

Research Article

Perancangan dan Analisa Antena Mikrostrip dengan Frekuensi 850 MHz untuk Aplikasi Praktikum Antena

Adhe Setya Nugraha¹, Yuli Christyono², Sukiswo²

1. Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang
2. Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang

Abstract

Problems antenna of conductor materials is rather complicated construction and size are usually quite large, so for purposes such as a cellular system is considered less efficient. For this purpose requires a simple antenna, a thin, easy to manufacture, and can be connected with other circuits. Then came the idea to design a microstrip antenna that antenna. How to make a microstrip antenna is printed on the plate by the PCB (Printed Circuit Board), then peradiasinya coated with a solution of silver or other conductor material. Who's lining material that many in the market is epoxy glass fiber ($\epsilon r = 4.7$) with 1.5 mm layer thickness. The purpose of this thesis is to create some models of microstrip antenna that can later be used in practical antenna. The antenna was designed at a frequency of 850MHz with a square, equilateral triangle, and circle. Then the three forms of microstrip antenna design results will be analyzed using software IE3D V12 to obtain the design parameters of antenna and frequency of these antennas. The third form of radiation pattern of microstrip antenna is directional (directional). Results of simulation of microstrip circular antennas : resonant frequency = 0.8535 GHz, VSWR = 1.046, return loss = - 32.89 dB, bandwidth = 1.4167%, the total gain = - 0.673953 dB, HPBW = 170,511⁰, rectangular microstrip antenna : resonance frequency = 0.849503 GHz, VSWR = 1.109, return loss = - 25.7143 dB, bandwidth = 1.4547%, the total gain = - 0.205832 dB, HPBW = 170,655⁰ and for equilateral triangular microstrip antennas : resonant frequency = 0, 8515 GHz, VSWR = 1.115, return loss = -25.28 dB, bandwidth = 1.3055%, the total gain = - 2.32265 dB, HPBW = 170,571⁰. And on the test results obtained for circular microstrip antennas : resonant frequency = 900MHz, VSWR = 1.03, power received = 0.067 mW, HPBW = 62⁰, rectangular microstrip antennas : resonant frequency = 895MHz, VSWR = 1.04, power received = 0.039 mW, HPBW = 88⁰ and antenna for microstrip equilateral triangle : resonance frequency = 895MHz, VSWR = 1.05, power received = 0.033 mW, HPBW = 69⁰.

Keywords: microstrip antenna, substrat materials, antenna parameters, the working frequency antenna

I. PENDAHULUAN

Antena adalah salah suatu komponen yang mempunyai peranan sangat penting dalam system komunikasi. Antena merupakan daerah transisi antara saluran transmisi dan ruang bebas, sehingga antenna berfungsi sebagai pemancar atau penerima gelombang elektromagnetik. Teknologi komunikasi nirkabel yang berkembang pesat dan kebutuhan komunikasi antar komputer dengan medium gelombang mikro yang semakin luas menjadikan bertambahnya popularitas sistem nirkabel untuk pengembangan antena. Antena bisa dianggap sebagai tulang punggung sistem nirkabel.

1.1 Latar Belakang

1.2 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.

1.3 Pembatasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan yang terlalu meluas, maka penulis akan membatasi pembahasan tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Analisis dibatasi hanya pada perhitungan parameter perancangan antena mikrostrip 850 MHz seperti, bentuk antena mikrostrip (lingkaran, segitiga sama sisi, dan

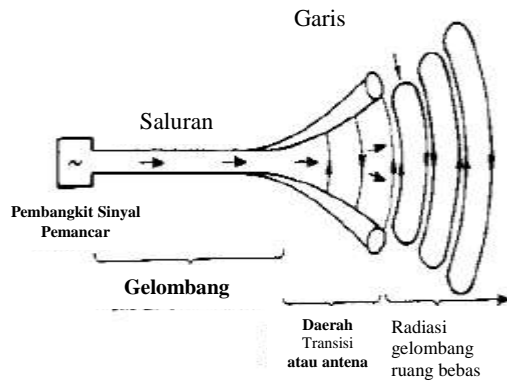
segiempat), pola radiasi, lebar berkas (*beamwidth*), lebar pita (*bandwidth*), VSWR, dan *return loss*.

