

**PERANCANGAN DAN ANALISIS
ANTENA MIKROSTRIP ARRAY DENGAN FREKUENSI 850 MHz
UNTUK APLIKASI PRAKTIKUM ANTENA**

Rahmat Dwi Cahyo, Yuli Christyono, Imam Santoso
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jalan Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, Indonesia

ABSTRAK

Antena mikrostrip merupakan antena yang saat ini populer karena memiliki keunggulan dan memenuhi permintaan akan antena yang kecil dan ringan sehingga kompatibel dan mudah diintegrasikan. Antena mikrostrip memiliki banyak kelebihan namun antena ini juga memiliki beberapa kekurangan, seperti gain yang rendah dan bandwidth yang sempit. Salah satu cara untuk mengatasi gain yang rendah adalah merancang antena mikrostrip dengan konfigurasi array.

Pada tugas akhir ini akan dirancang dan dianalisis antena mikrostrip array yang nantinya dapat digunakan dalam praktikum antena. Antena tersebut dirancang pada frekuensi 850MHz. Bahan yang digunakan adalah PCB epoxy (FR4) double layer dengan ketebalan bahan 1,3 mm dan konstanta dielektrik sebesar 4,7. Bentuk patch yang dibuat adalah segiempat, segitiga sama sisi, dan lingkaran. Antena mikrostrip tersebut diuji untuk mendapatkan nilai frekuensi resonansi, VSWR dan pola radiasi yang kemudian hasilnya dibandingkan dengan hasil simulasi menggunakan perangkat lunak simulator mikrostrip IE3D.

Pada pengujian diperoleh hasil untuk antena mikrostrip array segiempat: frekuensi resonansi = 930MHz, VSWR = 1,03, HPBW = 88°, antena mikrostrip array lingkaran : frekuensi resonansi = 915MHz, VSWR = 1,05, HPBW = 105° dan untuk antena mikrostrip array segitiga sama sisi : frekuensi resonansi = 925MHz, VSWR = 1,2, HPBW = 93°.

Kata kunci : antena, mikrostrip, array, frekuensi, VSWR, pengujian.

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Industri antena terus menerus berkembang. Berbagai macam antena dikembangkan untuk memenuhi tuntutan teknologi yang semakin maju. Salah satu jenis antena tersebut adalah antena mikrostrip. Bahannya yang sederhana, bentuk dan ukuran dimensi antenanya lebih kecil, harga produksinya lebih murah dan mampu memberikan unjuk kerja (*performance*) yang cukup baik. Hal tersebut merupakan alasan pemilihan antena mikrostrip pada berbagai macam aplikasi.

Walaupun memiliki banyak kelebihan, antena mikrostrip juga memiliki kekurangan. Beberapa kekurangannya adalah *bandwidth* yang sempit, efisiensi yang rendah serta *gain* yang kecil. Ada banyak cara untuk menanggulangi kekurangan dari antena mikrostrip ini. Mulai dari mengganti konstanta dielektrik dari substratnya, mengubah desain bidangnya (*patch*) serta menambahkan bidang (*patch*) pada substratnya sehingga berbentuk *array*.

Pada penelitian sebelumnya, telah dirancang beberapa antena yang berbasis mikrostrip, yaitu antena mikrostrip dengan dimensi tunggal untuk praktikum antena (Nugraha, 2011) dan antena dipole fraktal kurva Koch tipe planar sebagai antena televisi (Aditia, 2011). Selain itu, masih banyak penelitian lainnya yang berkaitan dengan antena mikrostrip, beberapa contohnya adalah antena mikrostrip untuk aplikasi wimax (Chrisma, 2007), antena mikrostrip untuk aplikasi mobile VSAT (Wisnu, 2009), antena mikrostrip dengan polarisasi ganda (Halomoan, 2009).

Tujuan

Adapun tujuan penulisan tugas akhir ini adalah merancang dan menganalisis antena mikrostrip *array* yang bekerja pada frekuensi 850 MHz untuk dapat digunakan pada aplikasi praktikum antena.

Pembatasan Masalah

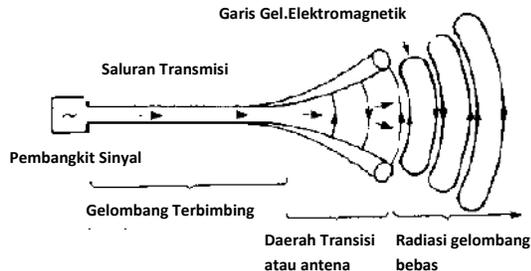
Penulis akan membatasi pembahasan tugas akhir ini pada beberapa hal sebagai berikut:

1. Analisis hanya pada perhitungan parameter perancangan antena mikrostrip 850 MHz seperti, bentuk antena mikrostrip (lingkaran, segitiga sama sisi, dan segiempat), pola radiasi, VSWR, HPBW, lebar pita (*bandwidth*), dan *return loss*.
2. Pengukuran *gain* diganti dengan pengukuran perbandingan daya pancar dan daya terima antena.
3. Teknik penyambungan untuk antena mikrostrip yang digunakan adalah penyambungan saluran mikrostrip (*microstrip line*).
4. Antena mikrostrip dirancang dan dianalisis dengan bantuan perangkat lunak IE3D V12.0.
5. Tidak membahas konduktansi radiasi dan faktor kualitas bahan antena mikrostrip.
6. Perancangan antena mikrostrip *array* adalah bentuk linear *array* dengan 2 elemen pada tiap antena.

