

Antena Biquad untuk WLAN 2,4 GHz

Dwi Fadila K., Rudy Yuwono dan Putu Agus P.

Abstrak— Dewasa ini, untuk mengkoneksikan sistem informasi dan jaringan komputer banyak menggunakan teknologi *wireless* LAN (WLAN), khususnya dengan frekuensi 2,4 GHz. Untuk sistem komunikasi *wireless* 2,4 GHz terdapat beberapa jenis antena yang dapat digunakan, dengan beberapa kekurangan. Dalam penelitian ini dirancang sebuah antena buquad sebagai antena alternatif yang sederhana, berdimensi relatif kecil ($0,01\text{m}^2$), fleksibel, praktis, dan murah (menggunakan kawat tembaga) untuk aplikasi *wireless* LAN 2,4 GHz. Meskipun demikian kinerja antena biquad ini bias diandalkan karena memiliki *Return Loss* sebesar $-11,574$ dB, *VSWR* sebesar 1,717, *pola radiasi unidirectional*, *penguatannya* sebesar 11,506 dBi dan *bandwidth* sebesar 275 MHz. Dengan demikian antena biquad ini, dapat digunakan pada teknologi WLAN 2,4 GHz.

Kata Kunci— biquad, unidirectional, bandwidth, WLAN.

I. PENDAHULUAN

DALAM penelitian ini antena biquad yang dirancang menggunakan kawat tembaga yang berbentuk dua buah bujursangkar, dimana perancangan tahap awal dilakukan dengan menggunakan persamaan-persamaan klasik yang sudah dikenal dan dituliskan dalam banyak buku antena. Selanjutnya disimulasikan dengan menggunakan simulator Ansoft untuk mengetahui kinerja perancangan awal dari antena, dan dilanjutkan dengan pengotimasian untuk mendapatkan kinerja optimumnya. Bentuk geometri yang diperoleh dari optimasi selanjutnya dibangun dengan menggunakan kawat tembaga dan pemantuk PCB polos. Dan untuk mengetahui kinerja yang sesungguhnya antena yang telah dibangun kemudian diuji dan diukur kinerjanya (*Return Loss*, koefisien pantul, *VSWR*, *gain*, pola radiasi dan polarisasi) dengan menggunakan seperangkat instrumen yang ada di Laboratorium Telekomunikasi Politeknik Negeri Malang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Antena Kawat

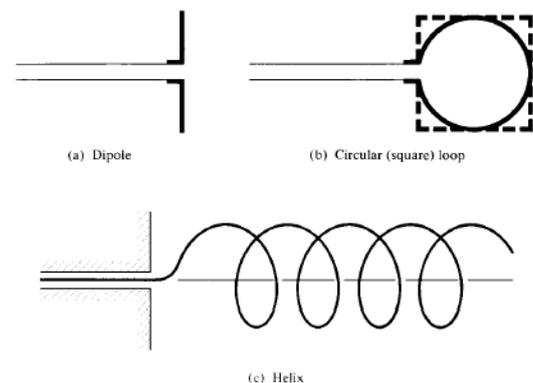
Ada beberapa macam bentuk antena kawat seperti kawat lurus (dipole), loop dan helix seperti terlihat pada

Dwi Fadila Kurniawan adalah dosen Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang (korespondensi email: df_urniawan@ub.ac.id, iwan_fadilla@yahoo.com)

Rudy Yuwono, ST., MSc. berkarya di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia .

Putu Agus P. adalah alumni Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.

Gambar 1. Untuk antena loop tidak hanya berbentuk lingkaran, ada juga yang membuat dengan bentuk persegi panjang, bujur sangkar, ellipsis, dan bentuk yang lain. Tapi paling umum adalah loop lingkaran disebabkan kemudahan dalam perancangan.