2. Pengukuran penguatan (*gain*) murni antena tidak dapat diperoleh karena tidak adanya penguatan murni antena referensi maka diganti dengan pengukuran perbandingan daya pancar dan daya terima antara antena referensi dan antena terukur.
3. Teknik penyambungan untuk antena mikrostrip yang digunakan adalah penyambungan koaksial (*coaxial feed*).
4. Perancangan hanya berdasarkan teori secara umum dan dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus-rumus yang terkait.
5. Analisa pembuatan antena mikrostrip dirancang dengan bantuan perangkat lunak IE3D V12.0.

II LANDASAN TEORI

2.1 Antena

Antena adalah suatu piranti transisi antara saluran transmisi dengan ruang hampa dan sebaliknya. Antena terbuat dari bahan logam yang berbentuk batang atau kawat dan berfungsi untuk memancarkan atau menerima gelombang radio, atau sebaliknya. Selain itu, antena juga merupakan piranti pengarah karena digunakan untuk mengarahkan energi pancaran pada suatu arah dan menekan pada arah yang lain. Ilustrasi dari konsep dasar antena untuk pemaparan di atas ditunjukkan Gambar 2.1^[9].



Gambar 2.1 Konsep dasar antenna [9]

2.1.1 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.

2.1.2 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.

Berdasarkan pola radiasinya, antenna dikelompokkan menjadi 2 yaitu :

- 1) Antena terarah (*directional antenna*), yaitu Antena yang mampu memancarkan atau menerima gelombang elektromagnetik pada arah tertentu saja.
- 2) Antena tidak terarah (*omnidirectional antenna*), yaitu antenna yang mampu memancarkan atau menerima gelombang elektromagnetik ke segala.

Sebagai variasi pola radiasi, dikenal istilah kuncup, beberapa macamnya yaitu:

1. Kuncup utama (*main lobe*) adalah bagian pola radiasi pada arah tertentu yang memiliki nilai maksimum.
2. Kuncup kecil (*minor lobe*) adalah bagian pola radiasi yang terdiri dari kuncup samping dan kuncup belakang. Kuncup utama biasanya merupakan bagian pola radiasi yang tidak diinginkan.
3. Kuncup samping (*side lobe*) adalah bagian pola radiasi yang terletak disamping kuncup utama dan merupakan bagian kuncup kecil yang terbesar.
4. Kuncup belakang (*back lobe*) adalah bagian pola radiasi yang berlawanan arah dengan kuncup kecil.

2.1.3 Half Power Beamwidth (HPBW) dan First Null Beamwidth (FNBW)

Lebar berkas setengah daya (HPBW) yaitu lebar berkas diantara sisi-sisi kuncup utama yang nilai dayanya setengah dari nilai maksimum kuncup utama. Sedangkan FNBW adalah lebar berkas diantara sisi-sisi kuncup utama yang nilai dayanya nol. HPBW dan FNBW dinyatakan dalam satuan derajat sudut.

2.2 Paramater Antena

Kinerja dan daya guna suatu antenna dapat dilihat dari nilai parameter-paramater antenna tersebut. Beberapa dari parameter tersebut saling berhubungan satu sama lain. Paramater-paramater antenna yang biasanya digunakan untuk

menganalisis suatu antenna adalah impedansi masukan, *Voltage Wave Standing Ratio* (VSWR), *return loss*, lebar pita (*bandwidth*), keterarahan (*directivity*), dan penguatan (*gain*).

2.2.1 Impedansi masukan

Impedansi masukan adalah perbandingan (*rasio*) impedansi pada bagian terminal antenna atau perbandingan antara tegangan dan arus listrik pada terminal antenna. Impedansi masukan ini bervariasi untuk nilai posisi tertentu.

2.2.2 Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

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

Koefisien refleksi tegangan (Γ) memiliki nilai kompleks, yang merepresentasikan besarnya magnitude dan fasa dari refleksi.

2.2.3 Return Loss

Return loss adalah perbandingan antara ampiludo dari gelombang yang direfleksikan terhadap ampiludo gelombang yang dikirimkan. *Return loss* dapat terjadi karena adanya diskontinuitas di antara saluran transmisi dengan impedansi masukan beban (antenna).

2.2.4 Keterarahan (Directivity) dan Penguatan (Gain)

Keterarahan (*Directivity*) merupakan penggambaran dari arah pancar atau terima gelombang elektromagnetik dari suatu antenna. Jika daya radiasi sama baik pada semua arah atau $P_n(\theta, \Phi) = 1$ untuk semua θ dan Φ maka $\Omega_A = 4\pi$, sehingga diperoleh $D = 1$. Nilai tersebut adalah keterarahan untuk sumber isotropis dan merupakan nilai terkecil yang mampu dimiliki antenna. Maka Ω_A harus selalu sama dengan atau lebih kecil dari 4π , sedangkan keterarahan harus selalu sama atau lebih besar dari 1.

