

**VERIFIKASI DESAIN ANTENA BERBASIS DIPOL BERBENTUK V
UNTUK PENGAMATAN GARIS 21 CM****DESIGN VERIFICATION OF V-SHAPE DIPOLE-BASED ANTENNA
FOR 21 CM OBSERVATIONS**

**Radial Anwar¹, Mohammad Tariqul Islam², Norbahiah Misran², Asnor Nadirah Ishak³,
Baharudin Yatim⁴, Mhd Fairos Asillam⁵**

¹Program Studi Teknik Telekomunikasi, Falkutas Ilmu Terapan, Telkom University, 40257, Bandung, Indonesia

²Jabatan Kejuruteraan Elektrik, Elektronik & Sistem, Fakulti Kejuruteraan dan Alam Bina, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor, Malaysia

³Agensi Angkasa Negara Malaysia (ANGKASA), Lot 2233, Jalan Turi, Kpg. Sg. Lang, 42700 Banting, Selangor, Malaysia

⁴Pusat Pengajian Fizik Gunaan, Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600, Selangor, Malaysia

⁵Agensi Angkasa Negara Malaysia (ANGKASA), Planetarium Negara Malaysia, Jalan Perdana, Tasik Perdana, 50480 Kuala Lumpur, Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur, Malaysia

¹radialanwar@tass.telkomuniversity.ac.id, ²titareq@gmail.com, ³bahiah@eng.ukm.my,

⁴asnor@angkasa.gov.my, ⁵baha@ukm.my, ⁶fairos@angkasa.gov.my.

Abstrak

21 cm adalah salah satu garis emisi penting didalam astronomi radio. Garis ini umumnya digunakan untuk mempelajari karakteristik galaksi-galaksi. Artikel ini mempresentasikan sebuah antenna dipol berbentuk V untuk sistem telekop radio 21 cm, yang berkorespondensi dengan frekuensi pengamatan 1420MHz. Desainnya telah diimplementasikan dan diukur. Hasil pengukuran memperlihatkan kesesuaian dengan simulasi, dengan eror frekuensi puncak sebesar 0,7%. SWR yang diperoleh juga cukup rendah, yaitu sekitar 1,14. Antena yang diajukan pada artikel ini berpotensi untuk digunakan sebagai feed pada antenna reflektor atau sebagai elemen penyusun pada sebuah sistem antenna *array*.

Kata Kunci : 21 cm, antenna dipol, bentuk V, astronomi radio

Abstract

21 cm is one among important emission lines in radio astronomy. It is used mostly for study on galaxies property. In this paper, a V-shape dipole antenna is presented for 21 cm radio telescope system, which is corresponding to 1420MHz observation frequency. The design has been constructed and measured. It shows a good agreement with simulation results, with frequency peak error of about 0.7%. The obtained SWR is relatively low, of about 1.14. The proposed antenna has the potential to be utilized as a feed in reflector antenna or as elements in an array antenna system.

Keywords: 21 cm, dipole antenna, V-shape, radio astronomy

1. PENDAHULUAN

Astronomi radio adalah salah satu cabang dibidang astronomi dimana pengamatan dilakukan pada panjang gelombang radio. Banyak hal baru dibidang astronomi yang ditemukan melalui pengamatan radio [1]. Intrumen yang digunakan disebut sebagai teleskop radio, yaitu

suatu sistem yang menyerupai perangkat penerima pada sistem telekomunikasi, meliputi antena, *filter*, *amplifier*, dan detektor. Walaupun hanya bersifat sebagai penerima (*passive service*), radio teleskop umumnya dioperasikan hanya pada frekuensi tertentu yang dilindungi oleh International Telecommunication Union (ITU) [2] bagi kepentingan radio astronomi, untuk menghindari interferensi dari sinyal telekomunikasi. Untuk alasan yang sama, banyak juga teleskop radio yang dibangun di daerah yang jauh dari pusat keramaian atau di daerah-daerah terpencil.