(a) Dipole (b) Circular (square) loop (c) Helix

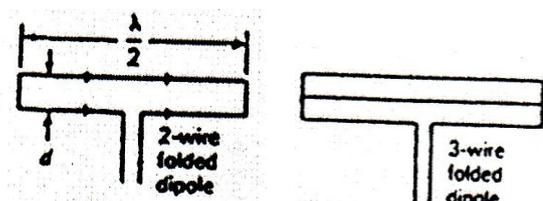
Gambar 1. Konfigurasi Antene Kawat[1]

B. Antena Dipole Lipat

Antena dipole $\frac{1}{2}\lambda$ yang sederhana memiliki resistansi terminal sekitar 70Ω sehingga diperlukan adanya perubahan impedansi untuk menyesuaikan antena ini dengan antena 2 kawat dengan karakteristik impedansi $300 - 600\Omega$. Resistansi terminal dari antena dipole $\lambda/2$ yang dimodifikasi seperti tampak pada Gambar 2 adalah mendekati 300Ω sehingga bisa langsung dihubungkan dengan antena 2 kawat yang memiliki karakteristik impedansi yang sama. Susunan dengan jarak yang sangat dekat inilah yang disebut dengan dipole lipat.

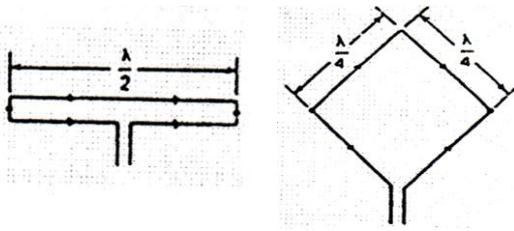
C. Modifikasi Antena Dipole Lipat

Dengan memodifikasi dipole bisa diperoleh resistansi terminal yang lebih lebar. Dengan menarik kawat dipole terpisah di tengahnya, didapatkan sebuah antena loop satu putaran dengan panjang masing-masing sisinya adalah $\frac{1}{4}\lambda$. Loop ini memiliki resistansi terminal yang lebih kecil dari dipole lipat.



(a) dipole lipat 2 kawat (b) dipole lipat 3 kawat

Gambar 2. Model Antena Dipole Lipat[2]

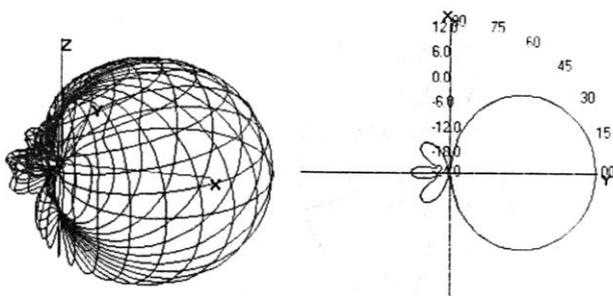


(a) dipole lipat 2 kawat (b) modifikasi dipole lipat 2 kawat
 Gambar 3. Tahap Modifikasi Antena Dipole Menjadi Dipole Lipat[2]

D. Antena Biquad

Antena Biquad merupakan antena kawat dipole loop berbentuk kubus ganda dengan reflektornya berbentuk sebuah flat panel (large flat sheet) dengan lebar sisi yang sedikit lebih panjang daripada rangkaian dipolennya sehingga bertindak seolah-olah sebagai bidang yang tak berhingga luasnya. Letak reflektor tidak jauh dari dipolennya yang bertujuan untuk mengurangi radiasi ke arah belakang. Dengan jarak yang kecil antara antena dengan reflektornya, maka susunan ini juga menghasilkan gain yang lebih besar pada radiasinya ke arah depan.

