

Rancang Bangun Antena Quad-Horn Dengan Feeding Monopole Implementasi pada Wireless LAN pada Frekuensi 2,4 GHz

Marthin Robinsar Sinurat¹, M.Yana Hardiman²
^{1,2}Akademi Teknik Telekomunikasi Sandhy Putra Jakarta
Marthinsinurat324@gmail.com¹, Moyanhardiman@gmail.com²

ABSTRAK

Tugas Akhir ini menguraikan tentang perancangan, simulasi, pembuatan, karakteristik dan implementasi antena *quad horn* yang digunakan dalam komunikasi antar titik jaringan LAN nirkabel (*wifi*) yang beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz atau juga berfungsi sebagai antena pengganti pada client. Karakteristik antena *quad horn* meliputi VSWR, Return Loss, pola radiasi, penguatan (*gain*) pada frekuensi 2,4 GHz dan diaplikasikan pada *Link Line of Sight (LOS) wireless LAN 2,4 GHz*. Tugas akhir ini menghasilkan pola radiasi yang *directional*, pengujian antena *quad horn* dilakukan dengan cara memosisikan antena *quad horn* sebagai antena pengganti *access point*. Pencatatan sinyal dilakukan untuk 360° dengan pengeseran sudut 10°. Gain diperoleh dengan cara melakukan perbandingan penguatan antena *quad horn* dengan antena *omnidirectional* sebagai pembanding. Dengan hasil pengukuran simulasi VSWR 1,7, Return Loss 11,57 dB, dan Gain 11,6 dBi.

Kata Kunci: VSWR (Voltage Standing Wave Ratio), RL (Return Loss), Gain

ABSTRACT

This Final Project describes the design, simulation, manufacture, characteristics and implementation of quad-horn antennas used in communications between wireless LAN (wifi) network points that operate at 2.4 GHz frequency or also function as replacement antennas on the client. Characteristics of quad-horn antennas include VSWR, Return Loss, radiation patterns, gain at 2.4 GHz frequency and applied to 2.4 GHz Wireless Line of Sight (LOS) LAN. This final project produces a directional radiation pattern, the quad-horn antenna test is performed by positioning the quad horn antenna as an access point access antenna. The signal recording is done for 360 ° with a 10 ° angular shift. The gain obtained by means of comparison of quad-horn antenna gain with omnidirectional antenna as comparison. With the result of simulation measurement VSWR 1.7, Return Loss 11.57 dB, and Gain 11.6 dBi.

Keywords: VSWR (Voltage Standing Wave Ratio), RL (Return Loss), Gain

I. PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Perkembangan Teknologi Telekomunikasi dan Informasi saat ini sangat cepat. Hal ini disebabkan karena kebutuhan telekomunikasi yang banyak diminati dan semakin luas. Kondisi ini menuntut pelayanan yang semakin baik.

Komunikasi dari MS ke MS yang lain memerlukan kualitas sinyal yang bagus untuk mempermudah komunikasi dengan sesama MS, yang dimana perusahaan seluler selalu mengutamakan QOS bagi pelanggannya dengan mengukur kualitas sinyal dengan *Drive Test*.

Untuk mendapatkan kualitas data 4G LTE (*Long Term Evolution*) yang baik diperlukan sistem transmisi yang memperhitungkan *Signal Interference Noise to Ratio (SINR)*.

Pada proyek akhir ini, penulis akan mengukur sistem transmisi jaringan SINR (*Signal Interference Noise Ratio*) dan RSRP (*Reference Signal Received Power*) pada operator XL untuk mendapatkan

kualitas sinyal yang baik. Pengukuran tersebut penulis tuangkan dalam bentuk tugas akhir dengan judul "*Pengukuran SINR (Signal Interference Noise to Ratio) Dan RSRP (Reference Signal Received Power) Pada 4G LTE (Long Term Evolution) Area Surakarta*"

B. Maksud Dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari penulisan proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

Merancang antena *Quad-Horn* sistem komunikasi menggunakan aplikasi Ansoft dan mengaplikasikan untuk Wireless LAN pada frekuensi 2,4 GHz

C. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan diselesaikan pada proyek akhir ini adalah mendesain dan membuat antena quadhorn untuk aplikasi WLAN 2,4 GHz dengan menggunakan Access Point, serta mengukur karakteristiknya yang meliputi pola radiasi dan *gain* (dengan perbandingan antena *omnidirectional* pada *access point*) dan

membandingkan hasil pengukuran dengan hasil simulasi yang telah dibuat dengan HFSS (Ansoft).

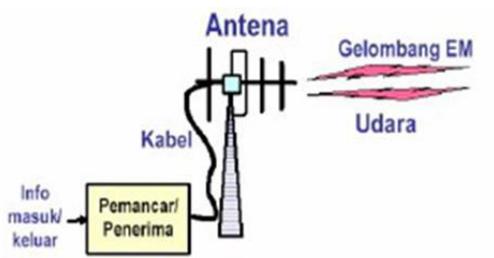
D. Batasan Masalah

Mendapatkan nilai Gain 10 dB, Return Loss <- 10 dB, VSWR <2, dan mengaplikasikannya pada frekuensi 2,4 Ghz

II. DASAR TEORI

A. Antena

Antena adalah perangkat yang berfungsi memancarkan atau menerima gelombang elektromagnetik ke atau dari udara. Dalam perencanaan antena harus mempertimbangkan beberapa faktor diantaranya adalah arah radiasi yang diinginkan, polarisasi yang dimiliki, frekuensi kerja dan *bandwith* (lebar bidangnya).



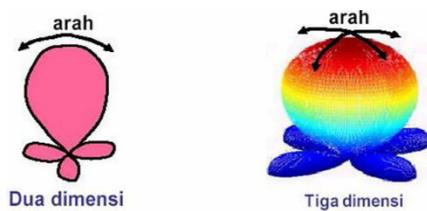
Gambar 2.1 Blok Sistem Antena

• **Parameter Antena**

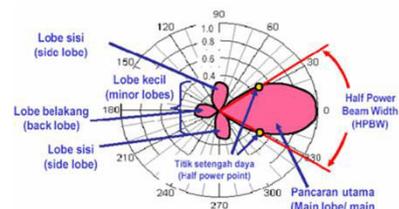
Disini akan dibahas parameter-parameter yang digunakan dalam sistem antena. Parameter yang selalu digunakan dalam sistem antena adalah pola radiasi dan gain.

• **Pola Radiasi**

Pola radiasi suatu antena didefinisikan sebagai suatu pernyataan secara grafis yang menggambarkan sifat radiasi suatu antena (pada medan jauh) sebagai fungsi dari arah itu adalah *pointing vektor*, maka ia disebut sebagai Pola Daya (*Power pattern*).



