

PERANCANGAN DAN ANALISA ANTENA MIKROSTRIP DENGAN FREKUENSI 850 MHz UNTUK APLIKASI PRAKTIKUM ANTENA

Adhe Setya Nugraha^[1], Yuli Christyono, S.T., M.T.^[2], Sukiswo, S.T., M.T.^[3]

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, Indonesia
adhe.nugraha@yahoo.com

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, band width = 1.4167%, the total gain = -0.673953 dB, HPBW = 170,511°, 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 = 170,655° 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 = 170,571°.

And on the test results obtained for circular microstrip antennas: resonant frequency = 900MHz, VSWR = 1.03, power received = 0.067 mW, HPBW = 62°, rectangular microstrip antennas: resonant frequency = 895MHz, VSWR = 1.04, power received = 0.039 mW, HPBW = 88° and antenna for microstrip equilateral triangle: resonance frequency = 895MHz, VSWR = 1.05, power received = 0.033 mW, HPBW = 69°.

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

Kata Kunci : Antena mikrostrip, bahan lapisan, paramater antena, frekuensi kerja antena

I. Pendahuluan

Antena adalah salah satu komponen yang mempunyai peranan sangat penting dalam sistem komunikasi. Antena merupakan daerah transisi antara saluran transmisi dan ruang bebas, sehingga antena 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

Teknologi komunikasi menuntut adanya antena yang berukuran kecil, ringan, murah, unjuk kerja baik dan mudah pemasangannya. Perkembangan industri antenapun terus menerus ditingkatkan. Berbagai macam jenis antenapun kemudian banyak diciptakan dan dikembangkan untuk berbagai macam aplikasi. 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. Kekompakan dan ketahanannya terhadap lingkungan yang ekstrim (*ruggedness*) meluaskan pemanfaatannya pada bidang-bidang lain semisal *aerospace* dan komunikasi satelit. Dengan bentuk bidang mikrostrip yang bermacam-macam seperti lingkaran, segitiga, cincin, dan segiempat antena mikrostrip mampu disesuaikan dalam pemasangannya atau dengan kata lain antena mikrostrip lebih mudah dalam penempatannya.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan penulisan tugas akhir ini adalah untuk merancang antena mikrostrip yang bekerja pada frekuensi 850MHz. Kemudian menganalisis hasil pembuatan antena mikrostrip tersebut sehingga dapat digunakan pada aplikasi praktikum antena.

1.3 Batasan 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*.

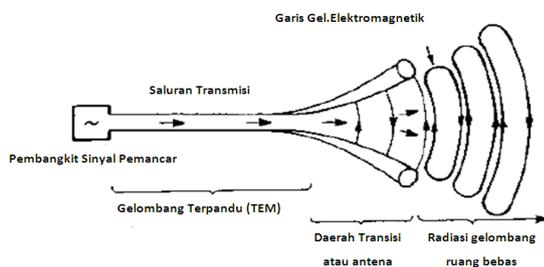
- Perhitungan penguatan (*gain*) murni antenna tidak dapat diperoleh karena tidak adanya penguatan murni antenna referensi maka diganti dengan pengukuran perbandingan daya pancar dan daya terima antara antenna referensi dan antenna terukur.
- Teknik penyambungan untuk antenna mikrostrip yang digunakan adalah penyambungan koaksial (*coaxial feed*).
- Perancangan hanya berdasarkan teori secara umum dan dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus-rumus yang terkait.
- Analisa pembuatan antenna mikrostrip dirancang dengan bantuan perangkat lunak IE3D V12.0.
- Tidak membahas konduktansi radiasi, kualitas radiasi dan faktor kualitas bahan antenna mikrostrip.
- Analisa perancangan dengan metode *strip line*.

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^[8].



Gambar 2.1 Konsep dasar antena

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.

2.1.3 Pola Radiasi Antena

Pola radiasi adalah penggambaran pancaran energi antena sebagai fungsi koordinasi ruang. Antena diletakkan pada titik asal koordinat ruang. Pancaran energi yang dimaksud adalah intensitas medan listrik. Berdasarkan pola radiasinya, antena dikelompokkan menjadi 2 yaitu:

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

menerima gelombang elektromagnetik ke segala arah.