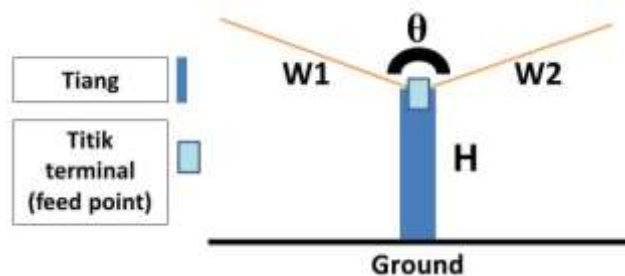
Salah satu pengamatan yang sering dilakukan oleh astronom radio adalah observasi pada panjang gelombang 21cm, yang berkorespondensi dengan frekuensi 1420MHz. Pada panjang gelombang ini, yang diamati adalah distribusi atom hidrogen netral pada galaksi tertentu, untuk mempelajari struktur galaksi, mengukur kecepatan *Local Group Standard* [3], atau bahkan untuk mengukur massa Neutrino [4]. Semua penelitian tersebut tidak dapat diamati pada panjang gelombang optik atau gelombang elektromagnetik lainnya dan hanya dapat dipelajari melalui astronomi radio.

Antena merupakan salah satu komponen teleskop radio yang telah menjadi suatu topik penelitian yang menarik. Berbagai jenis antena dapat dan telah digunakan sebagai bagian dari suatu sistem teleskop radio, meliputi antena parabola (*reflector*) [5], *horn* [6], *helix* [7], maupun antena berbasis dipol [8-10]. Artikel ini akan membahas verifikasi desain sebuah antena berbasis dipol berbentuk V dengan frekuensi kerja pada 1420MHz. Desain dan studi parameter antena melalui simulasi telah dijabarkan pada [11]. Artikel ini akan memberikan hasil konstruksi, pengukuran dan uji coba antena yang diusulkan.

2. ARSITEKTUR ANTENA

Antena berbasis dipol berbentuk V telah digunakan pada [9-10], namun pada frekuensi kerja yang lebih rendah. Pemilihan geometri dasar berbentuk V memungkinkan analisis geometri antena pada posisi yang lebih dekat dengan permukaan tanah, memperoleh pola radiasi yang lebih lebar dengan gain tertinggi pada arah zenit, serta VSWR yang relatif rendah untuk saluran transmisi 50 ohm. Gambar 1 memperlihatkan geometri umum antena berbentuk V, sedangkan parameternya antena yang diusulkan disajikan pada Tabel 1.

Tiga parameter telah divariasikan untuk melihat perubahan pada karakteristik antena. Parameter tersebut adalah panjang lengan dipol atau elemen yang dicatu (w), sudut antara lengan dipol (θ) dan tinggi titik terminal dari tanah (H). Sudut divariasikan dari 60° sampai 180° dengan interval 10° , sedangkan ketinggian diubah-ubah pada $\lambda/4$, $\lambda/6$, dan $\lambda/8$. Oleh karena itu, panjang lengan telah dioptimalkan melalui 39 kombinasi parameter. Sudut yang lebih rendah dari 60° tidak diamati karena secara teoritis akan memiliki *Standing Wave Ratio* (SWR) yang tinggi, sedangkan sudut yang lebih besar dari 180° berimplikasi bahwa antena sudah berubah menjadi bentuk *Inverted-V*. Adapun ketinggian $\lambda/4$ sampai dengan $\lambda/8$ dipilih karena secara teoritis akan memberikan penguatan (*gain*) maksimum pada arah zenit, karakteristik yang penting untuk antena pada sistem teleskop radio.



Gambar 1. Geometri antena berbentuk V

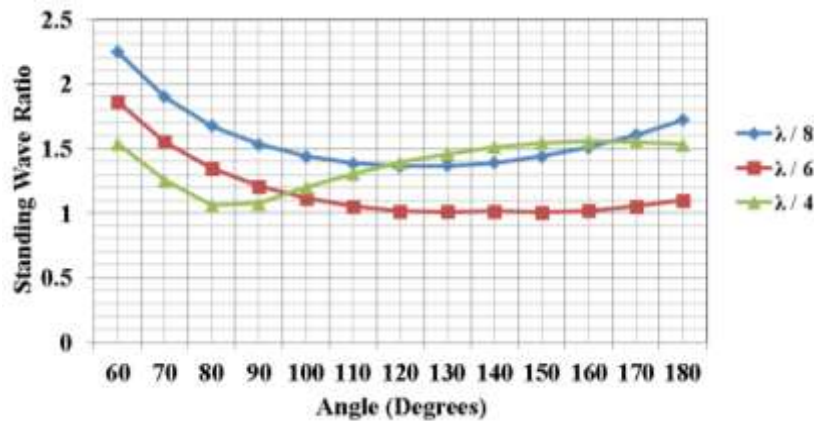
Tabel 1. Parameter antenna yang diusulkan