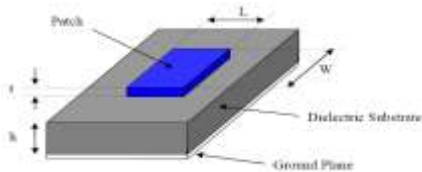
Penguatan (*gain*) merupakan besaran nilai yang menunjukkan adanya penambahan tingkat sinyal dari sinyal masukan menjadi sinyal keluaran. Penguatan bergantung pada keterarahan dan efisiensi. Semakin tinggi keterarahan maka semakin besar pula penguatannya

2.2.5 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. pertengahan 1950-an. Aplikasi antenna jenis ini sudah dimulai pada awal 1970-an dimana bentuk

2.3 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip sangat menarik karena bebannya yang ringan, mudah disesuaikan bentuknya dan biayanya yang rendah. Antena ini dapat terintegrasi dengan bidang garis yang dicetak pada jaringan dan alat aktif. Ini merupakan rancang bangun yang terbaru di dunia antenna. Dalam bentuknya yang paling dasar, sebuah antenna mikrostrip terdiri dari sebuah bidang (*patch*) memancar di salah satu sisi lapisan (*substrat*) dielektrik yang memiliki bidang dasar (*ground plane*) di sisi lain seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2. Bidang pada umumnya terbuat dari bahan seperti tembaga atau emas dan dapat mengambil banyak kemungkinan bentuk.



Gambar 2.2 Struktur bidang antenna mikrostrip

Radiasi bidang antenna mikrostrip yang utama karena bidang rambatannya antara tepi bidang dan bidang dasar. Untuk mendapatkan antenna yang baik, tebal sebuah lapisan dielektrik memiliki konstanta dielektrik yang rendah karena hal ini memberikan efisiensi yang lebih baik, lebar pita lebih besar dan radiasi yang lebih baik. Namun, konfigurasi seperti ini menyebabkan ukuran antenna yang lebih besar. Dalam rangka untuk merancang sebuah bidang antenna mikrostrip yang seimbang, konstanta dielektrik yang digunakan harus lebih tinggi sehingga mengurangi efisiensi dan menghasilkan lebar pita lebih sempit. Oleh karena itu, keseimbangan harus dicapai antara dimensi antenna dan kinerja antenna.

2.3.1 Keuntungan dan Kekurangan

Beberapa keuntungan utama mikrostrip seperti di bawah ini:

- Ringan dan bentuk yang kecil.
- Konfigurasi profil sebidang yang rendah sehingga dapat dengan mudah dibuat dan disesuaikan dengan permukaan *host* nya.
- Biaya fabrikasi rendah, maka dapat diproduksi dalam jumlah besar.
- Mendukung keduanya, linear serta polarisasi sirkular.
- Dapat dengan mudah diintegrasikan dengan *microwave* sirkuit terpadu (MICs).
- Mampu beroperasi pada dua atau tiga frekuensi kerja.
- Mekanik kuat ketika dipasang pada permukaan kaku.

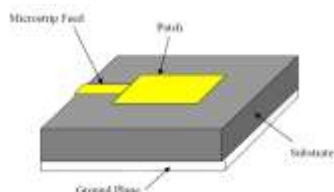
Bidang antenna mikrostrip juga memiliki sejumlah kelemahan dibandingkan dengan antenna konvensional. Beberapa kelemahan utama mikrostrip seperti di bawah ini:

- Lebar pita yang sempit
- Efisiensi rendah
- Penguatan yang rendah
- Radiasi asing dari penyambungan (*feed*)
- Radiasi berkurang dan berakhir kecuali *slot* antenna yang diruncingkan
- Kapasitas pengaturan daya rendah.
- Eksitasi gelombang permukaan

2.3.2 Teknik Penyambungan

2.3.2.1 Penyambungan Garis Mikrostrip

Dalam jenis teknik penyambungan, garis terhubung langsung ke tepi bidang mikrostrip seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3.