Gain yang dihasilkan oleh antena $\frac{1}{2}\lambda$ dengan large flat sheet reflektor relatif tergantung dari jarak dipolennya. Semakin jauh jarak dipolennya, gain yang diperoleh akan semakin kecil namun bandwidthnya akan semakin besar. Sedangkan pola radiasi antena biquad pada umumnya berbentuk lobe seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pola Radiasi Antena Biquad[3]

E. Dimensi Antena Biquad

Antena biquad merupakan perpaduan 2 antena quad yang dirancang dalam 1 elemen. Panjang elemen driven antena biquad adalah 1λ yang mana nilai panjang gelombangnya (λ) yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$(\lambda) = \frac{c}{f} \quad (m) \quad (1)$$

Dengan:

- Λ = Panjang gelombang (m)
- c = Kecepatan gelombang cahaya (3×10^8) m/s
- f = Frekuensi kerja antena (Hz)

Untuk rancangan dipole antena biquad didapat dari

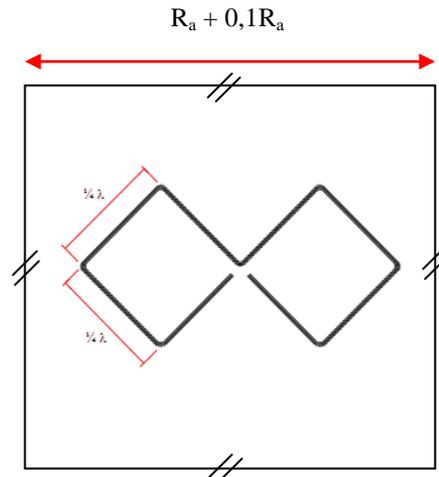
panjang gelombang $1/2\lambda$ yang dibentuk menjadi dipole lipat sehingga panjang masing-masing sisinya menjadi $1/4\lambda$. Jarak dipole biquad yang digunakan sejauh $1/8\lambda$ dari reflektornya. Reflektor antena biquad berbentuk bujur sangkar dengan lebar sisi yang sedikit lebih panjang daripada rangkaian dipolennya, dengan ukuran dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$R = R_a + 0,1R_a \quad (3)$$

dengan:

- R = Panjang elemen reflector (m)
- R_a = Panjang elemen dipolennya (m).

Perencanaan ukuran desain antena biquad dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 5. Rancangan Ukuran Desain Antena Biquad

F. Parameter Antena dan Kinerjanya

Setelah melakukan perancangan untuk mengetahui unjuk kerja suatu antena yang sesungguhnya maka, dilakukan serangkaian pengujian parameter – parameter dari yang dibutuhkan, yaitu

- Pola radiasi untuk mengetahui keterarahan radiasi lebar berkas dan penguatan yang dihasilkan antena
- Polarisasi antena untuk mengetahui arah vektor medan elektrik dan magnetiknya
- VSWR (*standing wave ratio antena*) untuk mengetahui kualitas penyaluran daya dan bandwidth dari antena.

III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ANTENA BIQUAD

A. Tinjauan Umum

Antena Biquad ini adalah antena yang terdiri dari sebuah dipole dan sebuah reflektor yang dirangkai sedemikian rupa, yang mana dipole menggunakan bahan kawat tembaga dengan bentuk dua buah bujur sangkar yang sudutnya berhimpitan. Sedangkan untuk reflektor dari antena rancangan ini menggunakan bahan papan PCB polos yang didesain berbentuk bujur sangkar dengan panjang sisi lebih lebar dari panjang dipole antena.

Dalam perancangan antena Biquad ini, Bahan utama yang digunakan adalah tembaga baik itu dalam

pembuatan dipole antenna, reflektor, maupun pipa penyangga antara reflektor dengan dipolanya. Untuk bahan tembaga diketahui :

- Konstanta dielektrik relatif (ϵ_r) = 1
- Konduktivitas tembaga (σ) = $5,8 \times 10^7$ mho m^{-1}

Untuk frekuensi kerja 2,4 GHz, dapat diketahui nilai panjang gelombangnya dengan perhitungan :

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$= \frac{3 \times 10^8}{2,4 \times 10^9} = 0,125 \text{ m}$$

