

DESAIN DAN FABRIKASI ANTENA *CROSS PLANAR* PADA FREKUENSI 2,4 GHz UNTUK APLIKASI *WIRELESS LOCAL AREA NETWORK*

Mochammad Taufik¹⁶

Abstrak

Antena *Cross Planar* merupakan pengembangan dari jenis antena mono pole yang memiliki *Bandwith* (BW) sangat lebar, sehingga antena tersebut sangat sesuai digunakan pada komunikasi nirkabel antara lain: *Wireless Local Area Network* (WLAN), Wi-Max dan komunikasi sejenis.

Tujuan penelitian ini adalah mendesain dan membuat antena *Cross Planar* untuk aplikasi komunikasi WLAN dengan BW minimal 500 MHz. Metode yang digunakan adalah membandingkan Nilai parameter hasil desain, hasil simulasi menggunakan software IE3D dan hasil pengukuran parameter-parameter antena.

Hasil simulasi dan pengukuran pada frekuensi pusat 2.4GHz didapatkan nilai parameter yang sesuai dengan syarat sebuah antena antara lain : RL simulasi = -9.68 dB, RL pengukuran = -16.9 dB ; VSWR simulasi = 1,97, VSWR pengukuran = 1,33 ; faktor pantulan Γ = 0,33 ; Gain simulasi = 2.31 dBi, Gain pengukuran 2,55 dBi dan polarisasi omni directional, polarisasi linier vertikal.

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil simulasi menggunakan simulator IE3D didapatkan bahwa parameter RL, VSWR, faktor pantulan Γ , Gain serta polarisasi dan polarisasi sesuai dengan nilai parameter antena, sehingga layak digunakan dalam implementasi sesungguhnya.

Kata kunci : Cross Planar, UWB, WLAN, omni directional.

Abstract

Cross Planar Antenna is a development from the type mono pole antenna that has a very wide bandwidth (BW). Thus, the antenna is very suitable to use on wireless communication among others: Wireless Local Area Network (WLAN), Wi-Max and similar communications .

¹⁶ *Mochammad Taufik. Dosen Program Studi Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang.*

The purpose of this research is to design and create Cross Planar antenna for WLAN communications applications with a minimum of 500 MHz BW. The method used is to compare the results of the design parameter values, simulated results using IE3D software and outcome measurement antenna parameters.

Simulation and measurement results in 2.4GHz center frequency parameters of the value obtained in accordance with the terms of an antenna, among others: RL simulation = -9.68 dB, RL = -16.9 dB measurement; simmulasi VSWR = 1.97, VSWR measurement = 1.33; factor I reflection $I_{\square} = 0.33$; simulation = 2:31 dBi Gain, Gain measurement and polaradiasi 2.55 dBi omni directional, linear vertical polarization.

Conclusions obtained from the simulation results obtained using IE3D simulator that parameter RL, VSWR, reflection factor I_{\square} , Gain and polardiasi and polarization antenna according to the parameter values, so it is used in the implementation of The real worth.

Keywords: planar cross, UWB, WLAN, omni directional

1. PENDAHULUAN

Antena *Cross Planar* adalah antena yang disusun dari logam pipih dan merupakan pengembangan dari antena omni directional pada umumnya yang disusun dari kawat pejal. Jika ditinjau dari lebar bidang frekwensi kerjanya antena tersebut termasuk dalam jenis antena *Ultra Wideband* (UWB).

Salah satu jenis antena yang dapat menunjang teknologi tersebut dengan beberapa keuntungan adalah antena planar. Jenis antena ini memiliki beberapa keunggulan terutama pada rancangan antenanya yang tipis, kecil, ringan. Chen, Zhe Ning. Chia dan Michael YM. 2006:5 dalam bukunya yang berjudul 'Broadband Plannar Antennas Design and Appications' menyatakan, 'Secara umum, semua antena yang terdiri dari radiator permukaan datar atau lengkung atau variasi dan setidaknya satu feed yang disebut '*planar antenna*'.

Pada penelitian ini akan dirancang antena dari dua logam pipih berbentuk bulat yang di silangkan (*Cross Planar*). Antena ini dirancang untuk aplikasi komunikasi data, yang beroperasi pada frekuensi pusat 2,4 GHZ pada VSWR ≤ 2 .