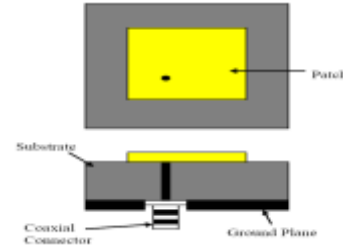


Gambar 2.3 Penyambungan garis mikrostrip [5]

Radiasi penyambungan juga menyebabkan lintas radiasi terpolarisasi yang tidak diinginkan.

2.3.2.2 Penyambungan Koaksial

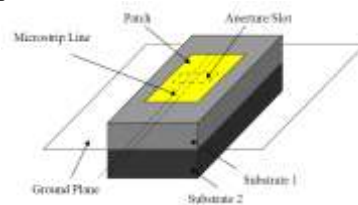
Penyambungan koaksial atau penyambungan konektor adalah teknik yang sangat umum digunakan untuk menyambung bidang antenna mikrostrip. Seperti yang terlihat dari Gambar 2.4,



Gambar 2.4 Penyambungan koaksial mikrostrip

2.3.2.3 Penyambungan Celah Bergabung

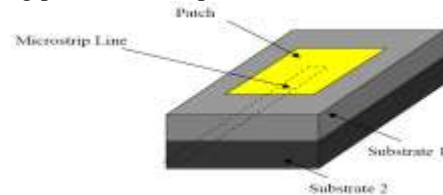
Dalam jenis teknik penyambungan celah bergabung, bidang memancarkan radiasi dan garis penyambungan mikrostrip dipisahkan oleh bidang dasar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Penyambungan celah bergabung

2.3.2.4 Penyambungan Proximasi Bergabung

Jenis teknik penyambungan proximasi bergabung juga disebut sebagai skema kopling elektromagnetik. Seperti ditunjukkan pada Gambar 2.6, dua lapisan dielektrik digunakan seperti garis penyambungan di antara dua lapisan dan bidang pemancar di lapisan atas.



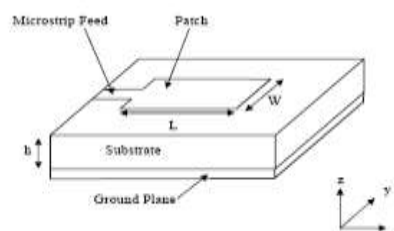
Gambar 2.6 Penyambungan proximasi bergabung

2.3.3 Metode Analisis

Metode paling populer untuk analisis bidang antenna mikrostrip adalah metode saluran transmisi (*transmission line model*),

2.3.3.1 Analisa Bidang Mikrostrip Segiempat

Metode ini merupakan model antenna mikrostrip yang terdiri oleh dua celah lebar W dan tinggi h , dipisahkan oleh saluran transmisi dengan panjang L .



Gambar 2.7 Bidang antenna mikrostrip segiempat

Dimensi bidang sepanjang panjangnya telah diperpanjang pada tiap akhir oleh jarak ΔL , yang ditunjukkan secara empiris oleh persamaan (2.26) sebagai berikut:

$$\Delta L = 0.412h \frac{(\epsilon_{eff} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264 \right)}{(\epsilon_{eff} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8 \right)}$$

Panjang efektif bidang L_{eff} sekarang menjadi:

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

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

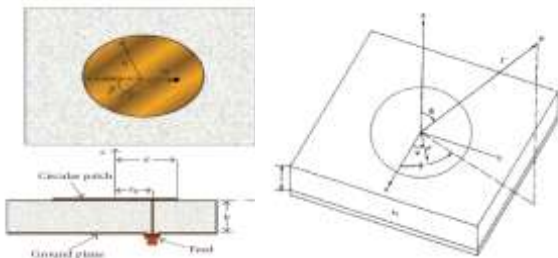
$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{eff}}}$$

Untuk radiasi yang efisien, lebar W diberikan oleh Bahl dan Bhartia sebagai:

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

2.3.3.2 Analisa Bidang Mikrostrip Lingkaran

Bentuk dan ukuran dari bidang lingkaran Gambar 2.16 adalah karakteristik parameter tunggal, yakni dengan radius a . Dalam hal ini, parameter nilai ukur yang paling sederhana karena bentuk lain memerlukan lebih dari satu parameter untuk menguraikannya.