Sehingga untuk rancangan dipole antenna dibuat dari panjang gelombang $1/2\lambda$ yang dibentuk menjadi dipole lipat yang memiliki bentuk berupa persegi sama sisi yang masing-masing sisinya memiliki panjang $1/4 \lambda$. Adapun perhitungannya sebagai berikut:

- $\lambda = 0,125 \text{ m}$
- $1/2 \lambda = 1/2 (0,125)$
= 0,0625 m
- $1/4 \lambda = 1/2 (0,0625)$
= 0,03125 m

Untuk jarak dipole direncanakan sebesar $1/8 \lambda$ dari reflektornya, sedangkan untuk reflektor digunakan papan PCB polos dimana panjang sisi reflektor dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$R = R_a + 0,1R_a$$

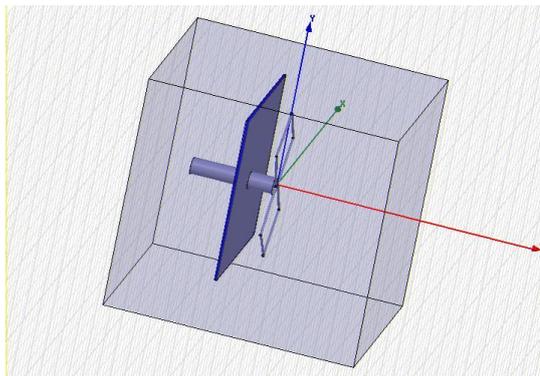
$$= 9 + 0,1(9)$$

$$= 9 + 0,9$$

$$= 9,9 \text{ cm} = 99 \text{ mm}$$

B. Perancangan Antena Biquad dengan Simulator

Pada perancangan antenna ini, setelah menghitung beberapa dimensi antenna yang diperlukan selanjutnya dilakukan pensimulasian terhadap rancangan antenna dengan menggunakan simulator ANSOFT.

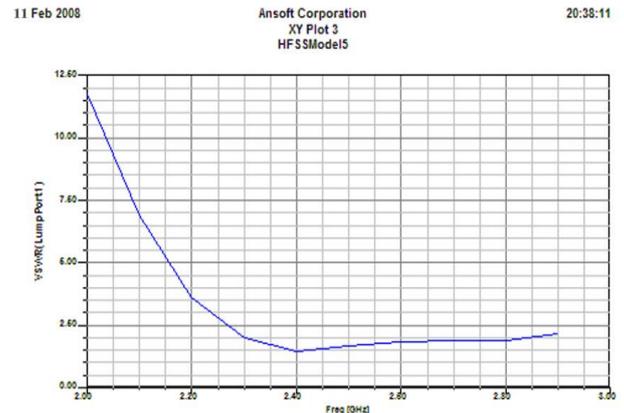


Gambar 6. Antena Biquad Hasil Perancangan

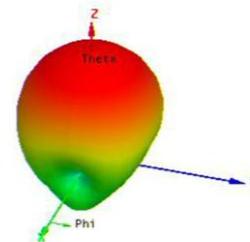
Kemudian dilakukan simulasi terhadap rancangan antenna Biquad untuk dapat mengetahui besarnya nilai VSWR yang dihasilkan oleh antenna hasil perancangan. Adapun hasil simulasi tersebut sebagai berikut :

Simulasi pada grafik 1 menunjukkan nilai VSWR antenna Biquad hasil perancangan. Untuk nilai VSWR sebuah antenna bekerja dengan baik jika nilai VSWR < 2.

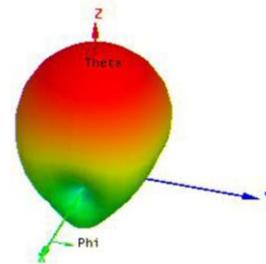
Dari hasil simulasi dapat dilihat bahwa antenna Biquad hasil perancangan sudah memiliki VSWR < 2 sehingga diharapkan antenna dapat bekerja dengan baik pada frekuensi kerja 2,4 GHz.