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

- Kuncup utama (*main lobe*) adalah bagian pola radiasi pada arah tertentu yang memiliki nilai maksimum.
- 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.
- Kuncup samping (*side lobe*) adalah bagian pola radiasi yang terletak disamping kuncup utama dan merupakan bagian kuncup kecil yang terbesar.
- 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 antena dapat dilihat dari nilai parameter-parameter antena tersebut. Beberapa dari parameter tersebut saling berhubungan satu sama lain. Paramater-paramater antena yang biasanya digunakan untuk menganalisis suatu antena 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*) antara tegangan dan arus. Impedansi masukan ini bervariasi untuk nilai posisi tertentu.

2.2.2 Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

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

2.2.4 Keterarahan (*Directivity*) dan Penguatan (*Gain*)

Keterarahan (*Directivity*) merupakan penggambaran dari arah pancar atau terima gelombang elektromagnetik dari suatu antena. 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.

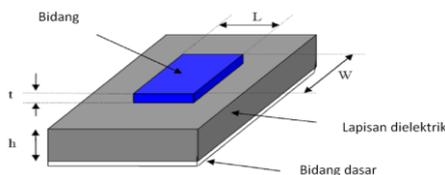
Penguatan (*gain*) merupakan besaran nilai yang menunjukkan adanya penambahan tingkat sinyal dari sinyal masukan menjadi sinyal keluaran. Penguatan bergantung pada keterarahan dan efisiensi. Semakin tinggi keterarahan maka semakin besar pula penguatannya.

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.

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^[5]. 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 berikut: ringan dan bentuk yang kecil, konfigurasi profil

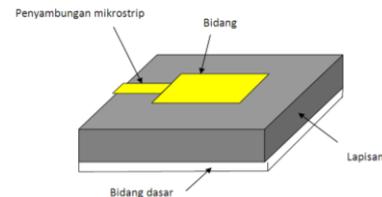
sebidang yang rendah sehingga dapat dengan mudah dibuat dan disesuaikan dengan permukaan *host* nya, biaya fabrikasi rendah maka dapat diproduksi dalam jumlah besar, mendukung keduanya (linear serta polarisasi sirkular), dapat dengan mudah diintegrasikan dengan *microwave* sirkuit terpadu (MICs), mampu 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^[5]

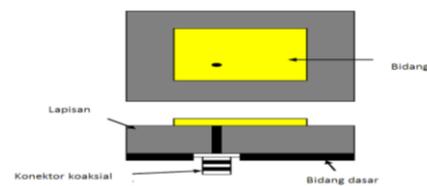


Gambar 2.3 Penyambungan garis mikrostrip

Radiasi penyambungan juga menyebabkan lintas radiasi terpolarisasi yang tidak diinginkan.

2.3.2.2 Penyambungan Koaksial

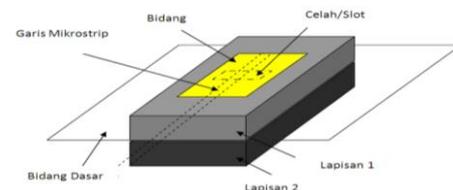
Penyambungan koaksial atau penyambungan konektor adalah teknik yang sangat umum digunakan untuk menyambung bidang antenna mikrostrip. Seperti yang terlihat dari Gambar 2.4^[5].



Gambar 2.4 Penyambungan koaksial mikrostrip

2.3.2.3 Penyambungan Celah Bergabung

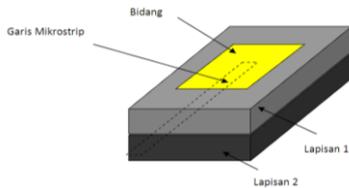
Dalam jenis teknik penyambungan celah bergabung, bidang memancarkan radiasi dan garis penyambungan mikrostrip dipisahkan oleh bidang dasar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5^[5]. Penghubung antara bidang dan penyambungan garis dibuat melalui slot atau celah pada bidang dasar.



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^[5], dua lapisan dielektrik digunakan seperti garis penyambungan di antara dua lapisan dan bidang pemancar di lapisan atas.