Gambar 2.8 Bidang antenna mikrostrip lingkaran

Nilai “ a ” yang ditunjukkan oleh Gambar 2.8 adalah jari-jari dari tiap bidang lingkaran. Untuk menghitung nilai “ a ” jari-jari bidang lingkaran dapat diperoleh dari:

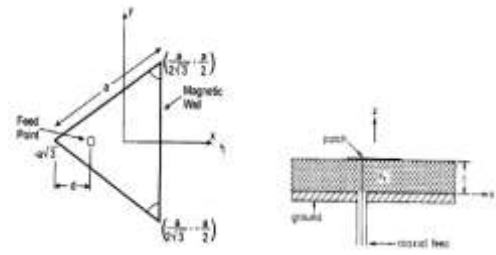
$$a = \frac{a_e}{\left\{ 1 + \left(\frac{2h}{\pi \epsilon_r a_e} \right) \left[\ln \left(\frac{\pi a_e}{2h} \right) + 1.7726 \right] \right\}^{0.5}} \tag{2.34}$$

Dimana

$$a_e = \frac{8.791 \times 10^9}{f_r \sqrt{\epsilon_r}}$$

2.3.3.3 Analisa Bidang Mikrostrip Segitiga

Beberapa bentuk bidang segitiga adalah bisa dikembangkan ke analisa oleh rongga model (*cavity model*). Ini meliputi $45^\circ-45^\circ-90^\circ$, $30^\circ-60^\circ-90^\circ$, dan $60^\circ-60^\circ-60^\circ$ segitiga sama sisi.



Gambar 2.9 Bidang mikrostrip segitiga

Panjang sisi bidang segitiga sama sisi

$$a = \frac{2c}{3f_r \sqrt{\epsilon_r}} \quad \text{dan} \quad a_e = a + h(\epsilon_r)^{-\frac{1}{2}}$$

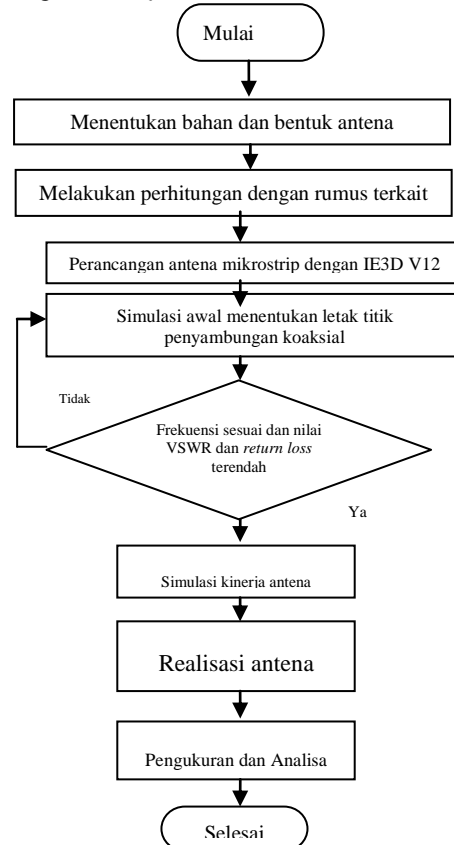
III. Perancangan dan Implementasi Alat

3.1 Dasar Perancangan Antena Mikrostrip

Proses perancangan antena mikrostrip tunggal dilakukan secara bertahap. Perancangan diawali dengan menentukan frekuensi kerja antena mikrostrip, jenis lapisan bahan, nilai konstanta dielektrik lapisan bahan, dan tebal lapisan bahan. Frekuensi kerja yang digunakan yaitu 850 MHz. Antena mikrostrip ini akan dirancang sebagai pemancar dan penerima untuk praktikum antena dengan polarisasi linier pada lapisan dielektrik FR4 fiber ($\epsilon_r = 4.7$). Simulasi dilakukan dengan bantuan perangkat lunak IE3D V12 untuk memperoleh bentuk dan parameter antena mikrostrip.

3.1.1 Metode Kerja Pembuatan Mikrostrip

Berikut adalah langkah-langkah yang diperlukan untuk membuat dan mensimulasikan antena mikrostrip dalam bentuk diagram alir (*flow chart*).