Grafik 1. Hasil simulasi VSWR Antena Biquad



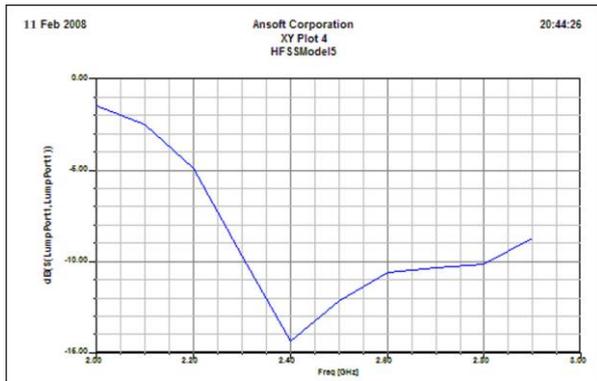
Gambar 7. Gain Antena Biquad hasil perancangan



Gambar 8. Directivity Antena Biquad hasil perancangan

Pada Gambar 7 ditunjukkan hasil simulasi dari nilai *Gain* antenna Biquad hasil perancangan secara 3 dimensi dan untuk nilai *Direktifitasnya* ditunjukkan pada Gambar 8. Dari gambar hasil simulasi, diketahui besarnya nilai *gain* dari antenna Biquad hasil perancangan adalah 10.033 dB, sedangkan untuk besarnya nilai *Directivity* dari hasil simulasi dapat diketahui sebesar 9,911 dB

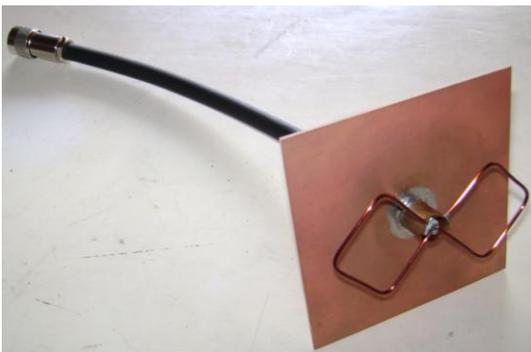
Simulasi pada Grafik 2 menunjukkan nilai S11. Untuk nilai S11 sebuah antenna bekerja dengan baik jika nilai S11 < -10 dB. Dari hasil simulasi dapat dilihat bahwa antenna sudah memiliki nilai S11 < -10, sehingga diharapkan antenna dapat bekerja dengan baik.



Grafik 2. Hasil simulasi S11

C. Pembuatan Antena Biquad

Setelah semua dimensi antena diketahui, selanjutnya akan dirancang bentuk fisik antena sesuai dengan dimensi hasil perhitungan tersebut. Tahap pembuatan antena antara lain, pembuatan reflektor, pembuatan penyangga antena, pembuatan elemen dipolnya, pemasangan dipole pada penyangga diakhiri dengan pemasangan kabel RG-8 pada dipole antena.



Gambar 9. Bentuk fisik antena Biquad hasil perancangan

IV. PENGUKURAN

Dari hasil pengukuran dan perhitungan diperoleh nilai VSWR terkumpul dalam data yang dapat dilihat pada Grafik 3-5.

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan, Antena Biquad ini memiliki nilai VSWR yang berbeda-beda pada setiap perubahan frekuensinya. Pada frekuensi kerja 2,4 GHz antena memiliki nilai VSWR sebesar 1,717. Hal ini berarti antena ini dapat bekerja dengan baik pada frekuensi kerja yang direncanakan sesuai dengan batas $1 \leq VSWR < 2$. Berdasarkan data hasil pengukuran VSWR, antena ini memiliki frekuensi terendah pada frekuensi 2,275 GHz, dan frekuensi tertinggi antena ini adalah pada frekuensi 2,55 GHz. Sehingga bandwidth antena ini adalah :