Parameter	Nilai
Tinggi antenna (H)	3,5 cm ($\lambda/6$)
Panjang lengan dipol ($w_1 = w_2$)	4,175 cm (0.199λ)
Sudut antara lengan dipol (θ)	150°

3. HASIL DAN DISKUSI

Perangkat lunak berbasis kode elektromagnetik numerik digunakan untuk mensimulasikan semua kombinasi parameter tersebut. Simulasi dilakukan dengan parameter *Perfect Ground* dan impedansi 50 ohm pada titik terminal. Simulasi menggunakan kawat konduktor dengan diameter enam milimeter untuk membangun geometri antenna.

Gambar 2 memperlihatkan variasi SWR terhadap perubahan sudut diantara lengan dipol dan ketinggian antenna terhadap tanah. Dapat diamati bahwa SWR paling rendah diperoleh ketika antenna diletakkan pada ketinggian $\lambda/6$ dari permukaan tanah, dengan sudut antara lengan dipol sebesar 150° . Panjang lengan dipol ketika SWR minimum ini adalah 4,175 cm, sehingga menjadi salah satu parameter geometri antenna yang diusulkan. Geometri ini telah disimulasikan, dimana frekuensi puncak diperoleh pada frekuensi 1420MHz dengan SWR sebesar 1,008. Nilai SWR dibawah 2 (*Bandwidth*) yang diperoleh adalah 1356MHz sampai dengan 1500MHz.

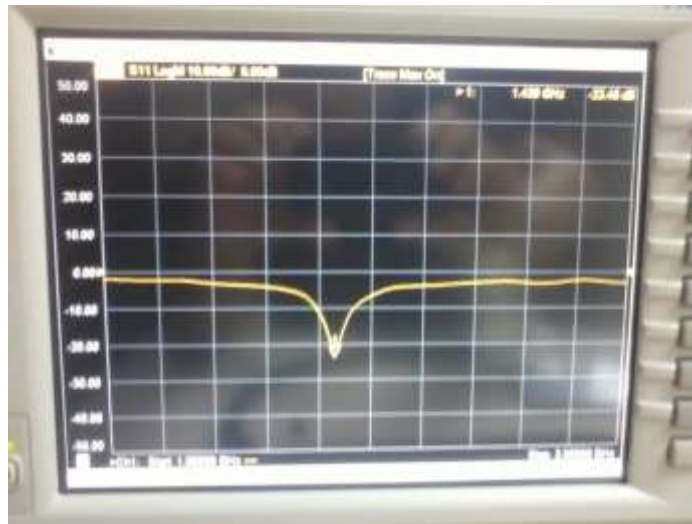


Gambar 2. Variasi SWR terhadap sudut antara lengan dipol dan ketinggian antenna dari tanah pada antenna berbentuk V yang diusulkan