II LANDASAN TEORI

Antena merupakan suatu alat yang dapat merubah besaran listrik dari saluran transmisi menjadi suatu gelombang elektromagnetik untuk diradiasikan ke udara bebas. Sebaliknya antena juga dapat menangkap gelombang elektromagnetik dari udara bebas untuk kemudian dijadikan besaran listrik kembali melalui saluran transmisi.

Pada saat proses transmisi, gelombang elektromagnetik akan ditransmisikan sepanjang jalur transmisi dan menyebar ke udara. Jalur transmisi ini dapat berupa kabel koaksial, terkadang juga ditambahkan dengan pipa untuk memperluas jalur transmisi dan dikenal sebagai gelombang terbimbing (*wave guide*)^[5].



Gambar 2.1 Konsep dasar antenna [5]

Panjang Gelombang

Panjang gelombang adalah jarak yang ditempuh gelombang selama satu periode. Dalam sistem komunikasi khususnya dalam pembuatan antenna, panjang gelombang merupakan faktor utama untuk merancang antenna.

Daerah Medan Antena

Daerah medan antenna merupakan pembatas dari karakteristik gelombang elektromagnet yang dipancarkan oleh antenna. Daerah medan antenna dibagi menjadi tiga bagian [1]

- 1) Daerah medan dekat reaktif
Daerah ini didefinisikan sebagai bagian dari daerah medan dekat di sekitar antenna, di mana medan reaktif lebih dominan.
- 2) Daerah medan dekat radiasi
Daerah ini didefinisikan sebagai daerah medan antenna antara daerah medan dekat reaktif dan daerah medan jauh, di mana medan radiasi lebih dominan dan distribusi medan bergantung pada jarak dari antenna.
- 3) Daerah medan jauh
Daerah medan jauh merupakan daerah antenna di mana distribusi medan tidak lagi bergantung kepada jarak dari antenna.

Pola Radiasi Antena

Pola radiasi adalah penggambaran pancaran energi antenna sebagai fungsi koordinasi ruang. Pola radiasi dibentuk dari pancaran medan jauh pada antenna. Pancaran energi yang dimaksud adalah intensitas medan listrik [5].

Pola radiasi antenna mempunyai beberapa parameter yang terdiri dari:

- 1) Major lobe (*main lobe*) adalah bagian pola radiasi pada arah tertentu yang memiliki nilai radiasi maksimum.
- 2) Minor lobe adalah bagian pola radiasi yang terdiri dari side lobe dan back lobe. Minor lobe biasanya merupakan bagian pola radiasi yang tidak diinginkan.
- 3) Side lobe adalah bagian pola radiasi yang terletak disamping major lobe dan merupakan bagian minor lobe yang terbesar, biasanya memiliki arah yang tegak lurus dengan main lobe.
- 4) Back lobe adalah bagian pola radiasi yang membentuk sudut 180° terhadap arah radiasi antenna (arahnya bertolak belakang dengan major lobe).
- 5) HPBW (*Half Power Beamwidth*) lebar berkas di antara sisi-sisi major lobe yang nilai dayanya setengah dari nilai maksimum major lobe.
- 6) FNBW (*First Null Beamwidth*) adalah lebar berkas di antara sisi-sisi major lobe yang nilai dayanya nol.
- 7) FBR (*Front to Back Ratio*) adalah perbandingan antara main lobe terhadap back lobe.

Berdasarkan pola radasinya, antenna dikelompokkan menjadi 3 yaitu : [1]

- 1) Antena isotropis

Antena ideal yang memancarkan atau menerima radiasi ke semua arah dengan sama besar.

- 2) Antena terarah (*directional antenna*)
Antena yang mampu memancarkan atau menerima gelombang elektromagnetik pada arah tertentu saja.
- 3) Antena omnidirectional,
Antena yang pola radasinya memancar sama besar ke beberapa bidang saja.

Paramater Antena

Paramater antenna yang biasanya digunakan untuk menganalisis suatu antenna adalah impedansi masukan, VSWR, *return loss*, *bandwidth*, keterarahan (*directivity*), dan *gain*.

Impedansi Masukan (*Input Impedance*)

Impedansi masukan dari suatu antenna didefinisikan sebagai impedansi pada bagian terminal antenna atau perbandingan antara tegangan dan arus listrik pada terminal antenna [1].

VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*)

VSWR adalah perbandingan antara ampiltudo gelombang berdiri (*standing wave*) maksimum ($|V|_{\max}$) dengan minimum ($|V|_{\min}$). Pada saluran transmisi ada dua komponen gelombang tegangan, yaitu tegangan yang dikirimkan (V_0^+) dan tegangan yang direfleksikan (V_0^-). Perbandingan antara tegangan yang direfleksikan dengan yang dikirimkan disebut sebagai koefisien refleksi tegangan (Γ) [2].

Retun Loss

Return loss didefinisikan sebagai perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang dipantulkan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan. *Return loss* dapat terjadi karena adanya ketidaksesuaian antara impedansi saluran transmisi dengan impedansi masukan beban [2].

Lebar Pita (*Bandwidth*)

Lebar pita (*bandwidth*) didefinisikan sebagai lebar pita frekuensi yang digunakan oleh suatu sistem. Lebar pita antenna dapat ditentukan oleh beberapa karakteristik yang memenuhi ketentuan yang dispesifikasikan.