Gambar 2.2. Sifat Radiasi

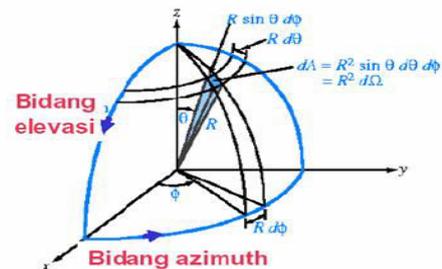


Gambar 2.3 Keterangan Pola Radiasi

• **Bidang Pola Radiasi**

Penamaan bidang pola radiasi antena:

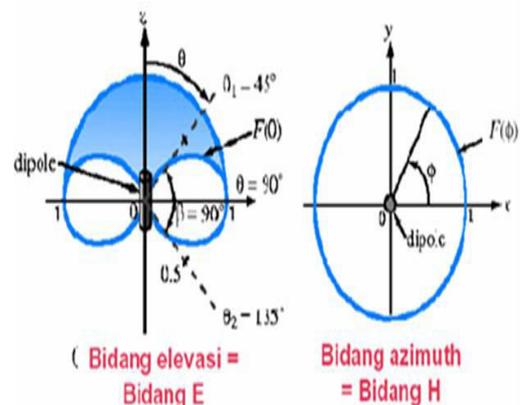
- 1) Bidang elevasi = pola radiasi antena yang diamati dari sudut elevasi.
- 2) Bidang azimuth = pola radiasi antena yang diamati dari sudut azimuth.
- 3) Bidang E = bidang medan listrik dari pola radiasi antena.
- 4) Bidang H = bidang medan magnet dari pola radiasi antena.



Gambar 2.6 Bidang Elevasi dan Azimuth

• **Bandwith Antena**

Pemakaian sebuah antena didalam sistem pemancar atau penerima selalu dibatasi oleh daerah frekuensi kerjanya. Pada range frekuensi kerja tersebut antena dituntut harus dapat bekerja dengan efektif agar dapat menerima atau memancarkan gelombang yang mengandung band frekuensi tertentu.



Gambar 2.7 Pola Radiasi dipole $\lambda/2$ [2]

Pengertian harus dapat bekerja dengan efektif disini adalah distribusi arus dan impedansi dari antena pada range frekuensi tersebut benar-benar belum banyak mengalami perubahan yang berarti.

• **Gain**

Apabila suatu antena dipakai sebagai antena pemancar, pada umumnya daya yang diradiasikan sedikit kurang jika dibandingkan dengan daya yang diberikan oleh *transmitter* di terminal catunya, hal ini disebabkan adanya factor efisiensi pada setiap antena, yang dinyatakan dengan: ϵ

$$\epsilon = \frac{Pr}{Pm} \dots \dots \dots (2.1)$$

Gain antena mempunyai hubungan erat dengan direktivity dan faktor efisiensi ini. Secara kwantitatif, power Gain didefinisikan sebagai:

$$G(\theta, \vartheta) = \frac{4\pi U(\theta, \vartheta)}{P} \quad (2.2)$$

Dengan persamaan (2.3) dan (2.4), maka power gain menjadi:

$$G(\theta, \vartheta) = \frac{4\pi U(\theta, \vartheta)}{P_r} \cdot e = \frac{U(\theta, \vartheta)}{U_{ev}} = e \cdot D(\theta, \vartheta) \quad (2.3)$$

Sehingga power gain maksimum antenna adalah:

$$G = e \cdot D \quad (2.4)$$

Perhitungan gain antenna seperti persamaan di bawah ini:

$$G_a(\text{dBi}) = P_a(\text{dBm}) - P_s(\text{dBm}) + G_s(\text{dBm}) \quad (2.5)$$

Dimana:

Ga = Gain Antena

Pa = Antena penerima

Ps = Antena pengirim

Gs = Gain Antena referensi buatan pabrik

• **Panjang Gelombang**

Panjang gelombang adalah jarak antar dua titik identik dalam sebuah siklus atau jarak antara puncak gelombang sinusoida. Panjang gelombang inilah biasanya diwakili dengan lambang berupa huruf kecil bahasa Yunani, Lamda (λ).

Panjang gelombang dari antenna Horn bidang H yang di rancang adalah:

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (2.6)$$

Dimana: λ = Panjang gelombang.

C = Kecepatan gelombang di udara 3×10^8 m/det

F = frekuensi kerja antenna 2.4 GHz

• **Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)**

VSWR adalah perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri (*standing wave*) maksimum ($|V|_{\text{max}}$) dengan minimum ($|V|_{\text{min}}$).

$$S = \frac{|V|_{\text{max}}}{|V|_{\text{min}}} = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} \quad (2.7)$$

• **Return Loss**

Return loss adalah perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan. Return loss dapat terjadi karena adanya diskontinuitas diantara saluran transmisi dengan impedansi masukan beban (antena). Pada rangkaian gelombang yang memiliki diskontinuitas (*mismatched*), besarnya return loss bervariasi tergantung pada frekuensi yang ditunjukkan. Untuk menentukan return loss dengan menggunakan rumus berikut:

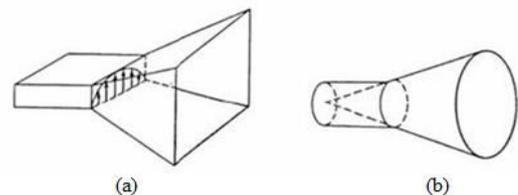
$$\text{Return loss} = 20 \log_{10} |\Gamma| \quad (2.8)$$

B. Pengertian Waveguide

Waveguide adalah saluran tunggal yang berfungsi untuk menghantarkan gelombang elektromagnetik (*microwave*) dengan frekuensi 300 MHz – 300 GHz. Dalam kenyataannya, *waveguide* merupakan media transmisi yang berfungsi memandu gelombang pada arah tertentu.

C. Antena Horn

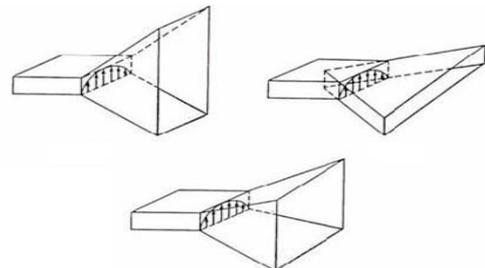
Antena horn merupakan antenna yang paling banyak dipakai dalam sistem komunikasi gelombang mikro. Antena ini ada dan mulai digunakan pada tahun 1800 – an. Antena ini mempunyai gain yang tinggi, VSWR yang rendah, lebar pita (*bandwidth*) yang relatif besar, tidak berat, dan mudah dibuat. Berdasarkan bentuk luasannya, antena horn diklasifikasikan dalam dua jenis (lihat Gambar 2.9a dan b) yaitu antena horn persegi bidang-H (*rectangular horn antenna*) dan antena horn kerucut (*conical horn antenna*).



Gambar 2.8 (a) Antena horn persegi bidang-H (b)Antena horn kerucut

D. Antena Horn Persegi

Ada tiga macam antena horn persegi bidang-H seperti ditunjukkan (lihat gambar 2.10). Antena horn ini dicatu melalui bumbung gelombang yang dindingnya melebar. Untuk bumbung gelombang dengan mode dominan, bidang - E berada dibagian vertical sedangkan bidang - H berada dibagian horizontal. Antena horn yang mengalami pelebaran pada bidang yang lebar serta bidang yang sempit tidak mengalami perubahan dinamakan antena horn persegi bidang-H. Dan sebaliknya, jika antara horn ini mengalami pelebaran pada bidang yang sempit dinamakan sebagai antena horn persegi bidang-E. Jika kedua bidang antena mengalami pelebaran maka disebut sebagai antena horn persegi bidang-H.