$$B = f_u - f_l$$

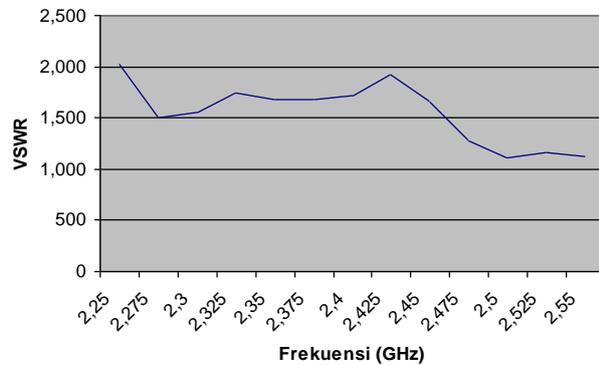
$$B = 2,55GHz - 2,275GHz$$

$$B = 275MHz$$

Bandwidth dalam persen:

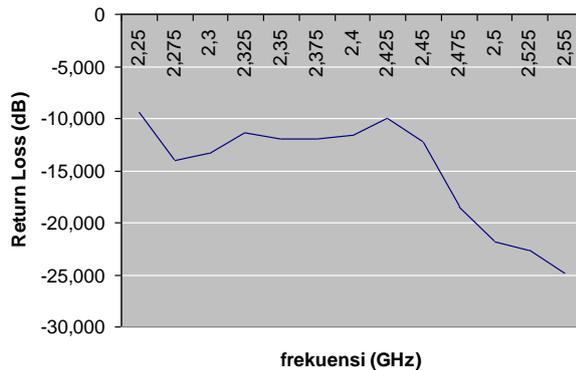
$$B_p = \frac{f_u - f_l}{f_c} \times 100\%$$

$$= \frac{2,55 - 2,275}{2,4125} \times 100\% = 11,39\%$$



Grafik 3. Grafik fungsi VSWR terhadap frekuensi

Jadi dapat diketahui besarnya bandwidth antena Biquad hasil perancangan sebesar 275 MHz. Sedangkan untuk aplikasi WLAN hanya membutuhkan bandwidth sebesar 83,5 MHz.

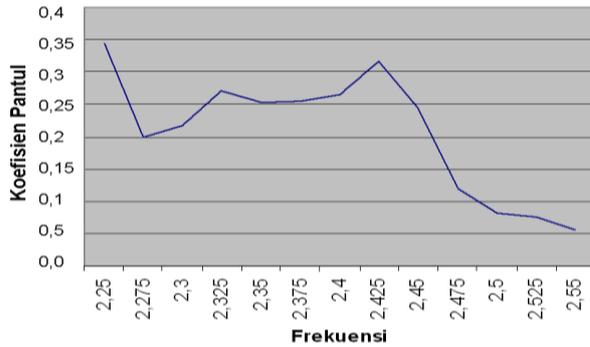


Grafik 4. Grafik Fungsi Return Loss Terhadap Frekuensi

Berdasarkan hasil pengukuran, dapat diketahui Antena Biquad ini memiliki nilai return loss yang berbeda-beda pada setiap perubahan frekuensinya. Pada frekuensi kerja 2,4 GHz, antena memiliki nilai return loss sebesar -11,574 dB. Hal ini berarti antena dapat bekerja dengan frekuensi kerja yang direncanakan sesuai dengan batas yang diijinkan yakni < -10 dB.