Keterarahan (*Directivity*) dan *Gain*

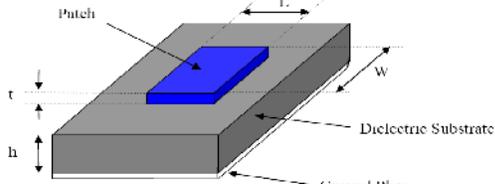
Keterarahan (*Directivity*) merupakan penggambaran dari arah pancar atau terima gelombang elektromagnetik dari suatu antenna [3].

Gain merupakan besaran nilai yang menunjukkan adanya penambahan tingkat sinyal dari sinyal masukan menjadi sinyal keluaran. *Gain* bergantung pada keterarahan dan efisiensi [5].

Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip merupakan antenna yang berbentuk papan (*board*) tipis dan mampu bekerja pada frekuensi yang sangat tinggi. Secara fisik antenna ini terlihat sederhana karena hanya berupa lempengan semacam PCB yang cukup dikenal dalam dunia elektronika.

Dalam bentuknya yang paling dasar, sebuah antenna mikrostrip terdiri dari sebuah bidang (*patch*) memancar di salah satu sisi lapisan (*substrate*) dielektrik yang memiliki bidang dasar (*ground plane*) di sisi lain [9].



Gambar 2.2 Struktur bidang antenna mikrostrip [9]

Keuntungan dan Kekurangan [6]

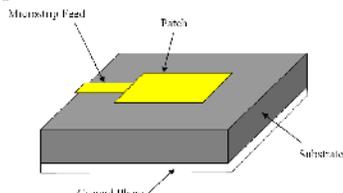
Beberapa keuntungan utama antenna mikrostrip adalah Mempunyai penampang yang tipis, ukuran yang kecil dan ringan, mudah dalam pembuatan, dapat diintegrasikan dengan microwave sirkuit terpadu (MICs), dapat dibuat untuk dual atau triple frekuensi.

Beberapa kelemahan utama mikrostrip adalah *gain* yang rendah, efisiensi yang rendah, *bandwidth* yang sempit, kecilnya alat mengakibatkan perlu ketelitian yang tinggi dalam perancangan dan pembuatannya, rugi-rugi daya yang cukup besar akibat polarisasi silang, penyusunan *feed* yang cukup kompleks untuk dapat diintegrasikan langsung

Metode Penyambungan

Penyambungan *Microstrip line*

Dalam jenis teknik penyambungan, saluran terhubung langsung ke tepi bidang mikrostrip seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3 [8].



Gambar 2.3 Penyambungan saluran mikrostrip

Adapun rumus untuk menghitung lebar saluran mikrostrip diberikan oleh persamaan di bawah ini [2]

$$W = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\}$$

Dengan ϵ_r adalah konstanta dielektrik relatif dan [2]

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}}$$

Besarnya konstanta dielektrik relatif untuk $W/h < 1$, dinyatakan dengan persamaan dibawah ini [2]

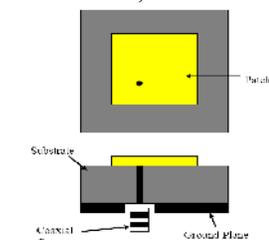
$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[\frac{1}{\sqrt{1 + 12(h/w)}} + 0,04 \left(1 - \frac{w}{h} \right)^2 \right]$$

Besarnya konstanta dielektrik relatif untuk $W/h > 1$, dinyatakan dengan persamaan dibawah [2]

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + \frac{12h}{w} \right)^{-0,5}$$

Penyambungan Koaksial (*Coaxial Feed*)

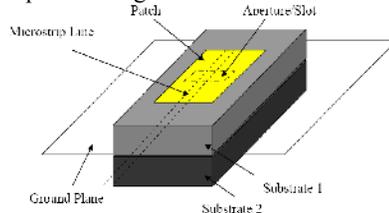
Penyambungan koaksial atau penyambungan konektor adalah teknik yang sangat umum digunakan untuk menyambung bidang antenna mikrostrip. Seperti yang terlihat dari Gambar 2.4 [8],



Gambar 2.4 Penyambungan koaksial

Penyambungan Celah Bergandeng

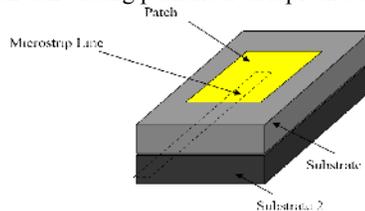
Dalam jenis teknik penyambungan celah bergandeng, bidang memancarkan radiasi dan garis penyambungan mikrostrip dipisahkan oleh bidang dasar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5 [9]. Penghubung antara bidang dan penyambungan garis dibuat melalui slot atau celah pada bidang dasar.



Gambar 2.5 Penyambungan celah bergandeng

Penyambungan Kopleng Medan Dekat

Jenis teknik penyambungan kopleng medan dekat juga disebut sebagai skema kopleng elektromagnetik. Seperti ditunjukkan pada Gambar 2.6 [9], dua lapisan dielektrik digunakan seperti garis penyambungan di antara dua lapisan dan bidang pemancar di lapisan atas.