2. KAJIAN PUSTAKA

Beberapa parameter penting yang akan dibahas antara lain: pola radiasi dan polarisasi, gain, VSWR, Return loss, Keterarahan (directivity), Impedansi input dan Bandwide.

a. Pola Radiasi

Pola radiasi antena didefinisikan “sebagai gambaran secara grafis dari sifat-sifat radiasi suatu antena sebagai fungsi koordinat ruang”. Pola radiasi ditentukan pada medan jauh dan digambarkan sebagai koordinat arah. Sifat-sifat radiasi ini mencakup intensitas radiasi, kekuatan medan (field strength), dan polarisasi (Balanis 2005:27).

Daya yang diradiasikan oleh antena isotropik adalah P , kemudian daya dipancarkan sejauh r , maka besarnya kerapatan dayanya adalah (Balanis 2005:35) :

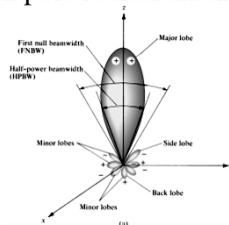
$$S = \frac{P}{\text{area}} = \frac{P}{4\pi r^2} \quad (1)$$

Sehingga besarnya intensitas radiasi U_i untuk antena isotropik

adalah
$$U_i = r^2 S = \frac{P}{4\pi}$$

(2)

Gambar 1 menunjukkan pola radiasi antena directional

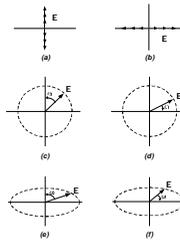


Gambar 1. Pola Radiasi Antena Directional (Constantine A. Balanis, 2005:40)

b. Polarisasi

Polarisasi antena pada suatu arah didefinisikan sebagai polarisasi gelombang yang diradiasikan bila antena sebagai pemancar atau polarisasi gelombang datang yang menghasilkan daya terbesar pada terminal antena bila antena sebagai penerima “ (Balanis 2005 : 70).

Polarisasi antenna dibedakan menjadi tiga macam, yaitu polarisasi linier, polarisasi lingkaran, dan polarisasi ellips seperti ditunjukkan Gambar 2.



Gambar 2 (a) Polarisasi linier (vertikal).
 (b) Polarisasi linier (horizontal).

- (c) Polarisasi lingkaran tangan kanan
- (d) Polarisasi lingkaran tangan kiri.
- (e) Polarisasi ellips tangan kanan.
- (f) Polarisasi ellips tangan kiri.

c. Penguatan (Gain)

Penguatan antenna sangat erat hubungannya dengan keterarahan (Directivity). Telah diketahui bahwa keterarahan adalah kemampuan antenna untuk mengkonsentrasikan energi pada arah tertentu di bandingkan ke arah lain. Jika antenna memiliki efisiensi (e_{cd}) 100%, maka keterarahan akan sama dengan gain antenna dan akan menjadi radiator isotropis. Sehingga persamaan gain menjadi (Balanis 2005:75):

$$G(\theta, \phi) = e_{cd} D(\theta, \phi) \quad (\text{dBi}) \quad (6)$$

Gain mempunyai pengertian perbandingan daya yang dipancarkan oleh sebuah antenna dibandingkan dengan radiator isotropis. Secara fisik radiator isotropik tidak ada, tetapi seringkali digunakan sebagai referensi untuk menyatakan sifat-sifat keterarahan antenna.

d. Return Loss (RL)

Return loss adalah salah satu parameter digunakan untuk mengetahui berapa banyak daya yang hilang pada beban dan tidak kembali sebagai pantulan. RL adalah parameter seperti VSWR yang menentukan matching antara antenna dan transmitter.

e. Koefisien pantulan (reflection coefficient)

Koefisien pantulan adalah perbandingan antara tegangan pantulan dengan tegangan maju (*forward voltage*). (Balanis 2005:89):

$$\Gamma = \frac{V_r}{V_i} \quad (7)$$

$$RL = -20 \log \Gamma \quad (\text{dB}) \quad (8)$$

dengan :