Gambar 3.1 Diagram alir perancangan antena mikrostrip

3.1.2 Antena Mikrostrip

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

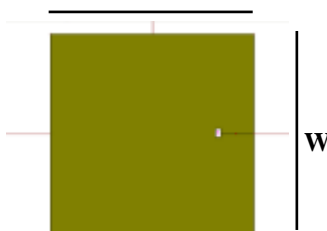
$$C = \epsilon_o \epsilon_r A / h$$

dimana:

- C = nilai kapasitansi (Farad)
- $\epsilon_o = 8,85 \times 10^{-12}$ F/m
- ϵ_r = konstanta lapisan bahan dielektrik
- A = luas lapisan bahan (meter)
- h = tebal lapisan bahan (meter)

3.1.2.1 Penentuan Panjang dan Lebar Element 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 3.16 Ukuran antena mikrostrip bidang segiempat

3.1.2.2 Penentuan Jari-jari Element Peradiasi Bidang Lingkaran

Dalam merancang bidang antena mikrostrip lingkaran ada beberapa perhitungan yang perlu diketahui yaitu jari-jari (a) dari bidang lingkaran tersebut.



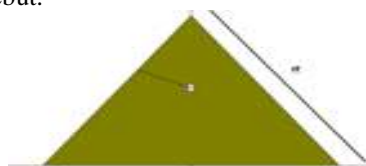
Gambar 3.3 Ukuran antena mikrostrip bidang lingkaran

3.1.2.3 Penentuan Jari-jari Element 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.

3.1.2.3 Penentuan Jari-jari Element 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 Ukuran antena mikrostrip bidang segitiga sama sisi

3.2 Proses Simulasi dengan Menggunakan Perangkat Lunak IE3D V12.0

Dalam melakukan simulasi dilakukan perancangan yang melewati beberapa tahapan.

1. Tahap Pertama

Awal simulasi adalah menentukan tebal lapisan & nilai konstanta dielektrik lapisan bahan, s

2. Tahap Kedua

Langkah selanjutnya adalah membentuk pola dari bidang mikrostrip.

3. Tahap Ketiga

Pada tahap ketiga adalah menentukan letak sambungan koaksial pada bidang antena mikrostrip.

IV. Pengujian dan Analisa

Hasil dari perancangan antena mikrostrip tersebut kemudian dibandingkan antara hasil simulasi menggunakan IE3D V12 dengan hasil pengujian antena mikrostrip sesungguhnya. Parameter kinerja tersebut meliputi frekuensi kerja, return loss, lebar pita frekuensi, VSWR, impedansi, penguatan, dan pola radiasi antena.

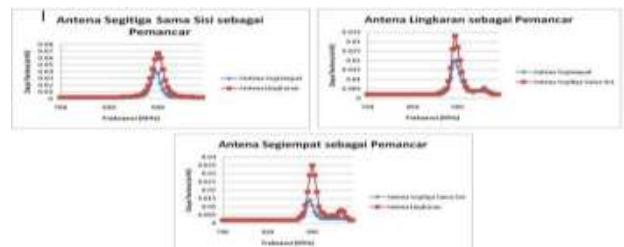
4.1 Simulasi Kinerja dan Pengujian Antena Mikrostrip

4.1.1. 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.

Tabel 4.1 Nilai simulasi dan pengujian frekuensi kerja antena mikrostrip 850 MHz

Antena	Simulasi Frekuensi Kerja (GHz)	Pengujian Frekuensi kerja (MHz)
Bidang Segiempat	0,849503	895
Bidang Lingkaran	0,8535	900
Bidang Segitiga Sama Sisi	0,8515	895



Gambar 4.1 Hasil pengujian daya terima antena mikrostrip

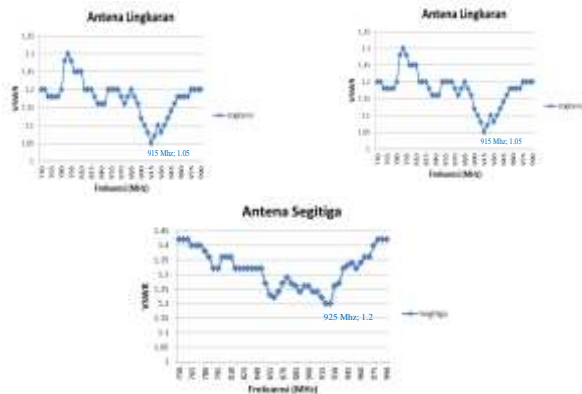
Frekuensi resonansi harus sesuai dengan simulasi IE3D V12 dan hasil perhitungan matematis yaitu mendekati 850 MHz. Setelah dilakukan pengujian ternyata frekuensi resonansi ketiga antena mikrostrip tersebut bergeser sebesar 45 MHz sampai 50 MHz,

4.1.2 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.