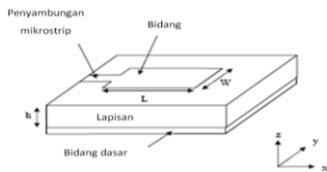
Gambar 2.6 Penyambungan proximasi bergabung

2.3.3 Metode Analisis

Metode 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 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:

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

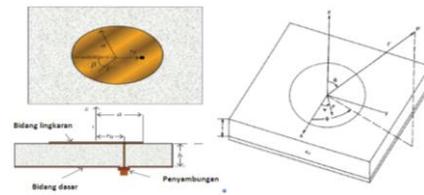
Untuk radiasi yang efisien, lebar W diberikan oleh Bahl dan Bhartia sebagai:

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

2.3.3.2 Analisa Bidang Mikrostrip Lingkaran

Bentuk dan ukuran dari bidang lingkaran Gambar 2.8^[7] adalah karakteristik parameter tunggal, yakni dengan radius a .

Dalam hal ini, adalah 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 2.11^[5] adalah jari-jari dari tiap bidang lingkaran. Untuk menghitung nilai " a " jari-jari bidang lingkaran dapat diperoleh dari:

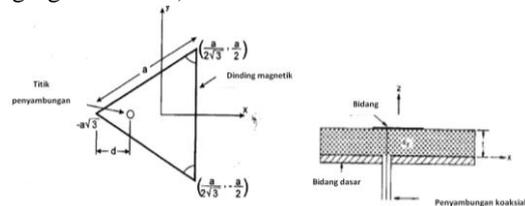
$$a = \frac{a_e}{\left[1 + \left(\frac{2h}{\pi \epsilon_r a_e} \right) \left[\ln \left(\frac{\pi a_e}{2h} \right) + 1.7726 \right] \right]^{0.5}}$$

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 yang bisa dikembangkan meliputi $45^\circ-45^\circ-90^\circ$ (segitiga sama kaki), $30^\circ-60^\circ-90^\circ$ (segitiga siku-siku), dan $60^\circ-60^\circ-60^\circ$ (segitiga sama sisi).



Gambar 2.9 Bidang mikrostrip segitiga

Panjang sisi bidang segitiga sama sisi

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

2.3.4 Paramater Antena Mikrostrip

2.3.4.1 Lebar Pita (*Bandwidth*)

Lebar pita (*bandwidth*) suatu antenna didefinisikan sebagai rentang frekuensi di mana kinerja antenna yang berhubungan dengan beberapa karakteristik (seperti impedansi masukan, pola radiasi, lebar berkas (*beamwidth*), polarisasi, penguatan (*gain*), VSWR, *return loss*) memenuhi spesifikasi standar.

2.3.4.2 Lebar Berkas (*Beamwidth*)

Lebar berkas (*beamwidth*) untuk komponen bidang yang teradiasi dapat diukur dari pola radiasinya. Lebar berkas untuk E_θ akan semakin berkurang nilainya untuk $\epsilon_r > 1$, sedangkan nilainya akan bertambah untuk $\epsilon_r = 1$ sebagaimana dengan bertambahnya nilai h/a . Kejadian ini merupakan hasil dari peranan yang dimainkan oleh permukaan gelombang untuk nilai $\epsilon_r > 1$.

2.3.4.3 Impedansi Karakteristik Saluran Mikrostrip

Impedansi karakteristik merupakan salah satu parameter utama dalam perancangan antenna mikrostrip, jika impedansi karakteristk tidak sesuai dengan

impedansi masukan antenna akan menyebabkan adanya sinyal pantul, distorsi dan interferensi antar jalur rangkaian.

2.3.4.4 Permittivitas Dielektrik Relatif Efektif

Permittivitas dielektrik relative efektif pada saluran mikrostrip menunjukkan pengaruh dua bahan dielektrik secara serentak pada saluran mikrostrip, yaitu dielektrik substrat itu sendiri dan dielektrik udara. Besarnya pengaruh dua bahan dielektrik tersebut bernilai konstanta. Besarnya konstanta permittivitas dielektrik relative efektif untuk $w/h < 1,3$, dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + \frac{12h}{w} \right)^{-0,555}$$

2.3.4.5 Pola Radiasi

Pola radiasi antenna secara umum dinyatakan sebagai gambaran sifat-sifat radiasi suatu antenna. Pola radiasi pada antenna mikrostrip mempunyai fenomena yang sama dengan pola radiasi pada pola antenna konvensional.

2.3.4.6 Polarisasi

Polarisasi antenna pada suatu arah tertentu didefinisikan sebagai polarisasi gelombang yang diradiasikan bila antenna berfungsi sebagai pemancar atau polarisasi gelombang yang menghasilkan daya sebesar terminal antenna bila antenna berfungsi sebagai penerima.