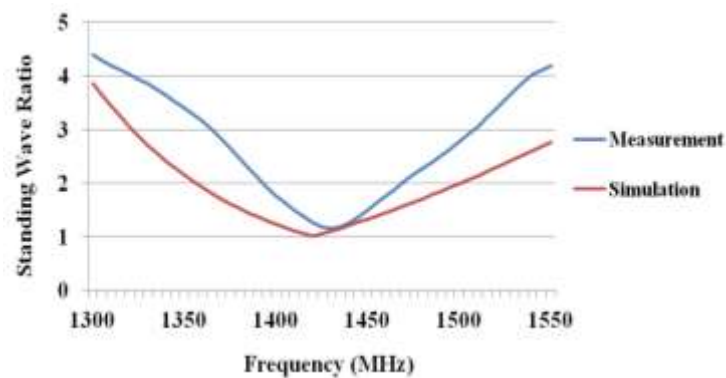
Desain yang ditampilkan pada Gambar 1 dan Tabel 1 telah diimplementasikan seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3. Sebagai elemen peradiasi, digunakan batang aluminium dengan diameter sebesar 6mm. Akrilik digunakan sebagai bahan penyangga/tiang antenna, sedangkan untuk membuat kondisi yang menyerupai *Perfect Ground*, sebuah pelat aluminium diletakkan dibawah antenna dan digunakan juga sebagai fondasi tempat meletakkan prototipe antenna tersebut. Nilai *return loss* prototipe ini telah diukur dengan menggunakan *Vector Network Analyzer* (VNA), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Frekuensi operasi puncak diperoleh pada 1430MHz, berbeda 0,7% dibandingkan dengan frekuensi yang diinginkan yaitu 1420MHz. Pada frekuensi puncak ini, nilai *return loss* yang diperoleh adalah -23,58 dB, berkorespondensi dengan nilai SWR sekitar 1,14. *Bandwidth* yang diperoleh sekitar 4,9%. SWR pada frekuensi 1420MHz masih cukup rendah, yaitu 1,26. Gambar 5 memperlihatkan perbandingan antara hasil simulasi dengan hasil pengukuran.



Gambar 3. Prototipe antenna 1420MHz



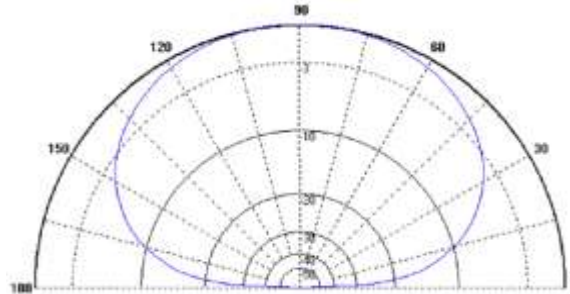
Gambar 4. Pengukuran *return loss* prototipe antenna berbentuk V



Gambar 5. Perbandingan hasil simulasi dan pengukuran SWR antenna berbentuk V

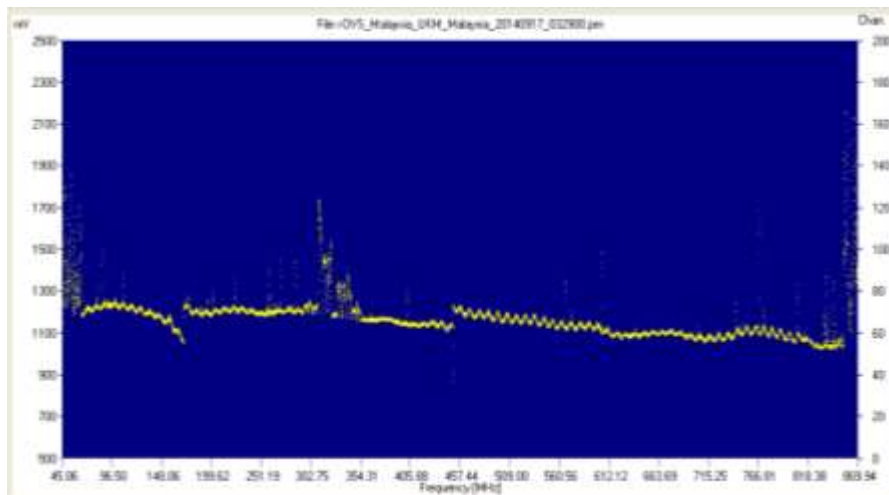
Karena keterbatasan ukuran *platform turn-table* yang tersedia, prototipe antenna tersebut tidak dapat diukur di dalam *anechoic chamber*. Oleh karena itu, pola radiasi antenna ini hanya disimulasikan dengan menggunakan perangkat lunak, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 6.

Lebar berkas (*beamwidth*) yang diperoleh adalah sekitar 66° pada sumbu medan listrik (*E-Field*) dan 106° pada sumbu medan magnet (*H-Field*) dengan nilai *gain* maksimum sebesar 8,32dBi pada arah zenit (tegak lurus ke atas).