Γ = koefisien pantul, V_r = tegangan gelombang pantul (reflected wave) V_i = tegangan gelombang datang (incident wave)
RL = Return Loss (dB)

f. *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR)

Jika kondisi matching tidak tercapai, kemungkinan akan terjadi pemantulan dan hal ini yang menyebabkan terjadinya gelombang berdiri (standing waves). Dimana karakteristik ini disebut Voltage Standing Wave Ratio (VSWR), ((Balanis 2005:97)

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (9)$$

Dari Persamaan (9) besarnya koefisien pantul (Γ) menentukan besarnya VSWR. Persamaan untuk koefisien pantul adalah :

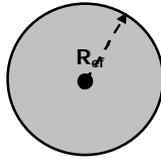
$$\Gamma = \frac{V_r}{V_i} = \frac{Z_{in} - Z_s}{Z_{in} + Z_s} \quad (10)$$

dengan :

Γ = koefisien pantul, Z_{in} = impedansi masukan antena, Z_s = impedansi

g. Antena *Circular*

Untuk menentukan dimensi antena circular pada frekwensi pusat tertentu (f_c) digunakan persamaan Boris (Boris Lembrikov, 2010:273 atau jackson ,2002:356)



Gambar. 3 Patch antenna circular

$$R_{eff} = \frac{C}{2\pi \cdot f_c} \sqrt{\frac{2}{1 + \epsilon_r}} \quad (19)$$

$$R_{eff} = \frac{C \cdot J_{mn}}{2\pi \cdot f_c \sqrt{\epsilon_r}} \quad (20)$$

Dengan:

R_{eff} = Jari-jari efektif lintasan antenna circular

f_c = Frekuensi resonant

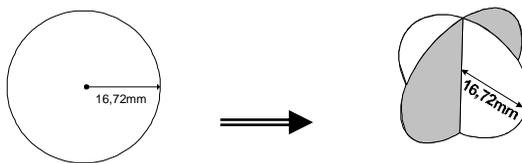
C = Kec. Cahaya 3×10^8

ϵ_r = Permittivitas dielektrik relatif substrat

J_{mn} = 1,841 dari tabel akar fungsi bessel untuk mode dominant TM₁₁

3. METODE

Bentuk geometri *patch* antenna yang diteliti adalah dua lingkaran logam pipih yang disatukan sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Bentuk Antena (Perencanaan)

a. Penentuan Jari-Jari Elemen Peradiasi

Untuk menghitung jari-jari tiap elemen antenna digunakan persamaan (20):

$$R_{eff} = \frac{C \cdot J_{mn}}{2\pi \cdot f_c \sqrt{\epsilon_r}}$$

untuk
 $f_c = 2.4 \text{ GHz}$ $\text{Reff} = \frac{(3 \times 10^8) \times 1,841}{2\pi \times 2.4 \times 10^9 \sqrt{4.8}} = 16.72 \text{ mm}$

c. Penentuan Impedansi dan Transformer $\frac{1}{4} \lambda_d$.

Penentuan impedansi masukan elemen peradiasi (Patch) lingkaran menggunakan persamaan (Richard C.Jhohanes 2001:75)

$$Z_{in} = 60 \frac{\lambda_d}{W}$$

(W=D lingkaran antena circular)

sehingga untuk patch lingkaran dengan $\text{reff} = 16.72 \text{ mm}$ didapatkan $Z_{in} = 101.19 \Omega$ dan Untuk menyusun jaringan impedansi dalam antena cross planar ini, terlebih dahulu menentukan impedansi saluran (ZL) yaitu 50Ω . Karena Z_o adalah dua kali besar Z_L maka besar nilai Z_o adalah 100Ω .

d. Penentuan Panjang Saluran Transformer

Untuk menentukan panjang saluran transformer (Lt)

menggunakan persamaan : $L_t = \lambda_d / 4$

untuk $f_r = 2.4 \text{ GHz}$, $L_t = 57.05/4 = 14,26 \text{ mm}$ untuk $f_r = 1.4 \text{ GHz}$, $L_t = 93.38/4 = 23.35 \text{ mm}$

e. Pentuan Nilai VSWR

Pada perancangan antena pada penelitian ini dipilih impedansi input antenna dan impedansi saluran yang dipakai adalah 50Ω . Karena untuk aplikasi WLAN umumnya menggunakan impedansi 50Ω .