2.3.4.7 Directivity dan Gain Mikrostrip

Keterarahan dari sebuah antenna dapat didefinisikan sebagai perbandingan (*rasio*) intensitas radiasi sebuah antenna pada arah tertentu dengan intensitas radiasi rata-rata pada semua arah. Penguatan antenna didefinisikan sebagai perkalian antara 4π dengan perbandingan antara intensitas radiasi dengan daya total yang diterima antenna.

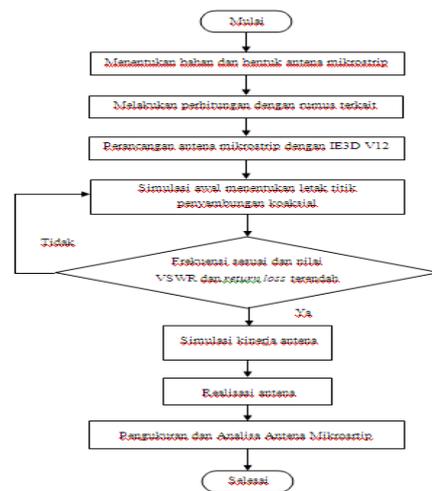
III. Perancangan dan Implementasi Alat

3.1 Dasar Perancangan Antena Mikrostrip

Proses perancangan antenna mikrostrip tunggal dilakukan secara bertahap. Perancangan diawali dengan menentukan frekuensi kerja antenna 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 penerima untuk praktikum antenna 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 antenna mikrostrip.

3.1.1 Metode Kerja Pembuatan Mikrostrip

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



Gambar 3.1 Diagram alir perancangan antenna mikrostrip

3.1.2 Antena Mikrostrip

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

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

dimana:

C = nilai kapasitansi (Farad)

$\epsilon_o = 8,85 \times 10^{-12}$ F/m

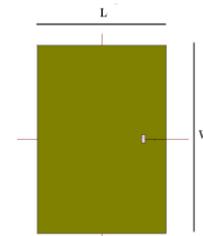
ϵ_r = konstanta lapisan bahan dielektrik

A = luas lapisan bahan (meter)

h = tebal lapisan bahan (meter)

3.1.2.1 Penentuan Panjang dan Lebar Element Peradiasi Bidang Segiempat

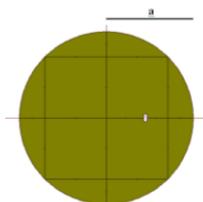
Dalam merancang bidang antenna mikrostrip segiempat ada beberapa perhitungan yang perlu diketahui yaitu panjang (L) dan lebar (W) dari bidang segiempat tersebut.



Gambar 3.2 Ukuran antenna mikrostrip bidang segiempat

3.1.2.2 Penentuan Jari-jari Element Peradiasi Bidang Lingkaran

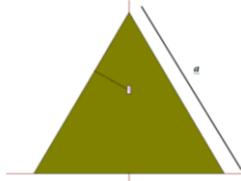
Dalam merancang bidang antenna mikrostrip lingkaran ada beberapa perhitungan yang perlu diketahui yaitu jari-jari (a) dari bidang lingkaran tersebut.



Gambar 3.3 Ukuran antenna mikrostrip bidang lingkaran

3.1.2.3 Penentuan Jari-jari Element Peradiasi Bidang Segitiga Sama Sisi

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



Gambar 3.4 Ukuran antenna 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:** menentukan tebal lapisan & nilai konstanta dielektrik lapisan bahan
- 2. **Tahap Kedua:** menentukan ukuran dan bentuk bidang antenna mikrostrip.
- 3. **Tahap Ketiga:** menentukan letak sambungan koaksial pada bidang antenna mikrostrip.