Gambar 2.6 Penyambungan kopleng medan dekat

Metode Analisis

Metode paling populer untuk analisis bidang antenna mikrostrip adalah metode saluran transmisi (*transmission line model*) dan metode rongga (*cavity model*).

Antena Mikrostrip Array

Antena *array* adalah susunan dari beberapa antenna yang identik. Dalam antenna mikrostrip *patch*, yang disusun secara *array* adalah bagian *patch*. Untuk membentuk pola yang memiliki keterarahan tertentu, diperlukan medan dari setiap elemen *array* berinterferensi secara membangun pada arah yang diinginkan dan berinterferensi secara merusak pada arah yang lain [3].

Desain Patch

Antena Mikrostrip Patch Segiempat

Berikut adalah beberapa perhitungan yang digunakan untuk merancang antenna mikrostrip berbentuk segiempat : [3]

Menentukan lebar *patch* (W) :

$$W = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}}$$

Pertambahan panjang ΔL dirumuskan sebagai berikut : [3]

$$\Delta L = 0.412h \frac{(\epsilon_{reff} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{reff} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8 \right)}$$

Untuk frekuensi resonansi yang ditunjukkan f_0 , panjang efektif diberikan sebagai:

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{reff}}}$$

Sehingga panjang bidang L menjadi:

$$L = L_{eff} - 2 \Delta L$$

Antena Mikrostrip Patch Lingkaran

Untuk menghitung nilai “ a ” jari-jari bidang lingkaran dapat diperoleh dari [4]:

$$a = \frac{F}{\left\{ 1 + \left(\frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \right) \left[\ln \left(\frac{\pi F}{2h} \right) + 1,7726 \right] \right\}^{0.5}}$$

dengan :

$$F = \frac{8,791 \times 10^9}{f_r \sqrt{\epsilon_r}}$$

Antena Mikrostrip Patch Segitiga Sama Sisi

Untuk menentukan dimensi antena segitiga dapat digunakan persamaan dibawah ini: [7]

$$f_r = \frac{2c}{3a\sqrt{\epsilon_r}}$$

Sehingga panjang sisi bidang segitiga sama sisi

$$a = \frac{2c}{3f_r\sqrt{\epsilon_r}}$$

panjang sisi efektif dapat diperoleh dengan persamaan :

$$a_{eff} = a + h(\epsilon_r)^{-0.5}$$

Impedance Matching

Impedance matching merupakan cara atau teknik yang dipakai untuk menyesuaikan dua impedansi yang tidak sama, yaitu impedansi karakteristik saluran (Z_0) dan impedansi beban (Z_L).

Transformator $\lambda/4$ adalah suatu teknik *impedance matching* dengan cara memberikan saluran transmisi dengan impedansi Z_T di antara dua saluran transmisi yang tidak match. Panjang saluran transformator $\lambda/4$ ini adalah sebesar [2]:

$$l = \frac{1}{4} \lambda_g$$

Dengan λ_g merupakan panjang gelombang pada bahan dielektrik yang besarnya dapat dihitung dengan persamaan berikut [2]:

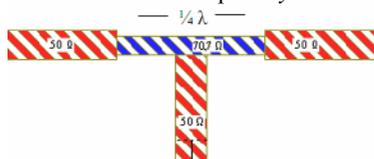
$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}}$$

Dengan λ_0 = panjang gelombang di udara bebas (m)

$$\lambda_0 = \frac{c}{f}$$

T-Junction

T-junction merupakan sebuah teknik *power divider* yang umum digunakan pada konfigurasi antena *array*. *Power divider* adalah salah satu teknik yang dapat mendukung *impedance matching* pada saluran transmisi khususnya untuk antena mikrostrip *array* [3].



Gambar 2.7 T-junction untuk mikrostrip

Lekukan Mikrostrip (Bend)

Salah satu cara untuk mengurangi *return loss* pada lekukan adalah dengan menggunakan *mitred bend*. Douville dan James telah melakukan penelitian untuk mencari ukuran lekukan yang optimal. Mereka menemukan bahwa ukuran lekukan yang optimal adalah:

$$\frac{x}{d} = 0,52 + 0,65 \cdot e^{\left(-1,35 \frac{w}{h}\right)}$$

III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ANTENA

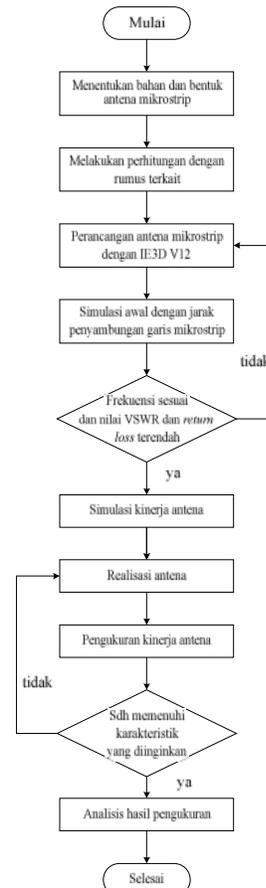
Perancangan Antena

Perancangan diawali dengan menentukan frekuensi kerja antena mikrostrip, jenis lapisan bahan, nilai konstanta dielektrik lapisan bahan, tebal lapisan bahan, penentuan jarak antar elemen, dan penentuan panjang dan lebar saluran mikrostrip.