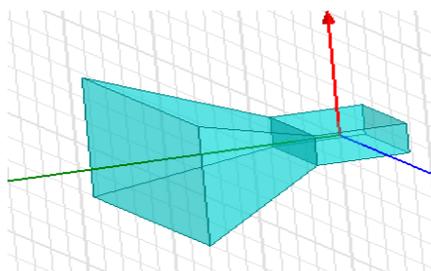


Gambar 2.9 Antena horn persegi

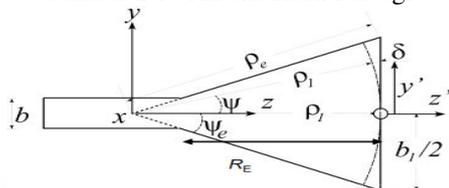
• **Antena Quad-Horn Persegi**

Antena *Quad-Horn* Persegi dapat dirancang suatu antena horn persegi yang dapat bekerja secara optimum. Ada beberapa ketentuan yang harus diperhatikan dalam perencanaan antena tersebut:

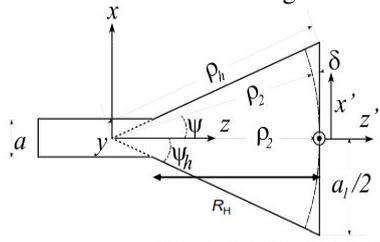
- Antena Quad-Horn persegi ini dicatu dengan rectangular waveguide (pandu gelombang yang berbentuk persegi) tipe WR430 dengan ukuran $a = 10,922$ cm dan $b = 5,461$ cm.
- Antena ini akan direncanakan dalam keadaan optimum, artinya ukuran dari antena ini mampu menghasilkan gain yang maksimum dengan persamaan berikut: Geometri dari Antena Horn Persegi dapat ditunjukkan pada Gambar 2.10. Sedangkan bentuk dan konstruksi antena ini dapat ditunjukkan pada Gambar 2.11 berikut ini.



Gambar 2.10 Antena Horn Persegi



Gambar 2.11 Bidang E

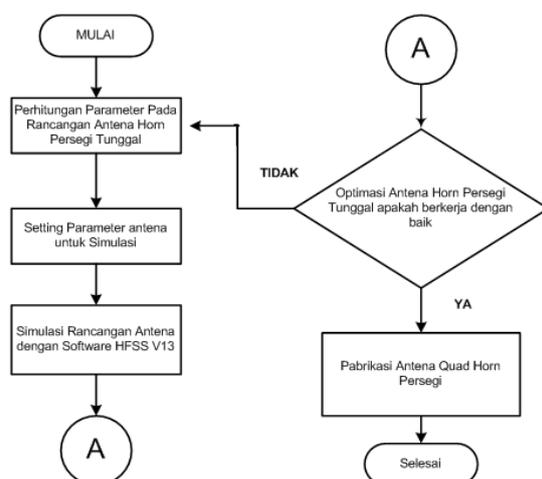


Gambar 2.12 Bidang H

III. PERANCANGAN DAN REALISASI

A. Diagram Alir Proses Perancangan

Perancangan dan perakitan antena horn persegi bidang H dapat digambarkan dengan diagram alur pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan

Pada gambar 3.1 diagram alir, dijelaskan proses perancangan antena dari memulai proses setelah itu masuk proses selanjutnya yaitu melakukan perhitungan parameter – parameter pada rancangan antena. Kemudian setelah mendapatkan hasil perhitungan parameter antena, selanjutnya memasuki proses pengaturan hasil parameter ke dalam simulasi. Setelah semua hasil parameter di masukkan ke dalam simulasi, dilakukan proses simulasi tersebut sampai mendapatkan hasilnya. Proses selanjutnya mengetahui optimalisasi rancangan antena, apakah sudah berfungsi dengan baik atau belum. Jika optimalisasi antena masih belum baik, kita kembali ke proses pengaturan hasil parameter sebelumnya. Jika optimalisasi sudah berfungsi dengan baik, maka proses selanjutnya kita dapat merancang pabrikan antena sampai tahap selesai.

B. Perencanaan Antena Horn Persegi

Secara umum, geometri antena horn persegi bidang H ditunjukkan pada Gambar 3.2. Mulut dari antena ini melebar ke arah medan listriknya (E) dengan dimensi pelebaran A_e dan ke arah medan magnet (H) dengan pelebaran dimensi ini A_h . Panjang antena dari 'Virtual apex' ke bidang aperture dinyatakan dengan R. Antena ini di catu oleh bumbung gelombang persegi (Rectangular waveguide) dengan dimensi penampang $a \times b$ (a = panjang penampang, b = lebar penampang). Untuk mencari dimensi mulut dari antena horn persegi bidang - H digunakan persamaan sebagai berikut:

$$A_h = a_1 = 0,45 \cdot \lambda \tag{3.1}$$

$$A_e = b_1 = \frac{G \cdot \lambda^2}{0,15 \cdot 4 \cdot \pi \cdot a_1} \tag{3.2}$$

Direktivitas antena ini berbanding lurus dengan pengarah radiasi dari masing - masing antena horn persegi, yaitu persegi bidang medan listrik (E), persegi bidang magnet (H). Pada analisa ke arah persegi bidang medan listrik, menghasilkan bentuk antena horn persegi bidang - H yang di tunjukkan pada Gambar 3.2, dengan pengarah radiasi dinyatakan dengan persamaan (3.3).

Dengan:

R : Jarak dari virtual apex ke bidang aperture

$A_e = b_1$: pelebaran ke arah medan listrik

$A_h = a_1$: pelebaran ke arah medan magnet

$a \times b$: dimensi penampang bumbung gelombang (waveguide)

C. Perancangan Antena Horn Persegi tunggal

Antena horn beroperasi pada frekuensi 2.4 GHz. Antena ini dicatu dengan bumbung gelombang tipe WR430 dengan ukuran dalam $a = 10,922$ cm dan $b = 5.461$ cm. Antena ini direncanakan mempunyai gain sebesar 16 dB dari pengukuran awal. Sesuai dengan prosedur diatas dengan menggunakan rumusan yang berlaku dapat ditentukan dimensi antena horn, yang sebelumnya memberikan harga gain, a , b .

Antena Horn Bidang H yang akan dirancang untuk frekuensi pada band X yaitu 2.4 GHz. Waveguide penyambungan mempunyai dimensi a=10,922 cm dan b = 5.461 cm.

• **Perhitungan Panjang Gelombang**

Maka Panjang gelombang dari antenna Horn Bidang H dengan persamaan (2.8):

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/det}}{2.4 \times 10^9 \text{ Hz}}$$

$$\lambda = 125 \text{ mm} = 12,5 \text{ cm}$$

• **Perhitungan Pelebaran ke arah medan magnet**

Dengan kurva gain dan efisiensi aperture didapat $\epsilon_{Ap} = 51 \%$ dan $G = 15 \text{ dB}$ atau dengan power ratio = 31,622. Untuk menentukan nilai a_1 dapat menggunakan persamaan (3.1):

$$A_h = a_1 = 0,45 \times 12,5 \times \sqrt{31,622}$$

$$A_h = a_1 = 0,45 \times 12,5 \times 5,623$$

$$A_h = a_1 = 31,63 \text{ cm}$$

• **Perhitungan Pelebaran Arah Medan Listrik**

Untuk mengitung nilai b_1 atau bidang medan listrik yaitu sector E dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$b_1 = \frac{G \cdot \lambda^2}{0,51 \cdot 4 \cdot \pi \cdot a_1}$$

$$b_1 = \frac{(31,622) \cdot (12,5)^2}{0,51 \times 4 \times 3,14 \times 31,63}$$

$$b_1 = \frac{4940,937}{202,61} = 24,386 \text{ cm}$$

• **Perhitungan Panjang Axial Bidang H**

Untuk menghitung panjang axial antenna Horn Bidang H, dapat menggunakan persamaan (3.8a) dan (3.8b):