IV. Pengujian dan Analisa

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

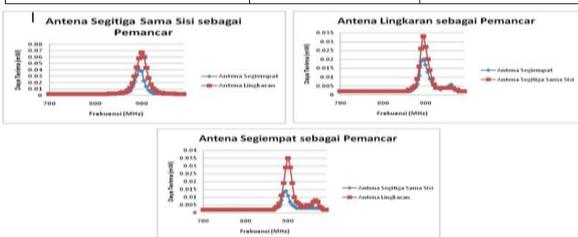
4.1 Simulasi Kinerja dan Pengujian Antena Mikrostrip

4.1.1 Frekuensi Kerja Antena Mikrostrip

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

Tabel 4.1 Nilai simulasi dan pengujian frekuensi kerja antenna 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 antenna mikrostrip

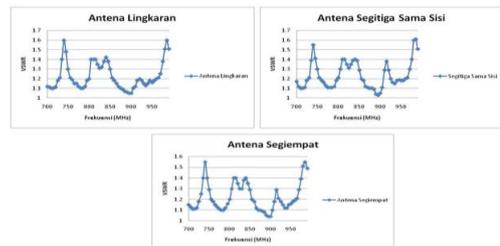
Frekuensi resonansi harus sesuai dengan simulasi IE3D V12 dan hasil perhitungan matematis yaitu mendekati 850 MHz. Setelah dilakukan pengujian ternyata frekuensi resonansi ketiga antenna mikrostrip tersebut bergeser sebesar 45 MHz sampai 50 MHz.

4.1.2 VSWR Antena Mikrostrip

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

Tabel 4.2 Nilai simulasi VSWR antenna 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

Dari hasil simulasi dan pengujian diperoleh hasil yang berbeda. Hal ini disebabkan pada waktu pengujian daya yang dibangkitkan pada pemancar terlalu kecil yaitu milliWatt sehingga grafik VSWR yang diperolehpun cenderung tidak stabil. Tetapi tetap nilai VSWR terendah pada frekuensi resonansi antenna.

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 850 MHz

| 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 |

Dari Tabel 4.3 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. Pada simulasi tugas akhir ini, lebar pita frekuensi diukur pada daerah frekuensi yang memiliki nilai *return loss* di bawah -9,54 dB.

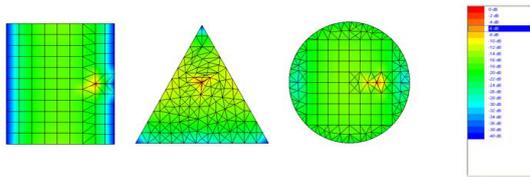
Tabel 4.4 Nilai simulasi lebar pita antenna mikrostrip 850 MHz

| 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

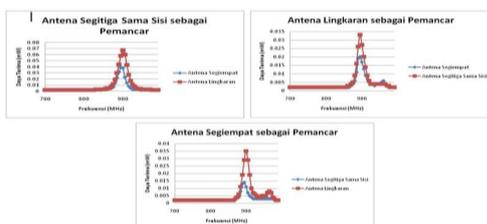
Dari Gambar 4.3 dapat disimpulkan bahwa antenna mikrostrip lingkaran memiliki distribusi arus yang baik karena tidak memiliki sudut yang dapat mengurangi nilai distribusi arus pada antenna.

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. Pada pengujian nilai penguatan tidak dapat diperoleh karena tidak adanya penguatan murni dari antenna referensi sehingga diganti dengan perolehan daya pancar dan terima antenna.

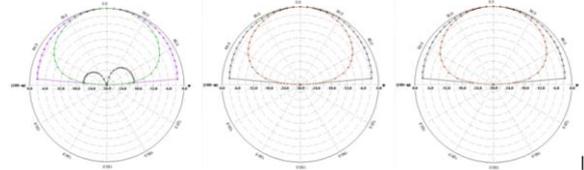


Gambar 4.4 Hasil pengujian daya pancar dan terima antenna mikrostrip 850 MHz

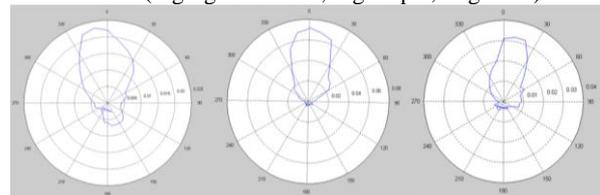
Dari hasil grafik Gambar 4.5 yang mempunyai nilai daya terima terbesar adalah antenna mikrostrip bidang lingkaran yaitu sebesar 0.067 mW.

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)

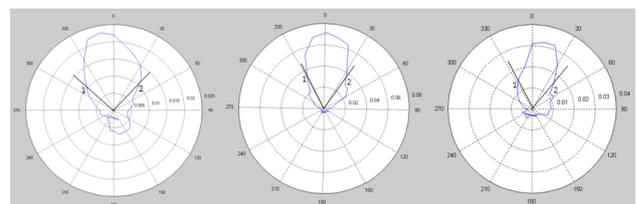
Dari hasil simulasi dan pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa ketiga antenna mikrostrip tunggal tersebut merupakan antenna *directional* (mempunyai arah) dan pengamatan pola radiasi di sisi horizontal antenna mikrostrip.