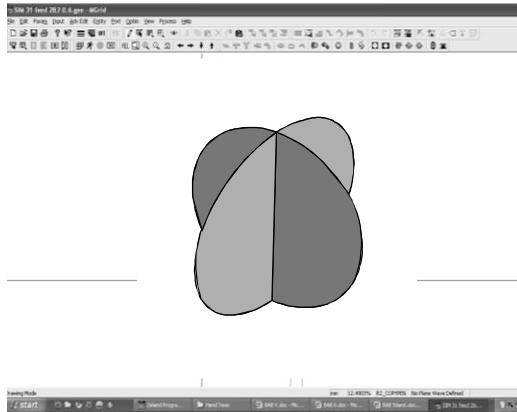
$$|\Gamma| = \frac{Z_L - Z_o}{Z_L + Z_o} = \frac{50 - 50}{50 + 50} = 0$$

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} = \frac{1 + 0}{1 - 0} = 1$$

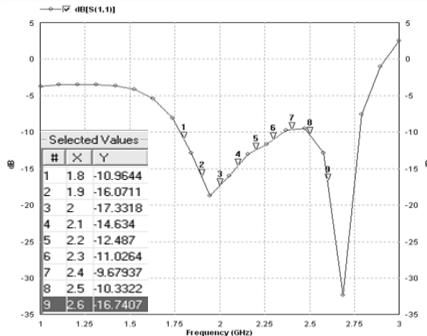
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Simulasi

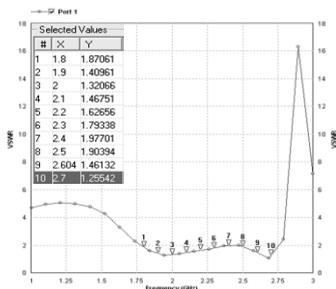
Simulasi dapat dilakukan apabila geometri antenna sudah digambarkan di IE3D. Untuk menggambarkan bentuk geometri tersebut diperlukan parameter dasar yang mencakup ketebalan substrat, tetapan dielektrik substrat, loss tangent atau (rugi dielektrik) serta ketebalan patch.



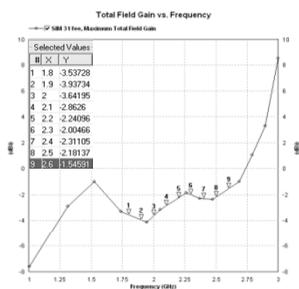
Gambar 5. Susunan Antena *Cross Planar* pada Simulator



Gambar 6. Hasil Simulasi Parameter RL Antena *Cross Planar*



Gambar 7 Hasil simulasi VSWR antena Cross Planar



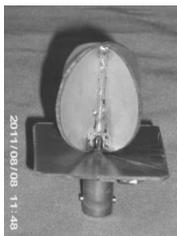
Gambar 8. Hasil simulasi Gain Antena Cross Planar

Antena yang difabrikasi adalah antena dengan konstruksi sesuai gambar 5, yaitu antena *cross planar* yang tersusun dari dua elemen planar dengan diameter $R = 16.72 \text{ mm}$ dengan parameter sebagai berikut :

$f_c = 2.4 \text{ GHz}$, $\text{VSWR} = 1.97$, $\text{Return loss} = -9.68 \text{ dB}$, $Z_{11} = 57.7 \Omega$, $\text{BW} = 1 \text{ GHz}$ dan $\text{Gain} = 2.31 \text{ dBi}$.