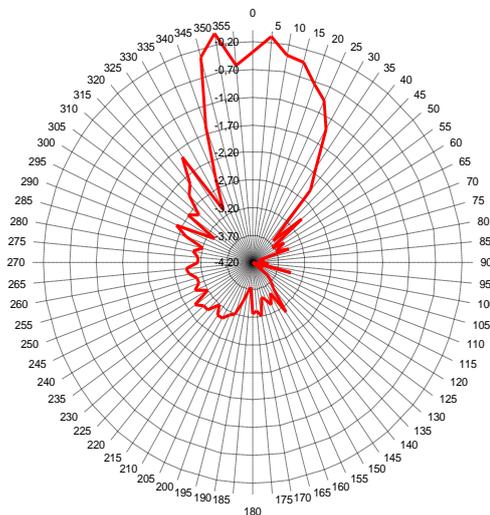
Dari hasil pengukuran yang dilakukan, dapat diketahui besarnya nilai koefisien pantul antena biquad berbeda-beda pada setiap perubahan frekuensinya. Untuk frekuensi kerja 2,4 GHz, antena biquad memiliki nilai koefisien pantul sebesar 0,264. Dengan nilai impedansi antena pada frekuensi kerja 2,4 GHz adalah $71,23 + j24,75 \Omega$ sedangkan impedansi yang direncanakan adalah 50Ω . Adanya perbedaan ini disebabkan oleh bermacam-macam faktor diantaranya pengaruh lingkungan saat pengukuran, maupun dalam pengambilan data, rugi-rugi pada saluran kabel koaksial,

serta konektor yang digunakan.



Grafik 5. Grafik Fungsi Koefisien Pantul Terhadap Frekuensi

Pola Radiasi Horizontal dan Pola Radiasi Vertikal untuk kedua frekuensi kerja di atas dapat dilihat dalam Gambar 10-11.



Gambar 10. Pola Radiasi Horizontal

Berdasarkan Gambar 10 dan 11 dapat diketahui bahwa bentuk pola radiasi antenna hasil perancangan (antenna mikrostrip *circular array*) adalah *unidirectional*, yaitu memiliki intensitas radiasi maksimum hanya pada satu arah tertentu saja. Perhitungan *directivity* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$D = \frac{4\pi(\text{steradian})}{\theta \cdot \phi (\text{radian}^2)}$$

$$1 \text{ steradian} = 1 \text{ radian}^2$$

$$= \left(\frac{180}{\pi}\right)^2 (\text{derajat}^2)$$

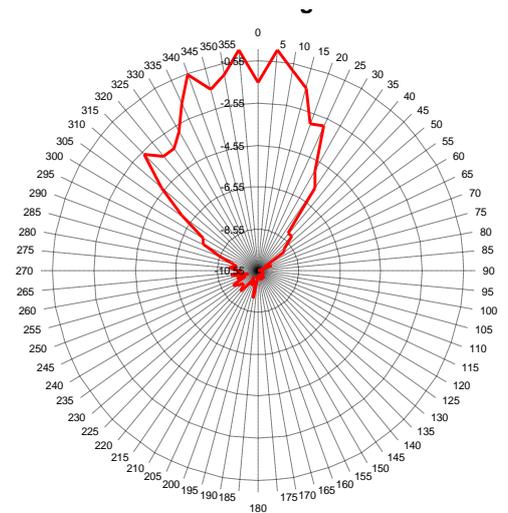
Sehingga didapat :

$$D \approx \frac{4\pi \left(\frac{180}{\pi}\right)^2 (\text{derajat}^2)}{\theta_{HP}^{\circ} \phi_{HP}^{\circ} (\text{derajat}^2)} \approx \frac{41000}{\theta_{HP}^{\circ} \phi_{HP}^{\circ}}$$

Dengan :

- D = directivity
- θ = *beamwidth* pola radiasi vertikal (rad)

- Φ = *beamwidth* pola radiasi horisontal (rad)
- θ°_{HP} = *beamwidth* pola radiasi vertikal (derajat)
- Φ°_{HP} = *beamwidth* pola radiasi horisontal (derajat)