Tabel 4.2 Nilai simulasi VSWR antena mikrostrip 850 MHz

Antena	VSWR Simulasi	VSWR Pengujian
Bidang Segiempat	1,109	1,04
Bidang Lingkaran	1,046	1,03
Bidang Segitiga Sama Sisi	1,115	1,05



Gambar 4.2 Hasil pengujian VSWR antenna mikrostrip

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

4.1.3 Return Loss Antena Mikrostrip

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

Tabel 4.3 Nilai simulasi *return loss* antenna mikrostrip *array*

Antena	Titik sambungan (x,y),(mm)	Return loss (dB)
Bidang Segiempat	(26,0)	-25,7143
Bidang Lingkaran	(21,0)	-32,89
Bidang Segitiga Sama Sisi	(-0,48)	-25,28

Nilai *return loss* terkecil adalah mikrostrip bidang lingkaran yaitu dengan nilai -32,89 dB. Semakin kecil nilai *return loss* suatu antenna berarti semakin kecil amplitudo gelombang elektromagnetik yang direfleksikan.

4.1.4 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.

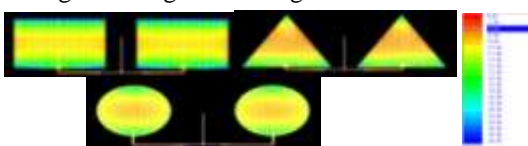
Tabel 4.2 Nilai lebar pita frekuensi antenna mikrostrip 850 MHz

Antena	Lebar pita frekuensi (%)	Luas penampang(mm ²)
Bidang Segiempat	1,4547	8332,43
Bidang Lingkaran	1,4167	6857,61
Bidang Segitiga Sama Sisi	1,3055	5009,41

Jika dilihat dari ukuran luasan penampang bidang antenna mikrostrip semakin besar luas penampang bidang mikrostrip semakin besar nilai lebar pita frekuensinya, dan sebaliknya.

4.1.5 Distribusi Arus Listrik Antena Mikrostrip

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



Gambar 4.3 Hasil simulasi distribusi arus listrik antenna mikrostrip

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

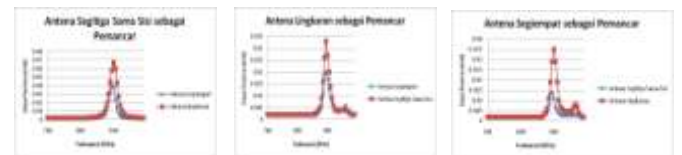
4.1.6. Penguatan Antena Mikrostrip

Perolehan dari suatu antenna merupakan perbandingan antara intensitas radiasi maksimum dari suatu antenna dengan intensitas radiasi maksimum dari suatu antenna referensi dengan daya masuk yang sama.

Tabel 4.5 Nilai simulasi penguatan antenna mikrostrip 850 MHz

Antena	Penguatan (dBi)
Bidang Segiempat	-0.205832
*Bidang Lingkaran	-0,673953
Bidang Segitiga Sama Sisi	-2.32265

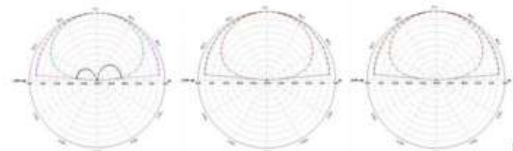
Berdasarkan Tabel 4.5 dapat dilihat bahwa nilai penguatan dari masing-masing bentuk bidang antenna mikrostrip berbeda-beda. Hal tersebut menandakan bahwa perbedaan bentuk bidang pada antenna mikrostrip akan mempengaruhi nilai penguatan dari suatu antenna mikrostrip.



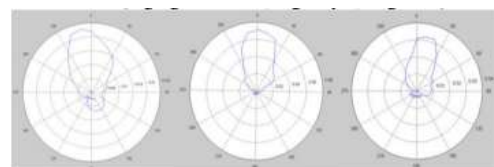
Gambar 4.4 Grafik pengujian daya terima antenna mikrostrip 850 MHz

4.1.7 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 90°).



Gambar 4.5 Hasil simulasi pola radiasi antenna mikrostrip 850 MHz (segitiga sama sisi, segiempat, lingkaran)



Gambar 4.6 Hasil pengujian pola radiasi antenna mikrostrip 850 MHz (segiempat, lingkaran, segitiga sama sisi)

Dari hasil simulasi dan pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa ketiga antenna mikrostrip tunggal tersebut merupakan antenna directional (mempunyai arah) dan pengamatan pola radiasi di sisi horizontal antenna mikrostrip.