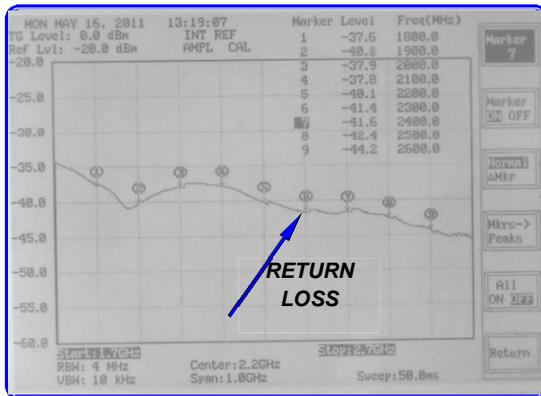
4.2 Pengukuran Hasil Fabrikasi dan Pembahasan

a. Hasil Fabrikasi antena Cross Planar



Gambar 9 Hasil Fabrikasi antena cross planar

b. Hasil Pengukuran RL dan VSWR

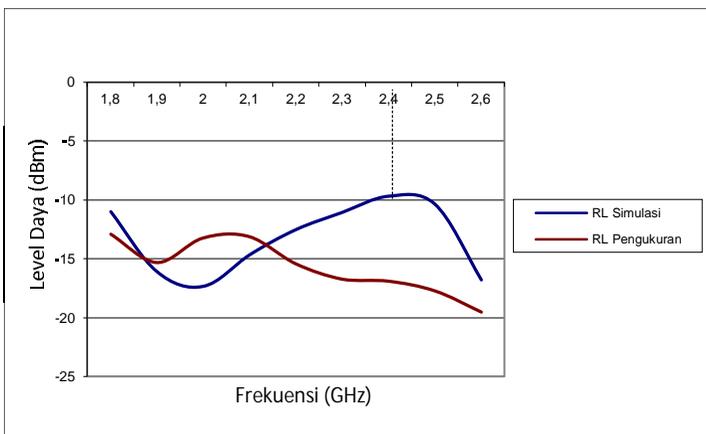


Gambar 10. Hasil Fabrikasi Antena Cross Planar

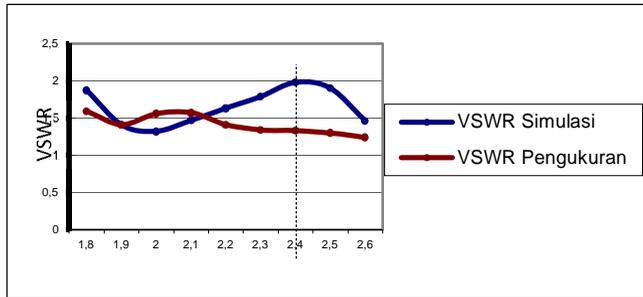
$$RL = 20 \log |\Gamma|$$

$$|\Gamma| = 10^{-RL/20} = 10^{-15,9/20} = 0,143$$

$$VSWR = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} = \frac{1+0,143}{1-0,143} = 1,33$$



Gambar 11. Perbandingan Nilai RL Hasil Simulasi dan Pengukuran

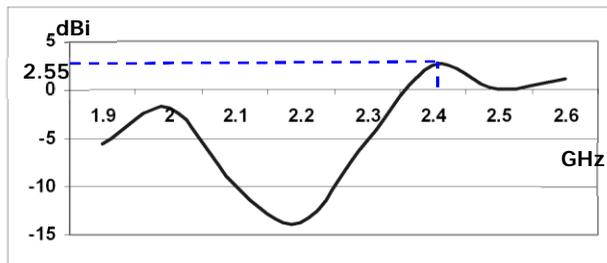


Gambar 12. Perbandingan Nilai VSWR Hasil Simulasi dan Pengukuran

Tabel 1. Hasil Pengukuran Gain Antena *Cross Planar* pada $f_c=2,4$ Ghz

	F (GHz)	Pref (dBm)	PUT (dBm)	GUT (dBi)
1	1.9	-56.6	-64.3	-5.55
2	2	-70.3	-74.4	-1.95
3	2.1	-62.4	-74.5	-9.95
4	2.2	-58.6	-74.5	-13.75
5	2.3	-61.5	-68.9	-5.25
6	2.4	-73.6	-73.2	2.55
7	2.5	-70.4	-72.5	0.05
8	2.6	-72.8	-73.9	1.05