Gambar 11. Pola Radiasi Vertikal

Berdasarkan pada data hasil pengukuran pola radiasi, diperoleh nilai -3 dB *beamwidth* pola radiasi horisontal adalah $62,5^{\circ}$ ($\phi^{\circ}_{HP} = 62,5^{\circ}$), dan nilai -3dB *beamwidth* pola radiasi vertikal adalah 50° ($\theta^{\circ}_{HP} = 50^{\circ}$). Jadi nilai *directivity* antenna Biquad hasil perancangan adalah :

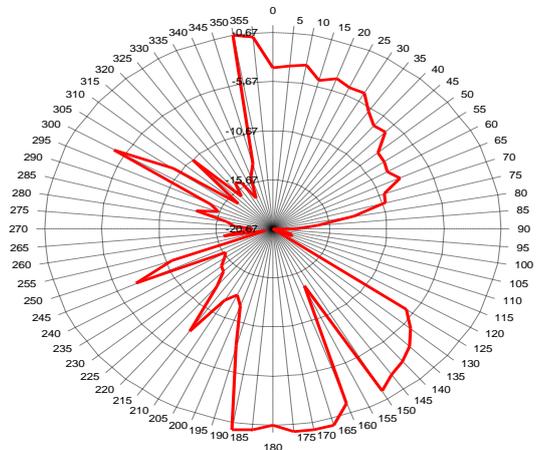
$$D = \frac{41000}{62,5^{\circ} \cdot 50^{\circ}}$$

$$= 13,12$$

$$D_{db} = 10 \log 13,12$$

$$= 11,17 \text{ db}$$

Pengukuran *polarisasi* antenna dilakukan untuk mengetahui vector medan listrik antenna hasil rancangan.



Gambar 12. Bentuk Polarisasi Antenna Biquad Hasil Perancangan

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan antenna, pembuatan antenna, pengujian dan pengukuran antenna, serta analisis parameter-parameter antenna, dapat diambil kesimpulan bahwa antenna mikrostrip *equilateral triangular array* dua elemen yang dibuat ini dibuat pada frekuensi kerja 2,4 GHz memiliki nilai VSWR 1,717, dimana masih dalam batas yang diijinkan $VSWR < 2$, nilai *Return Loss*, adalah -11,574 dB yang masih dalam batas diijinkan yaitu RL <-10dB, dengan *bandwidth* sebesar 275 MHz. Nilai *directivity* sebesar 11,17 dB dan bentuk pola radiasi *unidirectional* dan polarisasi linier.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Balanis, Constantine A. 1982. Antena Theory: Analysis and Design, 2nd Edition. John Wiley and Sons, Inc.
- [2] Kraus, John Daniel. 1988. Antennas. McGraw-Hill International, New York.
- [3] Sumber: www.flakey.info/antena/biquad



Dwi Fadila Kurniawan, ST., MT, adalah seorang staf akademik Teknik elektro di Universitas Brawijaya Malang, di mana ia memberikan kuliah : antenna dan propagasi, radar dan navigasi, Teknik telepon, kalkulus I, kalkulus II, matematika Teknik II, kimia Teknik dan optoelektronika. Dwi Fadila Kurniawan ST., MT., menyelesaikan pendidikan SMA di SMA 12 Jakarta tahun 1991, Sarjana Teknik di Jurusan Teknik elektro Universitas Brawijaya tahun 1997, dan Master Teknik Telekomunikasi Multimedia di Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya tahun 2001. Saat ini Dwi Fadila Kurniawan, ST., MT., bertempat tinggal di Graha Gardenia K-9, Saptorenggo, Pakis, Kabupaten Malang, telpon (0341)795628, bersama 4 orang putra-putri (M. Nashiruddi Abdurrachman, Fadhilah Azizaturrusydah, M. Fadhil Abdulaziz dan M. Faiz Syarifuddin) serta seorang istri (Dewi Susanti, SE.). Selain sebagai staf akademik di Jurusan Teknik Elektro, Dwi Fadila Kurniawan, ST., MT., juga melakukan beberapa penelitian mengenai antenna dan aplikasi pada frekuensi 2500MHz.