Antena mikrostrip *array* ini akan dirancang sebagai pemancar dan penerima untuk praktikum antena dengan konstanta dielektrik FR4 fiber ($\epsilon_r = 4,7$). Simulasi dilakukan dengan bantuan perangkat lunak IE3D V12 untuk memperoleh bentuk dan parameter antena mikrostrip.

Berikut adalah tahap-tahap yang diperlukan untuk membuat dan mensimulasikan antena mikrostrip *array*

- Perancangan model antena mikrostrip *array*
- Simulasi dari model yang diperoleh *array*
- Pembuatan model antena mikrostrip *array*
- Pengujian antena mikrostrip *array*



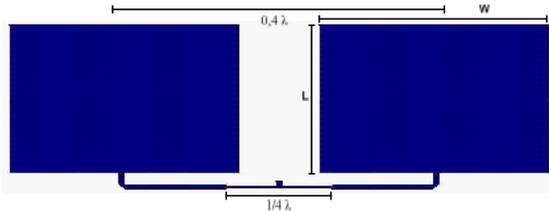
Gambar 3.1 Diagram alir perancangan antena mikrostrip

Bahan Antena Mikrostrip

Langkah pertama menentukan nilai konstanta dielektrik lapisan bahan yang akan digunakan untuk membuat antena mikrostrip.

Penentuan Panjang dan Lebar Elemen Peradiasi Bidang Segiempat

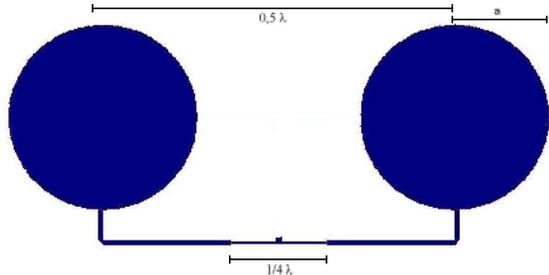
Dalam merancang bidang antena mikrostrip segiempat ada beberapa perhitungan yang perlu diketahui yaitu panjang (L) dan lebar (W) dari bidang segiempat tersebut.



Gambar 3.2 Desain geometri antena mikrostrip *array* bidang segiempat

Penentuan Jari-jari Elemen Peradiasi Bidang Lingkaran

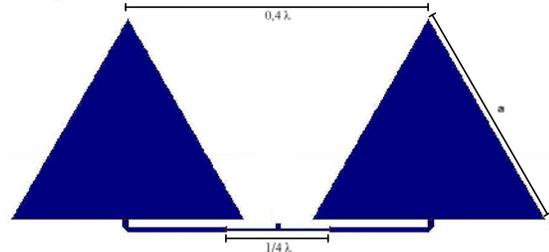
Dalam merancang bidang antena mikrostrip lingkaran, parameter yang harus dicari adalah nilai jari – jari / radius (a) bidang mikrostrip lingkaran.



Gambar 3.3 Desain geometri antena mikrostrip *array* bidang lingkaran

Penentuan Panjang Sisi Elemen Peradiasi Bidang Segitiga Sama Sisi

Dalam merancang bidang antena mikrostrip segitiga sama sisi ada beberapa perhitungan yang perlu diketahui yaitu panjang sisi (a) dari bidang segitiga tersebut.



Gambar 3.4 Desain geometri antena mikrostrip *array* bidang segitiga sama sisi

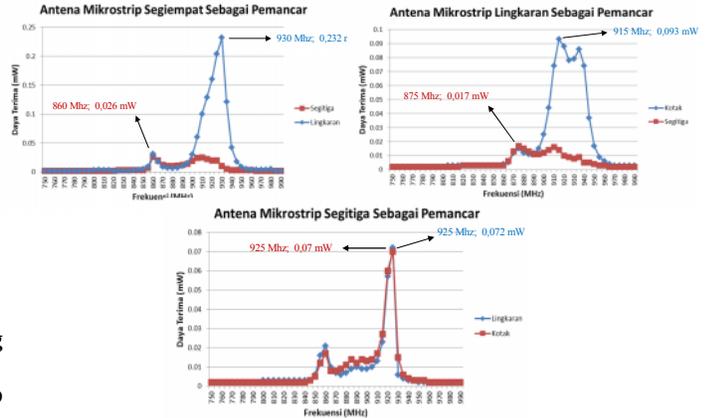
Proses Simulasi dengan Menggunakan Perangkat Lunak IE3D V12.0

- 1) **Tahap Pertama** adalah menentukan tebal lapisan & nilai konstanta dielektrik lapisan bahan.
- 2) **Tahap Kedua** adalah membentuk desain geometri dari bidang mikrostrip.
- 3) **Tahap Ketiga** adalah membentuk desain geometri saluran mikrostrip

- 4) **Tahap keempat** adalah menentukan panjang saluran mikrostrip ke bidang (*patch*) mikrostrip.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS Frekuensi Kerja Antena Mikrostrip

Simulasi ini digunakan untuk mengetahui nilai frekuensi kerja dari masing-masing antena mikrostrip. Frekuensi kerja antena mikrostrip ditentukan berdasarkan nilai frekuensi yang menunjukkan nilai *return loss* paling kecil.

