatim, B. and Asillam, M.F. 2016. Verifikasi desain antena berbasis dipol berbentuk v untuk pengamatan garis 21 cm. *Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan (JETT)*, Vol. December 2016, pp. 392-397.