$$\rho_2 = \frac{(a_1)^2}{3\lambda}$$

$$\rho_2 = \frac{(31,63)^2}{3 \times 12,5}$$

$$\rho_2 = \frac{1000,46}{37,5}$$

$$\rho_2 = 26,67 \text{ cm}$$

$$\rho_h^2 = \rho_2^2 + \left(\frac{a_1}{2}\right)^2$$

$$\rho_h^2 = 26,67^2 + \left(\frac{31,63}{2}\right)^2$$

$$\rho_h^2 = 711,29 + 250,75$$

$$\rho_h^2 = 962,037$$

$$\rho_h^2 = \sqrt{962,037}$$

$$\rho_h = 31,016 \text{ cm}$$

• **Perhitungan Panjang Axial Bidang E**

Untuk menghitung panjang axial antenna Horn Bidang E, dapat menggunakan persamaan (3.8c) dan (3.8d):

$$\rho_1 = \frac{(b_1)^2}{2\lambda}$$

$$\rho_1 = \frac{(24,386)^2}{2 \times 12,5}$$

$$\rho_1 = \frac{594,68}{25} = 23,867 \text{ cm}$$

$$\rho_E^2 = \rho_1^2 + \left(\frac{b_1}{2}\right)^2$$

$$\rho_E^2 = (23,867)^2 + \left(\frac{24,386}{2}\right)^2$$

$$\rho_E^2 = 569,63 + 148,67 = 718,3$$

$$\rho_E = 26,80 \text{ cm}$$

• **Perhitungan Jarak Virtual Apex ke bidang aperture**

Untuk menghitung jarak virtual apex ke bidang aperture digunakan persamaan (3.10):

$$R_h = \frac{31,63 - 10,922}{31,63} \times 26,67$$

$$R_h = 16,55 \text{ cm}$$

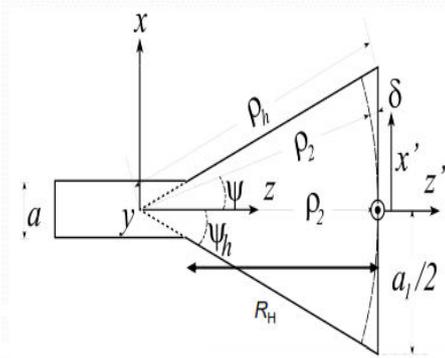
$$R_E = \frac{24,386 - 5,461}{24,386} \times 23,867$$

$$R_E = 17,99 \text{ cm}$$

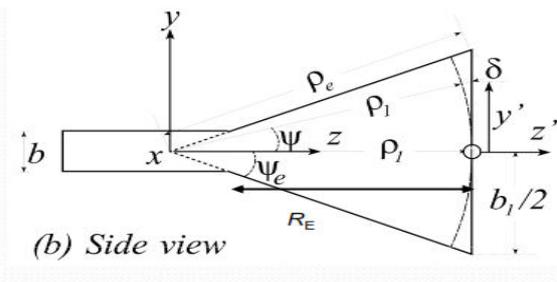
Dari perhitungan parameter - parameter yang harus dihitung seperti pada gambar 3.3 dan gambar 3.4 berikut:

Tabel 3.1 Hasil Perhitungan Parameter Antenna Horn Persegi Bidang –H.

| Design Parameter Antenna Horn Tunggal | | |
|---------------------------------------|-----------|---|
| Name | Nilai | Keterangan |
| a | 10.922 cm | Lebar body waveguide |
| b | 5,461 | Tinggi body waveguide |
| c | 12.5 cm | Panjang Body Waveguide |
| Ah = a1 | 31,63 cm | Panjang mulut dari antenna |
| Be = b1 | 24,386 cm | Lebar mulut dari antenna |
| ρ_2 | 26,67 cm | Panjang dari mulut sisi samping antenna ke tengah body waveguide bidang H |
| ρ_1 | 23,867 cm | Panjang dari mulut sisi samping antenna ke tengah body waveguide bidang E |
| ρ_h | 31,016 cm | Panjang dari ujung mulut antenna ke tengah body waveguide bidang H |
| ρ_E | 26,80 cm | Panjang dari ujung mulut antenna ke tengah body waveguide bidang E |
| R_h | 16,55 cm | Panjang dari tengah mulut antenna ke tengah body waveguide bidang H |
| R_E | 17,99 | Panjang dari tengah mulut antenna ke tengah body waveguide bidang E |



Gambar 3.3 a Konstruksi Antena Persegi bidang H



Gambar 3.3 b Konstruksi Antena Persegi bidang E

D. Perlengkapan Perangkat dalam Melakukan Simulasi

Peralatan yang digunakan dalam perancangan ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat lunak digunakan untuk melakukan simulasi dan untuk mengetahui karakteristik antena yang dirancang.

• Perangkat Lunak

Ansoft HFSS, program ini sangat membantu dalam perancangan. Dengan bantuan program ini, rancangan fisik antena horn persegi bidang H dapat dimodelkan dan disimulasikan serta dapat dilihat parameter hasilnya seperti return loss, VSWR, pola radiasi, frekuensi kerja serta gain.

Microsoft Excel 2013, perangkat lunak ini digunakan untuk mengolah data hasil simulasi dan hasil pengujian.

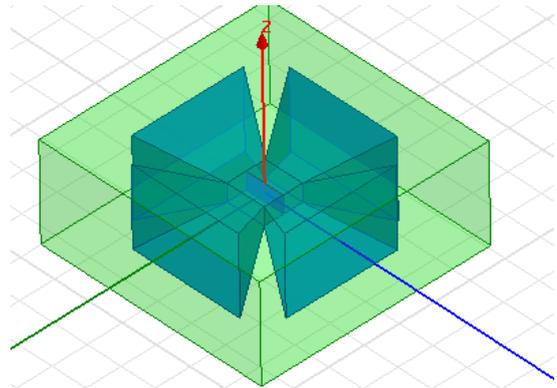
E. Perancangan Dimensi Antena Quad Horn Persegi

Pada perancangan ini, perlunya sebuah program simulator untuk membantu proses rancang bangun antena quad horn persegi.

Simulasi dilakukan untuk melihat apakah perhitungan yang dilakukan telah cocok dengan VSWR yang diinginkan atau tidak dengan frekuensi 2.4 GHz. Simulasi dilakukan dengan perangkat lunak simulator Ansoft HFSS v13.

Setelah ukuran setiap elemen dimasukkan kedalam software, seperti tabel langkah selanjutnya ialah mendesain antena dengan menggunakan *icon create cylinder* untuk membuat radiator dan *icon create brick* untuk membuat reflektor.