4.1.8 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.

Tabel 4.6 Nilai pengujian HPBW antenna mikrostrip 850 MHz

Antena	Nilai 1/2 Daya (mW)	Titik 1 (°)	Titik 2 (°)	Simulasi HPBW (°)	Pengujian HPBW (°)
Bidang Lingkaran	0.036	29	33	170,511	62
Bidang Segiempat	0.011	45	43	170,655	88
Bidang Segitiga Sama Sisi	0.0155	29	40	170,571	69



Gambar 4.7 Hasil pengujian HPBW antenna mikrostrip 850 MHz (segiempat, lingkaran, segitiga sama sisi)

Dari table 4.6 dan gambar 4.7 diperoleh data pengujian HPBW yang terendah adalah antenna mikrostrip bidang segiempat dengan sudut 62° . Hal tersebut membuktikan bahwa antenna mikrostrip array bidang segiempat memiliki keterarahan (*directional*) lebih sempit dibanding antenna bidang segitiga sama sisi dan segiempat.

V. KESIMPULAN dan SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan didapatkan hal-hal penting sebagai berikut :

1. Antena mikrostrip segiempat beresonansi pada frekuensi 895 MHz, antenna mikrostrip lingkaran beresonansi pada frekuensi 900 MHz, dan antenna mikrostrip segitiga sama sisi beresonansi pada frekuensi 895 MHz.
2. Hasil pengujian antenna mikrostrip bidang lingkaran mempunyai nilai VSWR terendah sebesar 1,03, sedangkan antenna mikrostrip bidang segitiga sama sisi mempunyai nilai VSWR tertinggi sebesar 1,05.
3. Hasil simulasi antenna mikrostrip bidang lingkaran mempunyai nilai return loss terkecil sebesar -32,89 dB sedangkan antenna mikrostrip bidang segitiga sama sisi mempunyai nilai return loss terbesar sebesar -25,28 dB.
4. Nilai lebar pita (bandwidth) dari ketiga antenna mikrostrip yang paling lebar adalah antenna mikrostrip bidang segiempat sebesar 1,4547 %.
5. Hasil simulasi mikrostrip bidang segiempat memiliki penguatan terbesar sebesar -0.205832 dB, sedangkan antenna mikrostrip bidang segitiga sama sisi mempunyai penguatan terkecil sebesar -2.32265dB.
6. Dari hasil pengujian yang mempunyai daya terima terbesar adalah mikrostrip bidang lingkaran yaitu dengan daya terima sebesar 0.067 mW.
7. Adanya sudut pada bidang antenna mikrostrip akan mempengaruhi distribusi arus yang mengalir pada bidang mikrostrip.
8. Pola radiasi ketiga antenna mikrostrip pada posisi horizontal adalah setengah lingkaran.
9. Antena mikrostrip bidang lingkaran mempunyai keterarahan terkecil dengan HPBW 620 sedangkan antenna mikrostrip segiempat mempunyai nilai keterarahan terbesar dengan HPBW 880.

10. Berdasarkan data trial and error penempatan posisi titik penyambungan kabel koaksial pada metode coaxial feed mempengaruhi nilai return loss, impedansi masukan, VSWR, dan penguatan (gain).

5.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian rancang bangun antenna mikrostrip lebih lanjut adalah sebagai berikut :

1. Dapat dikembangkan untuk rancang bangun antenna mikrostrip bentuk yang lain, selain segiempat, lingkaran, dan segitiga sama sisi.
2. Untuk memperoleh rancangan antenna mikrostrip dengan ukuran kecil, gunakan frekuensi dengan orde GHz atau di atasnya.
3. Untuk mendapatkan hasil antenna mikrostrip yang bagus gunakan nilai konstanta dielektrik bahan substrat yang rendah, seperti duroid ($\epsilon_r = 2,2$), Teflon ($\epsilon_r = 2,08$).
4. Pengujian antenna yang akurat sebaiknya dilakukan di laboratorium khusus antenna, sehingga tidak terpengaruh oleh sinyal-sinyal yang ada di sekitarnya maupun efek pantulan.
5. Untuk meningkatkan nilai penguatan suatu antenna mikrostrip dapat disusun array.

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 Pencatuan 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.