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 simulasi 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 Tabel 4.6 dan Gambar 4.7 diperoleh data pengujian HPBW yang terendah adalah antenna mikrostrip bidang lingkaran dengan sudut 62° . Hal tersebut membuktikan bahwa antenna mikrostrip bidang lingkaran memiliki lebar keterarahan (*directional*) lebih sempit dibanding antenna bidang segitiga sama sisi dan segiempat.

5.1 Kesimpulan

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

1. Antena mikrostrip segiempat beresonansi pada frekuensi 895 MHz, antena mikrostrip lingkaran beresonansi pada frekuensi 900 MHz, dan antena mikrostrip segitiga sama sisi beresonansi pada frekuensi 895 MHz.
2. Hasil pengujian antena mikrostrip bidang lingkaran mempunyai nilai VSWR terendah sebesar 1,03, sedangkan antena mikrostrip bidang segitiga sama sisi mempunyai nilai VSWR tertinggi sebesar 1,05.
3. Hasil simulasi antena mikrostrip bidang lingkaran mempunyai nilai *return loss* terkecil sebesar -32,89 dB sedangkan antena mikrostrip bidang segitiga sama sisi mempunyai nilai *return loss* terbesar sebesar -25,28 dB.
4. Nilai lebar pita (*bandwidth*) dari ketiga antena mikrostrip yang paling lebar adalah antena mikrostrip bidang segiempat sebesar 1,4547 %.
5. Hasil simulasi mikrostrip bidang segiempat memiliki penguatan terbesar sebesar -0.205832 dB, sedangkan antena mikrostrip bidang segitiga sama sisi mempunyai penguatan terkecil sebesar -2.32265 dB.
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 antena mikrostrip akan mempengaruhi distribusi arus yang mengalir pada bidang mikrostrip.
8. Pola radiasi ketiga antena mikrostrip pada posisi horizontal adalah setengah lingkaran.
9. Antena mikrostrip bidang lingkaran mempunyai keterarahan terkecil dengan HPBW 62° sedangkan antena mikrostrip segiempat mempunyai nilai keterarahan terbesar dengan HPBW 88° .
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 antena mikrostrip lebih lanjut adalah sebagai berikut :

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

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Balanis, Constantine A, "Antena Theory Analysis and Design", 2nd ed., John Wiley & Sons Inc., Kanada, 1997.
- [2] Balanis, Constantine A, "Antena Theory Analysis and Design", 3rd ed., John Wiley & Sons Inc., Kanada, 2005.
- [3] Balanis, Constantine A, "Antena Theory", John Wiley & Sons Inc., Kanada, 1997.
- [4] Carr, Joseph J, "Practical Antenna Handbook", 3rd ed., Mc.Graw Hill, USA, 2001.
- [5] Christyono, Yuli, "Materi kuliah Antena dan Propagasi", Teknik Elektro Undip.
- [6] Garg, R., Bhartia, P., Bahl, P. and Ittipiboon, A. "Microstrip Antenna Design Handbook", Artech House, Boston, London, 2001.
- [7] James, J. R. and Hall, P. S., "Handbook of Microstrip Antennas", 2nd ed., Peter Peregrinus Ltd., United Kingdom, London, 1989.
- [8] Kraus, J. D., "Antennas", 2nd ed., Mc.Graw Hill, New Delhi, 1988.
- [9] Subagio, Budi B, "Antena dan Propagasi", Politeknik Negeri Semarang, 2003.

Biodata Penulis



Nama : Adhe Setya Nugraha.

Tempat/Tanggal Lahir :

Kebumen, 26 November 1984.

Telah menjalani pendidikan di Taman Kanak-kanak Penabur, Sekolah Dasar Penabur, Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama Negeri 3 Kebumen, Sekolah Menengah Umum Negeri 2 Kebumen, D3

Politeknik Negeri Semarang. Dan sekarang tengah menyelesaikan pendidikan Strata Satu di konsentrasi Elektronika dan Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia.

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

Yuli Christyono, S.T., M.T.
NIP.196807111997021001

Sukiswo, S.T., M.T.
NIP.196907141997021001