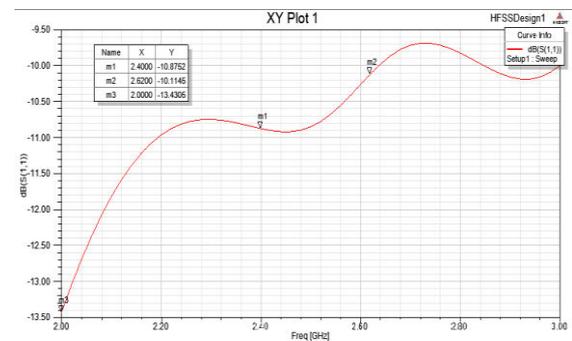
Sesuai dengan tujuan dari perancangan antena quad horn persegi b yaitu dapat bekerja di frekuensi 2.4 GHz. Maka dirancang antena quad horn persegi seperti ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Desain Antena Quad Horn Persegi

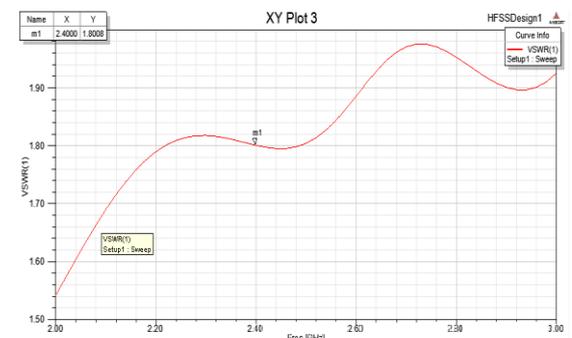
Dengan menggunakan software Ansoft HFSS, desain antena disimulasikan untuk mendapatkan gambaran nilai dari parameter – parameter yang diinginkan. Simulasi pertama dilakukan dengan memasukkan seluruh nilai berdasarkan hasil perancangan dengan menggunakan perhitungan. Hasil dari perancangan awal ditunjukkan pada Gambar 3.4.

Pada gambar 3.5 merupakan grafik dari parameter *Return Loss* dalam satuan dB. Nilai yang di hasilkan sebesar -10,8752 dB pada frekuensi 2.400.



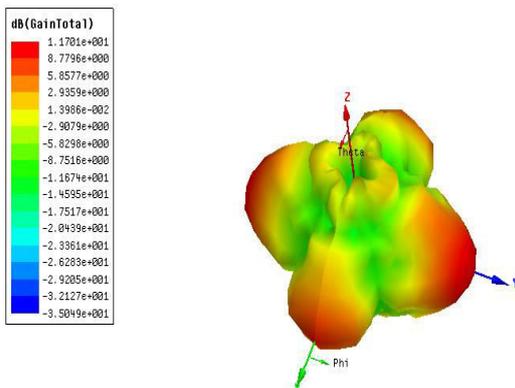
Gambar 3.5 Hasil dari parameter Return Loss

Pada gambar 3.6, VSWR dari hasil simulasi HFSS mendapat nilai sebesar 1.8008 pada frekuensi 2.400.



Gambar 3.6 Hasil dari parameter VSWR

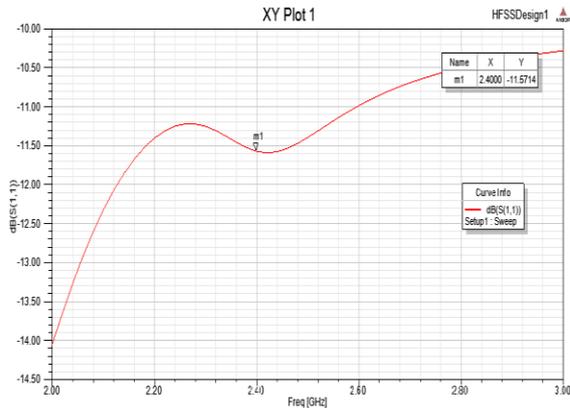
Hasil dari polaradiasi yang di tunjukan gambar 3.7 pada simulasi HFSS di dapatkan suatu bentuk pola radiasi dengan nilai penguatan sebesar 11.7 dB



Gambar 3.7 Hasil polaradiasi

Kemudian dilakukan optimisasi antenna dengan mengubah ukuran dimensi dari waveguide yang awal perancangan dengan menggunakan standar WR 430 yang ukurannya 10,922 cm x 54,61 menjadi 11,00 cm x 6 cm

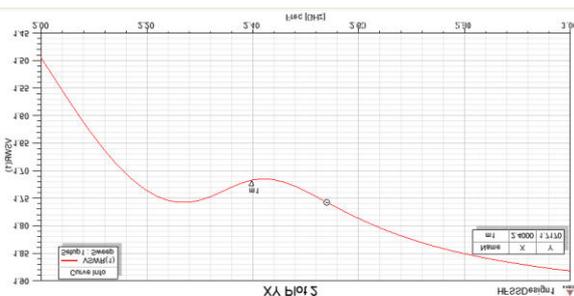
Pada perubahan dimensi wave guide didapatkan panjang parameter 11 cm x 6 cm. Pada gambar 3.9 didapat *return loss* sebesar -11.57 dB pada frekuensi 2.400 GHz.



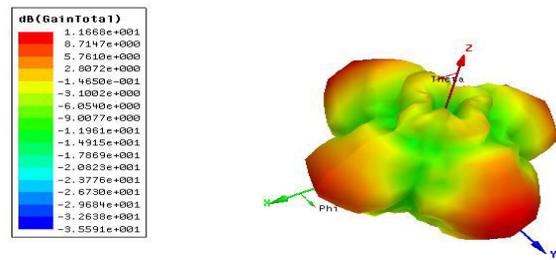
Gambar 3.8 Hasil akhir simulasi parameter Return Loss

Pada gambar 3.10 didapatkan hasil simulasi pada VSWR pada frekuensi 2.400 GHz sebesar 1.717.

Gambar 3.11 menunjukkan nilai gain yang didapatkan dari hasil simulasi yaitu 11.66 dB. Perbandingan hasil simulasi antara hasil perhitungan dan optimalisasi *software* mendapatkan nilai dimensi yang baik untuk dilakukan fabrikasi kemudian dilakukan pengujian antenna.



Gambar 3.9 Hasil akhir simulasi parameter VSWR



Gambar 3.10 Hasil akhir simulasi Pola Radiasi

Table 3.2 Perbandingan hasil simulasi

| Parameter | Hasil Simulasi Tahap Perancangan | Hasil Simulasi Tahap Optimalisasi |
|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Frekuensi Tengah (GHz) | 2.400 | 2.400 |
| Return Loss | -10,8752 | -11,5714 |
| Rentang Frekuensi (GHz) | 2.000 – 2.620 | 2.000 – 3.000 |
| Bandwidth | 520 | 540 |
| VSWR | 1.8008 | 1.717 |
| Gain (dB) | 11.17 | 11.67 |

Dari perbandingan proses simulasi tahap perancangan dan tahap optimalisasi didapatkan perubahan dimensi pada antenna.

Table 3.3 Perbandingan ukuran dimensi antenna

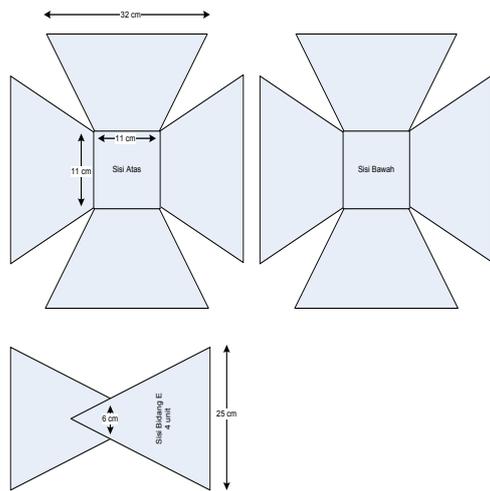
| Parameter | Ukuran Awal | Ukuran Optimalisasi |
|-----------------------------------|-------------|---------------------|
| a | 10,922 cm | 11 cm cm |
| b | 5,461 | 6 cm |
| c | 12,5 cm | 11 cm |
| A _h = a ₁ | 31,63 cm | 31,63 cm |
| B _e = b ₁ = | 24,386 cm | 24,386 cm |
| ρ ₂ | 26,67 cm | 26,67 cm |
| ρ ₁ | 23,867 cm | 23,867 cm |
| ρ _h | 31,016 cm | 31,016 cm |
| ρ _E | 26,80 cm | 26,80 cm |
| R _h | 16,55 cm | 16,55 cm |
| R _E | 17,99 | 17,99 |

F. Realisasi Antena Horn Persegi Bidang H

Realisasi antenna horn persegi bidang H ini cukup rumit dilakukan tanpa peralatan yang memadai untuk mendapatkan dimensi antenna yang tepat (presisi).