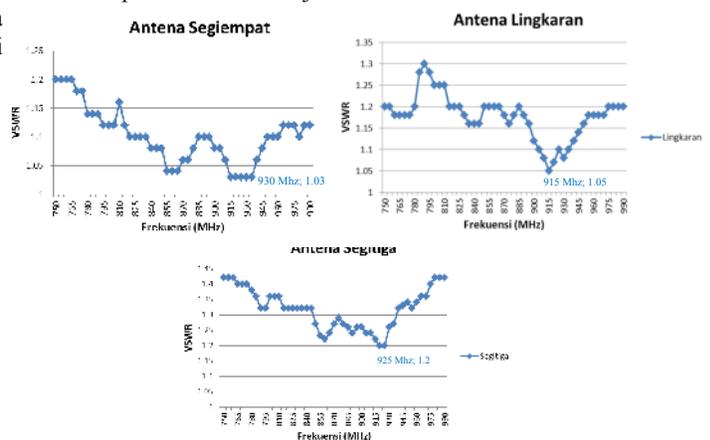


Gambar 4.1 Hasil pengujian daya terima antena mikrostrip (a)segiempat 930Mhz (b)lingkaran 915 Mhz (c)segitiga 925 Mhz

Frekuensi resonansi harus sesuai dengan simulasi IE3D V12 dan hasil perhitungan matematis yaitu mendekati 850 MHz. Setelah dilakukan pengujian ternyata frekuensi resonansi ketiga antena mikrostrip tersebut bergeser sebesar 50 hingga 80 MHz.

VSWR Antena Mikrostrip

Pengujian dan analisa VSWR bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai VSWR dari masing-masing antena mikrostrip. Pengukuran nilai VSWR ditetapkan berdasarkan nilai VSWR terkecil dari antena atau nilai VSWR pada frekuensi kerja antena.



Gambar 4.2 Hasil pengujian VSWR antena mikrostrip (a)segiempat 1.03 (b)lingkaran 1.05 (c)segitiga 1.2

Terlihat bahwa antena mikrostrip *array* bidang segiempat dan lingkaran memiliki nilai VSWR yang baik. Sedangkan antena mikrostrip *array* bidang segitiga sama sisi mempunyai nilai VSWR yang kurang baik.

Return Loss Antena Mikrostrip

Nilai *return loss* antena ditetapkan berdasarkan nilai *return loss* terkecil dari antena atau nilai *return loss* pada frekuensi kerja antena.

Tabel 4.1 Nilai simulasi *return loss* antena mikrostrip array

Antena	Frekuensi (GHz)	Return loss (dB)
Bidang Segiempat	0.8485	-29,3223
Bidang Lingkaran	0.8545	-22,095
Bidang Segitiga Sama Sisi	0.8515	-17,263

Nilai *return loss* terkecil adalah mikrostrip bidang segiempat yaitu dengan nilai -29,52 dB. Semakin kecil nilai *return loss* suatu antena berarti semakin kecil amplitudo gelombang elektromagnetik yang direfleksikan.

Lebar Pita Frekuensi Antena Mikrostrip

Bandwidth atau lebar pita frekuensi adalah daerah frekuensi dengan nilai *return loss* bernilai kurang dari atau sama dengan nilai tertentu. Lebar pita frekuensi diukur pada daerah frekuensi yang memiliki nilai *return loss* di bawah -9,54 dB.

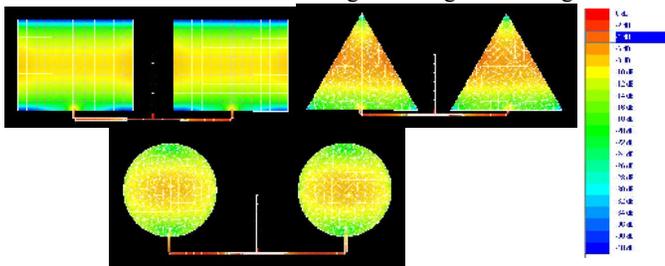
Tabel 4.2 Nilai lebar pita frekuensi antena mikrostrip 850 MHz

Antena	Lebar pita frekuensi (%)
Bidang Segiempat	1,684
Bidang Lingkaran	1,617
Bidang Segitiga Sama Sisi	1,19213

Dapat dilihat bahwa nilai lebar pita frekuensi dari tiap-tiap antena mikrostrip berbeda-beda sesuai dengan bentuk bidang dari antena mikrostrip tersebut.

Distribusi Arus Listrik Antena Mikrostrip

Distribusi arus listrik menunjukkan tingkat intensitas arus listrik pada tiap bagian antena ketika memancarkan atau menerima gelombang elektromagnet.



Gambar 4.3 Hasil simulasi distribusi arus listrik antena mikrostrip

Dari Gambar 4.3 dapat disimpulkan bahwa antena mikrostrip lingkaran memiliki distribusi arus yang baik karena tidak memiliki sudut yang dapat mengurangi nilai distribusi arus pada antena.

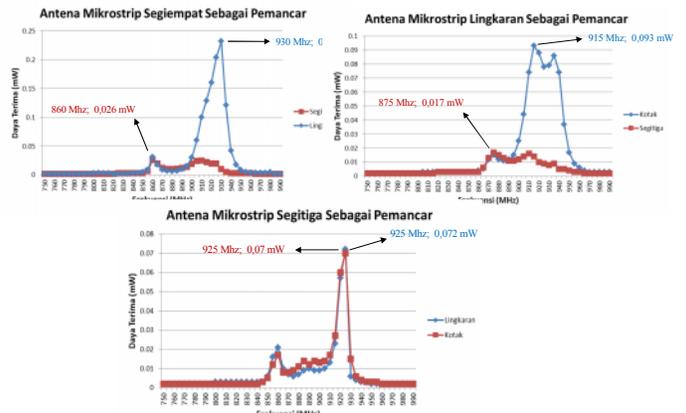
Gain Antena Mikrostrip

Gain dari suatu antena merupakan perbandingan antara intensitas radiasi maksimum dari suatu antena dengan intensitas radiasi maksimum dari suatu antena referensi dengan daya masuk yang sama.