c. Gain



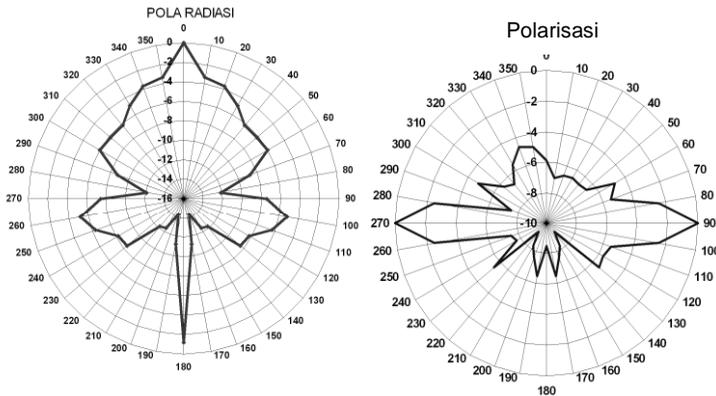
Gambar 13. Grafik Gain Antena Fungsi Frekuensi

Hasil pengukuran gain antenna cross planar pada frekuensi 2.4 GHz = 2.55 dBi, ini berarti bahwa antenna yang diukur sesuai dengan perencanaan, Hasil pengukuran daya terkait dengan VSWR dan koefiseian pantul (Γ) pada $f_c=2.4\text{GHz}$ dengan $RL= -16.9 \text{ dBm}$ dengan $P_{\text{sumber}} = 1\text{mW}$ atau 0dBm dapat dijelaskan sebagai berikut :

- $P_{\text{dBm}} = 10 \log P/1\text{mW}$
- $P = 10^{-1.69} = 0.02\text{mW}$ (Daya yang hilang saat transmisi)
- $RL = 20 \log |\Gamma|$
- $|\Gamma| = 10^{-16.9/20} = 0.14 \rightarrow VSWR = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} = \frac{1.14}{0.86} = 1.33$
- $P_{\text{pantul}} = |\Gamma|^2 \times P_{\text{sumber}} = (0.14)^2 \times 1\text{mW} = 0.02\text{mW}$

Sehingga daya yang ditransmisikan = (P_s) - (P_reflacted) = $1\text{mW} - 0.02\text{mW} = 0.98\text{mW}$ atau = -0.08dBm .

d. Pola Radiasi dan Polarisasi



Gambar 14. Grafik Pola Radiasi dan Polarisasi Antena Cross Planar

5. PENUTUP

Hasil eksperimen dan analisis bahan yang dilakakukan dapat disimpulkan seperti berikut :

- 1) Antena Cross Planar dengan dimensi, $R_{1,2}=16,72\text{mm}$ menghasilkan parameter Return loss < -10 dB pada frekuensi bawah 1,8 GHz dan frekuensi atas 2.8 GHz, sehingga antena tersebut memiliki bandwidth sebesar 1 GHz. Mengacu pada FCC dan ITU (2002), antena dikategorikan ultra wideband.
- 2) VSWR secara menyeluruh dari hasil simulasi dan pengukuran mulai dari frekuensi (1.8-2.8) GHz < 2 , Khususnya pengukuran pada $f = 2,4$ GHz VSWR antena = 1.33, maka antena tersebut layak untuk digunakan sebagai antena Wireless Local Area Network (WLAN).
- 3) Gain antena pada frekuensi 2.4 GHz hasil simulasi sebesar 2.3 dBi dan hasil pengukuran sebesar 2.5 dBi. Pola radiasi antena directional dengan pancaran energi maksimal pada sudut elevasi 0° dengan HPBW = 18° , dan pancaran energi minimum terjadi pada sudut 150° dan 210° .
- 4) Antena menghasilkan polarisasi linier horisontal.

Perencanaan dan fabrikasi antena planar sangat mungkin dikembangkan dengan menggunakan simulator IE3D, perlu dilakukan simulasi antena yang bervariasi berdasarkan teori yang sesuai. Fabrikasi desain hasil simulasi masih layak dilakukan dengan teknologi cetak sablon dengan ketrampilan proses yang cukup, karena teknologi cetak tersebut mudah dan murah. Pengukuran polaradiasi dan polarisasi sebaiknya dilakukan pada ruang yang bebas pantulan sinyal.