Langkah-langkah yangdi lakukan pada realisasi antenna ini yaitu:

1. Dimensi antenna didapatkan dari perhitungan secara manual dengan menggunakan rumus-rumus yang ada.
2. Membuat pola konstruksi dari kertas karton yang sedemikian rupa sehingga dapat digunakan sebagai mall untuk mencetak sisi-sisi dari antenna Horn bidang H.



Gambar 3.11 Pola antenna Quad Horn persegi

3. Menerapkan pola konstruksi pada plat almunium yang sudah disediakan.
4. Memotong plat almunium sesuai dengan pola.
5. Membentuk potongan plat sesuai dengan bentuk yang diharapkan (dimensinya cocok dengan perhitungan).
6. Menyambung bagian yang belum tertutup dengan menggunakan paku ripet, sehingga didapatkan bentuk seperti corong berbentuk persegi.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

A. Pengujian Return Loss

Hasil dari pengujian *return loss* dapat dilihat pada gambar 4.1, dapat dilihat bahwa nilai *return loss* berada pada rentang 2.047 GHz – 2.586 GHz dengan nilai terendah pada frekuensi 2.400 GHz yang memiliki nilai *return loss* sebesar -22.933 dB. Hasil tersebut mendapatkan nilai *return loss* yang diinginkan, dari rentang frekuensi pada hasil pengujian dapat di hitung *bandwidth* dari antenna yang dirancang sebagai berikut:

Frekuensi bawah (f_l) = 2,047 GHz = 2046 MHz

Frekuensi atas (f_u) = 2,586 GHz = 2586 MHz

$Bandwidth = f_u - f_l = 2586 - 2047 = 539$ MHz

Nilai *bandwidth* yang didapat yaitu sebesar 539 MHz, nilai ini sudah mencakup frekuensi kerja WLAN yaitu pada 2.400 GHz.



Gambar 4.1 Return Loss Hasil Pengujian Pada Network Analyzer

Tabel 4.1 Hasil pengujian *Return Loss*

| Frekuensi (GHz) | Return Loss (dB) |
|-----------------|------------------|
| 2.047 | -10.044 dB |
| 2.400 | -22.933 dB |
| 2.586 | -10.352 dB |

B. Pengujian VSWR

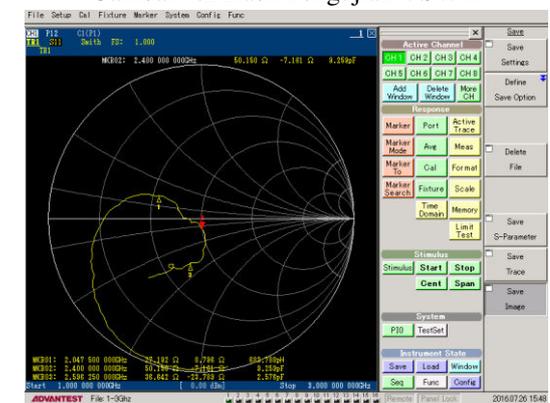
Dari pengujian *VSWR* antenna *Quad-Horn* yang telah dilakukan pada range frekuensi 2.4 GHz maka dapat diketahui nilai-nilai *VSWR* pada tabel berikut ini.

Tabel 4.2 Hasil pengujian *VSWR* Antena Horn Persegi Bidang H

| No. | Frekuensi (GHz) | Nilai VSWR |
|-----|-----------------|------------|
| 1 | 2.047 | 1.918 |
| 2 | 2.400 | 1.153 |
| 3 | 2.586 | 1.872 |



Gambar 4.2 Hasil Pengujian VSWR



Gambar 4.3 Impedansi Antena Hasil Pengujian

Pada gambar 4.2 dapat dilihat nilai *VSWR* yang paling bagus yaitu pada frekuensi 2.400GHz maka *VSWR* antenna *quad-horn* yaitu 1.153. Dari pengujian antenna tersebut memiliki impedansi input sebesar 50,150 Ω pada frekuensi 2.400 GHz yang ada pada gambar 4.3. Nilai impedansi yang didapat bergeser dari batas toleran impedansi yaitu 50 ± 5 Ω, dari prinsip konversi energi pada daya maju minus daya pantul harus sama dengan daya yang dipancarkan:

$$1 - |\Gamma_l|^2 = \frac{Z_0}{Z_l} \left| \frac{2Z_l}{Z_l + Z_0} \right|^2$$

$$1 - \left| \frac{50,150 - 50}{50,150 + 50} \right|^2 = \frac{50}{50,150} \left| \frac{2 \times 50,150}{50,150 + 50} \right|$$

$$0.9999 = 0,9985$$

Jadi, selisih yang dimiliki sebesar 0.0014 yang didapat dari daya maju yang di kurangi daya pantul. Hal ini dipengaruhi dari nilai pengujian *Return Loss*.

C. Pengujian Pola Radiasi *Quad Horn*

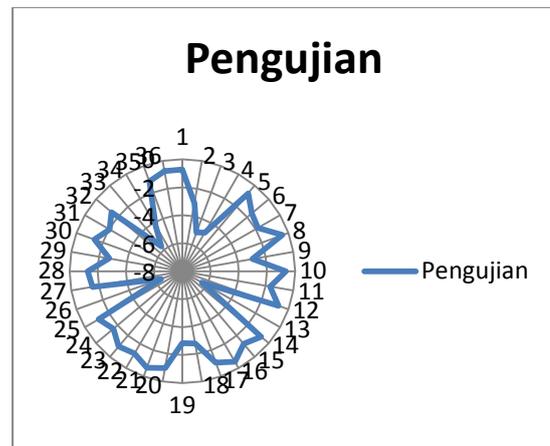
Setelah melalui langkah-langkah pengukuran pola radiasi antenna horn 2.4 GHz, maka dapat diketahui bentuk pola radiasi yang diperoleh dari pengukuran level sinyal antenna dan data pengukuran tersebut dinormalisasi. Data hasil pengukuran serta normalisasi selengkapannya adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Pola Radiasi Antena Horn Persegi Bidang H

| Sudut | Level Daya (dBm) | Normalisasi (dBm) |
|-------|------------------|-------------------|
| 0° | -28.45 | -0.74 |
| 10° | -29.19 | -3.08 |
| 20° | -32.27 | -5.05 |
| 30° | -37.32 | -4.83 |
| 40° | -42.15 | -0.73 |
| 50° | -41.42 | -1.57 |
| 60° | -39.85 | -1.8 |
| 70° | -38.05 | -0.44 |
| 80° | -37.61 | -2.96 |
| 90° | -34.65 | -0.66 |
| 100° | -35.31 | -1.68 |
| 110° | -44.99 | -0.74 |
| 120° | -37.73 | -6.39 |
| 130° | -44.34 | -0.71 |
| 140° | -43.63 | -1.22 |
| 150° | -42.41 | -0.54 |
| 160° | -41.87 | -1.04 |
| 170° | -40.83 | -2.76 |
| 180° | -38.07 | -2.86 |
| 190° | -40.93 | -0.97 |
| 200° | -41.90 | -0.66 |
| 210° | -42.56 | -1.21 |
| 220° | -43.77 | -0.98 |
| 230° | -44.75 | -1.61 |
| 240° | -46.36 | -1.14 |
| 250° | -42.22 | -6.39 |
| 260° | -35.83 | -1.54 |
| 270° | -34.29 | -1.28 |
| 280° | -35.57 | -2.73 |

| | | |
|------|--------|-------|
| 290° | -38.30 | -1.37 |
| 300° | -39.67 | -2.03 |
| 310° | -41.70 | -1.45 |
| 320° | -40.25 | -5.69 |
| 330° | -34.56 | -4.22 |
| 340° | -30.34 | -1.16 |
| 350° | -29.18 | -0.74 |
| 360° | -28.23 | -0.74 |