Tabel 4.3 Nilai simulasi *gain* antena mikrostrip 850 MHz

Antena	Gain (dBi)
Bidang Segiempat	1,70539
Bidang Lingkaran	1,18249
Bidang Segitiga Sama Sisi	-0,429903

Dapat dilihat bahwa nilai *gain* dari masing-masing bentuk bidang antena mikrostrip berbeda-beda. Hal tersebut menandakan bahwa perbedaan bentuk bidang pada antena mikrostrip akan mempengaruhi nilai *gain* dari suatu antena mikrostrip. Pengukuran *gain* antena mikrostrip digantikan dengan pengukuran daya penerimaan antena mikrostrip.

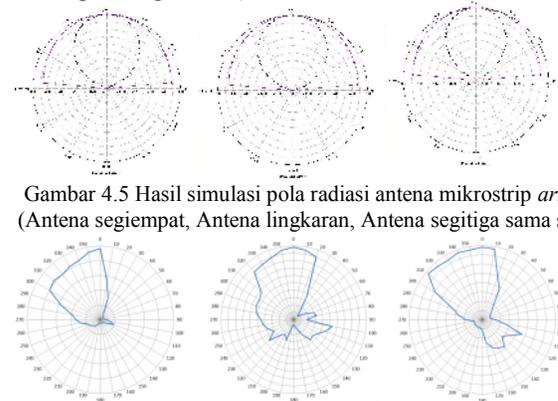


Gambar 4.4 Hasil pengujian daya penerimaan antena mikrostrip 850 MHz

Dari hasil grafik diatas yang mempunyai nilai daya penerimaan terbesar adalah antena mikrostrip bidang segiempat terhadap antena mikrostrip bidang lingkaran yaitu sebesar 0.232 mW.

Pola Radiasi Antena Mikrostrip

Simulasi pola radiasi yang digunakan pada tugas akhir ini adalah pola radiasi pada bidang elevasi $\theta = 0^\circ$ ($\varphi = 0^\circ$ sampai dengan 180°).



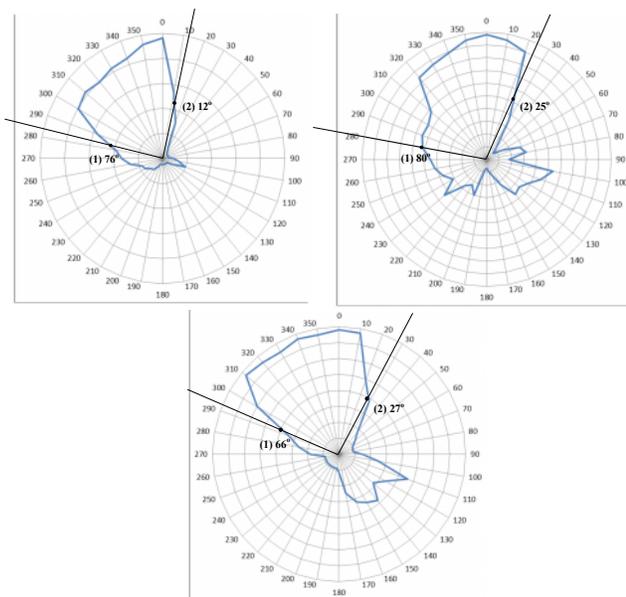
Gambar 4.5 Hasil simulasi pola radiasi antena mikrostrip array (Antena segiempat, Antena lingkaran, Antena segitiga sama sisi)

Gambar 4.6 Hasil pengujian pola radiasi antena mikrostrip array (segiempat, lingkaran, segitiga sama sisi)

Hal tersebut membuktikan bahwa ketiga antena mikrostrip tunggal tersebut merupakan antena *directional* (mempunyai arah).

Lebar Berkas Setengah Daya (HPBW) Antena Mikrostrip

Lebar berkas setengah daya (HPBW) yaitu lebar berkas diantara sisi-sisi kuncup utama yang nilai dayanya setengah dari nilai maksimum kuncup utama.



Gambar 4.7 Hasil pengujian HPBW antenna mikrostrip 850 MHz
(a) segiempat 88° (b) lingkaran 105° (c) segitiga sama sisi 93°

Dari grafik diatas diperoleh data pengujian HPBW yang terendah adalah antenna mikrostrip bidang segiempat dengan sudut 88°. Hal tersebut membuktikan bahwa antenna mikrostrip *array* bidang segiempat memiliki keterarahan (*directional*) lebih sempit dibanding antenna bidang lingkaran dan segitiga.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan didapatkan beberapa kesimpulan yaitu antenna mikrostrip *array* bidang segiempat beresonansi pada frekuensi 930 MHz, antenna mikrostrip *array* bidang lingkaran beresonansi pada frekuensi 915 MHz, dan antenna mikrostrip *array* bidang segitiga sama sisi beresonansi pada frekuensi 925 MHz.