Gambar 6. Pola radiasi antenna berbentuk V yang diusulkan (*H-Field*)

Prototipe antenna ini sudah diujicoba dengan menggunakan perangkat penerima (*receiver/radio spectrograph*) yang bekerja pada frekuensi 45MHz hingga 870MHz. Karena frekuensi kerja antenna berada diluar rentang frekuensi *receiver*, maka digunakan modul *down-converter* yang mengubah spektrum frekuensi 1065MHz – 1759MHz menjadi 750MHz – 65MHz. Salah satu hasil uji coba dengan menggunakan prototipe antenna ini ditampilkan pada Gambar 7. Objek yang diamati pada saat uji coba tersebut adalah matahari.



Gambar 7. Sinyal matahari yang diperoleh pada saat uji coba

4. KESIMPULAN

Artikel ini menyajikan hasil pengukuran sebuah antenna berbasis dipol berbentuk V yang dirancang untuk digunakan pada sistem teleskop radio 21cm. Pengukuran menunjukkan hasil yang berkesesuaian dengan nilai yang diperoleh melalui simulasi. Frekuensi operasi puncak diperoleh pada 1430MHz (tingkat kesalahan sekitar 0,7% terhadap frekuensi yang diinginkan, yaitu 1420MHz), dengan SWR sekitar 1,14 (berkorespondensi dengan *return loss* sebesar -23,58 dB) dan *bandwidth* sekitar 4,9%. SWR pada frekuensi 1420MHz masih sangat rendah, yaitu 1,26.

Berdasarkan pola radiasinya yang lebar dan puncak *gain* pada arah zenith, antenna ini sesuai untuk digunakan sebagai *feed* pada antenna reflektor maupun sebagai elemen pada sistem *transient array*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wielebinski, R., Kellermann, K.I. and Orchiston, W. 2007. The Early History of European Radio Astronomy. *Astronomische Nachrichten*. 328 375-446.
- [2] CRAF (Committee on Radio Astronomy Frequencies). 2005. *CRAF Handbook for Radio Astronomy* 3rd ed.: European Science Foundation.
- [3] Wolfe, S.A., Lockman, F.J. and Pisano, D.J. 2016. Sensitive 21 cm Observations of Neutral Hydrogen in the Local Group Near M31. *The Astrophysical Journal*. 816:2 81-93.
- [4] Pritchard, J.R. and Pierpaoli, E. 2009. Neutrino Mass from Cosmological 21 cm Observations. *Nuclear Physics B - Proceedings Supplements*. 188 31-33.
- [5] Haystack MIT. SRT. [Online] Available: <http://www.haystack.mit.edu/edu/undergrad/srt/oldsrt.html> [Diakses pada tanggal 2 November 2016]
- [6] Holmdel. 2016. Holmdel Horn Antenna. [Online] Available: <http://www.atlasobscura.com/places/holmdel-horn-antenna> [Diakses pada 2 November 2016]
- [7] Golap, K., Shankar, N.U., Sachdev, S., Dodson, R. & Sastry, Ch.V. 1998. A Low Frequency Radio Telescope at Mauritius for a Southern Sky Survey. *Journal of Astrophysics and Astronomy*. 19 35-53.
- [8] De Vos, M., Gunst, A.W. and Nijboer R. 2009. The LOFAR Telescope: System Architecture and Signal Processing. *Proceedings of the IEEE*. 97:8 1431-1437.
- [9] Anwar, R., Islam, M.T., Misran, N., Gopir, G. and Yatim, B. 2009. Development of a Multiband VHF Antenna for Low-Frequency Transient Radio Telescope. *Journal of Electromagnetics, Waves and Applications (JEMWA)*. 23 1843–1854. ISSN: 0920-5071.
- [10] Anwar, R., Islam, M.T., Misran, N., Gopir, G., Yatim, B., and Asillam, M.F. 2014. Effect of Parasitic Element on 408MHz Antenna for Radio Astronomy Application. *International Journal of Antennas and Propagation*. Volume 2014, Article ID 614952.
- [11] 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 International Conference on Space Science and Communication (IconSpace 2013)* Melaka, Malaysia, 1 – 3 July 2013, pp. 134-136.