Dari gambar 4.4 pola radiasi diatas dapat dilihat bahwa pola radiasi antena *Quad Horn* mengarah hampir ke segala arah. Dan pada arah tertentu yaitu diantara sudut 30°, 130°, 260° dan sudut 330° sinyal akan menurun. Ini disebabkan karena sinyal yang dipancarkan terhalang oleh dinding horn. Pada posisi tersebut antena menerima sinyal tidak maksimal. Kemudian ketika antena *Quad Horn* ini tidak perlu diputar level sinyal yang ditangkap akan tidak berkurang hanya pada posisi sudut yang tersebutkan. Hal Ini karena posisi antena sudah mengarah pada pemancar dalam hal ini adalah *Access Point*. Dari percobaan yang telah dilakukan, antena masih dapat menangkap sinyal yang dipancarkan *Access point* pada levelnya cukup tinggi. Dari pengujian dapat diketahui pada antena *Quad Horn* level sinyal tertinggi yang ditangkap adalah senilai untuk segala arah.

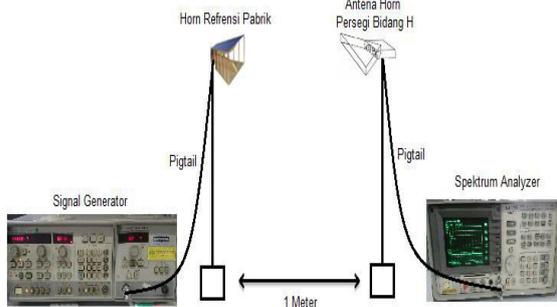


Gambar 4.4 Pola Radiasi Pengujian Antena *Quad-Horn*

Sedangkan level sinyal terendah yang ditangkap adalah -46.36 dB. Sehingga dari gambar pola radiasi yang didapat dari hasil pengukuran dapat dikatakan bahwa antena yang dibuat telah sesuai dengan harapan karena memiliki pancaran daya yang terarah.

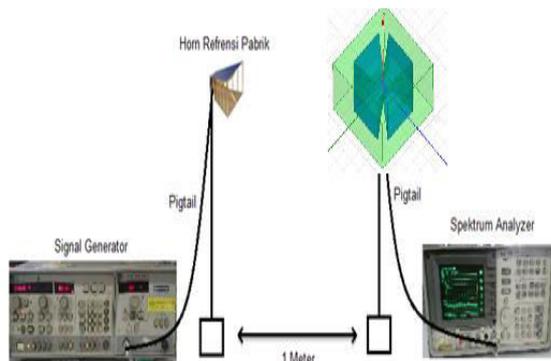
D. Perhitungan dari Pengujian Gain Pabrikasi

Pengujian gain dilakukan dengan cara membandingkan, apabila pada antena access point sudah diketahui gain maksimumnya, yaitu pada frekuensi 2,4 GHz sebesar 12 dBm, maka dari pengujian gain antena *Quad Horn* dapat dihitung:



Gambar 4.5 Posisi antenna pada pengujian Gain

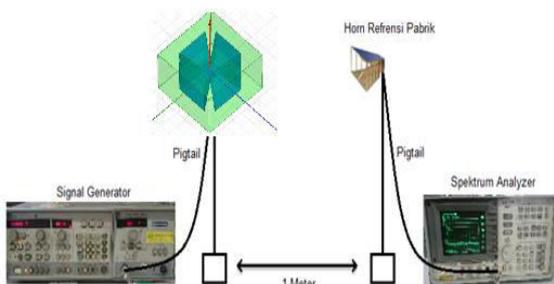
Pada gambar 4.5 di atas, menunjukkan posisi antenna saat pengujian di lab. Dimana antenna rancangan berada di posisi penerima dan antenna referensi sebagai antenna pengirim atau pemancar.



Gambar 4.6 Pengukuran gain antenna sebagai penerima (PA)

Table 4.4 Hasil dari pengujian antenna

| Nama | Nilai (dBm) |
|------|-------------|
| Pa | -28,23 dBm |
| Ps | -29,18 dBm |
| Gs | 12 dBm |



Gambar 4.7 Pengukuran gain antenna sebagai pengirim (PS)

Pengukuran gain antenna sebagai penerima dengan persamaan (2.7):

$$G_a = -28,20 - (-29,20) + 12$$

$$G_a = 1 + 12$$

$$G_a = 13 \text{ dBm}$$

Pengukuran gain antenna sebagai pengirim:

$$G_a = -29,20 - (-28,20) + 12$$

$$G_a = -1 + 12$$

$$G_a = 11 \text{ dBm}$$

Dari hasil pengujian faktor penguatan (Gain) antenna hasil rancangan dapat dilihat pada Tabel 4.4, dan di hitung dari hasil gambar 4.6 dan gambar 4.7 didapat gain sebesar 13 dBm antenna sebagai penerima dan 11 dBm antenna sebagai pengirim, hasil mendekati besar gain yang diinginkan yaitu pada jarak 1 meter. Beberapa faktor penguatan pada tabel diatas nilainya tergantung pada faktor *attenuasi* pada *attenuator*, temperatur (kondisi ruangan dan pengaruh benda-benda disekitarnya, sehingga sulit untuk dicari nilai yang tepat).

Pengujian untuk mendapatkan faktor penguatan antenna quad horn tersebut diatas cukup sulit dilakukan untuk mendapatkan harga yang tepat sesuai dengan perencanaan, hal ini disebabkan:

- 1) Radiasi sinyal yang dipancarkan sangat peka terhadap lingkungan sekitarnya, karena sinyal akan mengalami *attenuasi* diruang bebas dan dipantulkan atau diserapoleh benda-benda diruangan, juga bahan yang digunakan mempengaruhi daya pancarnya.
- 2) Gelombang pantul yang cukup besar, karena benda-benda disekitar pengukuran.
- 3) Pengaturan posisi antenna pada saat pengukuran sulit dipertahankan ketepatannya (selalu berubah).

E. Aplikasi Antena Quad-Horn Pada Jalur *Line of Sight*

Posisi antenna harusnya sejajar dengan antenna pemancar/penerima selain itu jalurnya harus *line of sight* agar sinyal yang ditangkap oleh antenna horn persegi bidang H dapat terbaca dengan bagus dan jelas.