Antena mikrostrip *array* bidang segiempat mempunyai nilai VSWR terendah sebesar 1,03, sedangkan antenna mikrostrip *array* bidang segitiga sama sisi mempunyai nilai VSWR tertinggi sebesar 1,2.

Hasil simulasi antenna mikrostrip *array* bidang segiempat mempunyai nilai *return loss* terkecil sebesar -29,3223 dB sedangkan antenna mikrostrip *array* bidang segitiga sama sisi mempunyai nilai *return loss* terbesar sebesar -17,263 dB.

Nilai lebar pita (*bandwidth*) dari ketiga antenna mikrostrip yang paling lebar adalah antenna mikrostrip *array* bidang segiempat sebesar 1,684 %.

Hasil simulasi mikrostrip *array* bidang segiempat memiliki *gain* terbesar sebesar 1.70539 dB, sedangkan antenna mikrostrip *array* bidang segitiga sama sisi mempunyai *gain* terkecil sebesar -0,429903 dB.

Daya penerimaan antenna mikrostrip *array* bidang segiempat terhadap antenna mikrostrip *array* bidang lingkaran sebesar 0.232 mW. Daya penerimaan antenna mikrostrip *array* bidang lingkaran terhadap antenna mikrostrip *array* bidang segiempat sebesar 0.093 mW. Sedangkan daya penerimaan antenna mikrostrip *array* bidang segitiga terhadap antenna mikrostrip *array* bidang lingkaran sebesar 0.072mW.

Antena mikrostrip *array* bidang segiempat mempunyai nilai HPBW terkecil yaitu 88° sedangkan antenna mikrostrip *array* bidang lingkaran mempunyai nilai HPBW terbesar yaitu 105°

Panjang saluran mikrostrip ke bidang (*patch*) mikrostrip pada metode mikrostrip line mempengaruhi nilai *return loss*, impedansi masukan, VSWR, dan *gain*.

Saran

Dapat dikembangkan untuk rancang bangun antenna mikrostrip *array* dengan bentuk yang lain, seperti ring ataupun jajar genjang. Untuk mendapatkan hasil antenna mikrostrip yang bagus gunakan nilai konstanta dielektrik bahan substrat yang rendah, seperti duroid ($\epsilon_r = 2,2$), Teflon ($\epsilon_r = 2,08$). Pengujian antenna yang akurat sebaiknya dilakukan di laboratorium khusus antenna, sehingga tidak terpengaruh oleh sinyal-sinyal yang ada di sekitarnya maupun efek pantulan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Balanis, Constantine A, "*Antena Theory Analysis and Design*", 2nd ed., John Wiley & Sons Inc., Kanada, 1997.
- [2] Fahrzal, Muhammad, "*Rancang Bangun Antena Mikrostrip Triple-Band Linier Array 4 Elemen untuk Aplikasi Wimax*", Laporan Tugas Akhir Teknik Elektro Universitas Indonesia, 2008.
- [3] Hanafiah, Ali, "*Rancang Bangun Antena Mikrostrip Patch Segiempat Planar Array 4 Elemen dengan Pencatutan Aperture-Coupled untuk Aplikasi CPE pada Wimax*", Laporan Tugas Akhir Teknik Elektro Universitas Indonesia, 2008.
- [4] Keshtkar, Asghar, "*Circular Microstrip Patch Array Antenna for C-Band Altimeter System*", International Journal of Antennas and Propagation, Hindawi Publishing Corporation, 2008.
- [5] Kraus, J. D., "*Antennas*", 2nd ed., Mc.Graw Hill, New Delhi, 1988.
- [6] Nurmindha, Riska, "*Desain dan Realisasi Antena Mikrostrip dengan Patch Parasitik untuk Meningkatkan Gain Antena*", Laporan Tugas Akhir Teknik Telekomunikasi Institut Teknologi Bandung, 2007.
- [7] Santosa, Slamet Purwo, "*Antena Mikrostrip Segitiga dengan Saluran Pencatu Berbentuk Garpu yang Dikopel Secara Elektromagnetik*", Laporan Tugas Akhir Teknik Telekomunikasi Universitas Indonesia, 2008.
- [8] Sinulingga, Feriandri, "*Perancangan dan Realisasi Susunan Antena Mikrostrip 14.25 Ghz untuk Aplikasi Mobile VSAT pada Frekuensi Uplink Ku-Band*", Laporan Tugas Akhir Teknik Telekomunikasi Institut Teknologi Bandung, 2009.
- [9] Wisnu, "*Desain dan Realisasi Susunan Antena Mikrostrip 12,15 GHz untuk Aplikasi Mobile VSAT pada Frekuensi Downlink Ku-Band*", Laporan Tugas Akhir Teknik Telekomunikasi Institut Teknologi Bandung, 2009.

Biodata Penulis



Rahmat Dwi Cahyo, lahir di Kota Kendari pada tanggal 10 April 1989. Saat ini masih menyelesaikan studi Strata-1 di Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro Semarang dengan mengambil konsentrasi Elektronika dan Telekomunikasi.

Menyetujui dan Mengesahkan

Pembimbing I

Pembimbing II

Yuli Christiyono, ST., MT.
NIP. 196807111997021001

Imam Santoso, S.T., M.T.
NIP. 197012031997021001

Tanggal: _____

Tanggal: _____