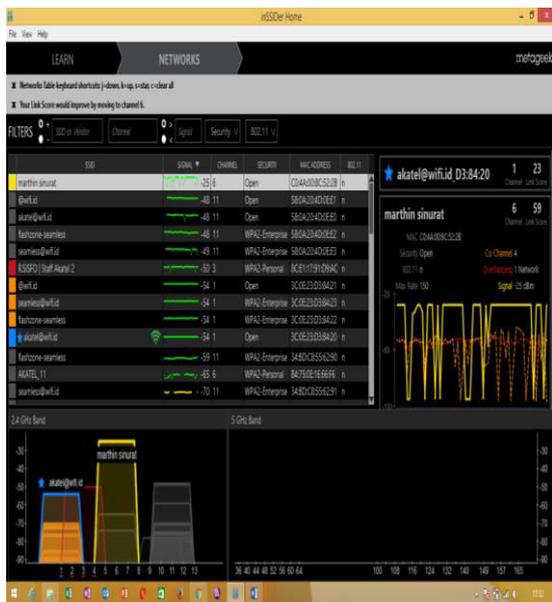
• Pembuktian antenna dalam Implementasi

Ketika antenna diaplikasikan sebagai antenna pemancar. Pertama klik icon Wireless dan isi nama *SSID* pada menu *SSID*. Misal nama *SSID* yang kita berikan adalah: "XXX". Kemudian pada menu mode dipilih *Access Point* jika AP digunakan sebagai server. Setelah itu nyalakan laptop kemudian cek apakah sinyal AP telah diterima oleh laptop. Ini dapat dilihat dengan memilih menu *Wireless Networks Connection*.

Dari gambar 4.8 terlihat bahwa AP dengan nama Antena Marthin telah dikenali. Selanjutnya level sinyal pada laptop dapat di pantau dengan menggunakan Netstumbler dan software Issider Home. Berikut tabel hasil pengukuran impelementasi antenna horn dengan *Access Point TL-WA701ND* ($G_{Ref} = 4,15 \text{ dBm}$).

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Antenna Dari Beberapa Jarak

| No | Jarak (meter) | Quad-Horn (dBm) |
|----|---------------|-----------------|
| 1 | 5 | -38 dBm |
| 2 | 10 | -48 dBm |
| 3 | 50 | -54 dBm |



Gambar 4.8 Jaringan Yang Tertangkap Oleh Laptop

F. Analisa Pengujian Parameter Antena

Dari Tabel 4.6 nilai *return loss* hasil simulasi sebesar -11.571 dB dan *return loss* dari pengujian didapatkan nilai sebesar -22.933 dB. Perbedaan hasil kedua ini masih dalam nilai perancangan awal yakni sebesar ≤ -11.362 dB. Rentang frekuensi dari hasil simulasi didapatkan frekuensi 2000 MHz sampai 2720 MHz dengan *bandwidth* sebesar 540 MHz, sedangkan hasil dari pengujian didapatkan rentang frekuensi pada frekuensi 2074 MHz – 2586 MHz dengan nilai *bandwidth* sebesar 539 MHz.

Tabel 4.6 Perbandingan Hasil Simulasi Dan Hasil Pengujian Antena

| Parameter | Hasil Simulasi | Hasil Pengujian |
|-------------------|----------------|-----------------|
| Return Loss | -11.571 dB | -22.933 dB |
| Rentang Frekuensi | 200-2720 MHz | 2047-2586 MHz |
| VSWR | 1.717 | 1.153 |
| Bandwidth | 720 MHz | 539 MHz |

Berdasarkan tabel 4.6, hasil pengujian dan simulasi tidak mendapatkan nilai yang sama. Namun hasil dari hasil pengujian sudah mendapatkan nilai baik dibandingkan hasil simulasi. Beberapa faktor yang membuat ketidaksamaan nilai dari kedua pengujian:

- 1) Ruang yang di gunakan dalam pengujian antena di lab tidak kedap udara. Sehingga masih ada gangguan gelombang elektromagnetik dari lingkungan sekitar.
- 2) Penggunaan bahan pada antena yang masih belum sesuai standard mempengaruhi kinerja antena.
- 3) Penggunaan konektor (*waveport*) pada simulasi yang kurang tepat.

VI. PENUTUP

A. Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil dirancang dan dapat diimplementasikan dengan baik pada WLAN, hal

ini dibuktikan dengan beberapa hasil dari parameter-parameter, yaitu sebagai berikut:

1. Nilai *return loss* dari simulasi didapatkan sebesar -11,571 dB dan *return loss* hasil dari pengujian didapatkan nilai sebesar -22,933 dB. Nilai tersebut sesuai dengan nilai perancangan awal yaitu ≤ -10 dB.
2. Parameter *VSWR* berdasarkan hasil simulasi sebesar 1.717 pada frekuensi tengah 2.4 GHz, sedangkan hasil pengujian didapatkan nilai sebesar 1.153. Nilai tersebut termasuk di posisi baik, karena kurang dari 2. Hal ini menunjukkan bahwa pada antena hasil pabrikan dapat memancarkan daya dengan baik dan minimnya energi yang direfleksikan kembali ke pemancar.
3. *Gain* antena pada simulasi didapatkan nilai sebesar 11.701 dB dan nilai gain pada hasil pengujian didapatkan sebesar 13 dB. Nilai gain yang didapatkan dari kedua tahap tersebut memiliki *gain* ≥ 10 dB seperti perancangan awal yang diinginkan.
4. Implementasi antena dilakukan percobaan pada beberapa jarak, yaitu mencoba dengan jarak 5 m dengan hasil penguatan -38 dB, lalu percobaan dengan jarak 10 m dengan nilai penguatan -48 dB dan terakhir. pada jarak 15 meter didapatkan nilai penguatan -54 dB. Hal ini membuktikan antena yang horn ini masih optimal dalam jarak jauh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aswoyo, Budi. 2000. *Perancangan Optimasi dan Implementasi Antena Horn Sektorial QUAD dang-E pada Frekuensi Band-X*. Surabaya: Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. ITS.
- [2] Balanis, C.A. 1997. *Antenna Theory Analysis and Design. Second edition*. New York: John Wiley and Sons.
- [3] Hund, E. 1989. *Microwave Communications. Component and Circuit*. New York: McGraw Hill.
- [4] Kraus, John. 1999. *Electromagnetics with Applications, Fifth edition*. New York: McGraw Hill.
- [5] Ohri, V, Amin, O. Gebremariam, H & Dubois, B. 2003. *Microwave Horn Antenna Design and Test System*. New York: San Jose State University.
- [6] Suherman & Nanang. 2008. *Analisis dan Fabrikasi Antena Mikrostrip Horndilengkapi Reflektor Parabola dengan Metode FDTD*. Surabaya: Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, ITS.
- [7] Sujarwati, N, Pramono, Y.H. dkk, 2002. *Analisa Karakteristik Antena CPW Slot dan Patch dengan FDTD, Prosiding*. Surabaya: Seminar Fisika ITS.
- [8] Krauss, John. 1988. *D. Antennas (Second Edition)*. New York: Mc Graw-Hill International Education.
- [9] Krauss, John D & J Marhefka. 2002. *Antennas (Third Edition)*. New York: Mc Graw-Hill International Education.
- [10] Collins, RE. 1985. *Antennas and Radiowave Propagation*. New York: Mc Graw-Hill International Education.

PENULIS



Marthin Robinsar Sinurat, lahir di Jakarta, 23 Juli 1994. Memperoleh gelar Diploma III dari Program Studi Teknik Telekomunikasi Akademi Telkom Jakarta. 2017.

