

Perancangan dan Analisis Antena Mikrostrip dengan Metode Aperture Coupled Feed pada Frekuensi 800 MHz

Hanief Tegar Pambudhi¹, Darjat², Ajub Ajulian Z²

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 purpose 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 antennas. In this final project, the Aperture Coupled Feed antennas is designed at a frequency of 800 MHz and 900 MHz. The materials used as the antennas is two layers of epoxy PCB (FR4), with 1.5 mm thick material and the dielectric constant of 4.785593. The first layer of substrate is used as a patch of the antenna, while the second layer is used as a Coupled Aperture, and than the third layer is used as a Feed line, the Coupled Aperture is connected between the patch and Feed line. The process begins with the antennas design based on existing theories. The next step is to design and simulate the performance of the antennas using the software. The software that used for simulation and design is IE3D V12. And the last step is measurement of antennas performance based on the value the working frequency, the ratio of receive power, VSWR, and radiation patterns. The form of radiation pattern of microstrip Aperture coupled feed antenna is directional. Result of simulation of microstrip Aperture Coupled Feed at a frequency of 800 MHz: resonant frequency = 0.801 GHz, return loss = -24.92 dB, bandwidth = 0.286 %, VSWR = 1.12, impedance matching = $51.2694 + j 1.02575$, total gain = 4.02147, HPBW = 82.5923, microstrip Aperture Coupled Feed at a frequency of 900 MHz: resonant frequency = 0.900 GHz, return loss = -21.0602 dB, bandwidth = 0.344 %, VSWR = 1.192, impedance matching = $53.6359 + j -18.5635$, total gain = 4.45903, HPBW = 103.2656. And on the result obtained for Aperture Coupled Feed microstrip antenna at a frequency of 800 MHz: resonant frequency = 840 MHz, VSWR = 1.32, power receive = 0,109 mW, HPBW = 68° and 72°, Aperture Coupled Feed microstrip antenna at a frequency of 900 MHz: resonant frequency = 920 MHz, VSWR = 1.28, power receive = 0,042 mW, HPBW = 105° and 135°

Keyword : substrate material, Aperture Coupled Feed, antenna parameter, the working frequency antenna

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Antena adalah salah satu suatu komponen yang mempunyai peranan sangat penting dalam sistem komunikasi, sehingga antena bisa dianggap sebagai tulang punggung sistem nirkabel. Dengan perkembangan zaman saat ini teknologi komunikasi menuntut adanya antena yang berukuran kecil, ringan, murah, unjuk kerja baik dan mudah pemasangannya. Perkembangan industri antena pun 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. Dengan bentuk bidang 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

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang, mensimulasikan dan menguji antena mikrostrip Aperture Coupled Feed yang dapat bekerja pada frekuensi 800 MHz

dan 900 MHz. Kemudian menganalisis hasil perbandingan simulasi dan pengujian pada parameter kinerja di antena mikrostrip.

1.3 Batasan Masalah

Agar permasalahan yang dibahas terfokus dan tidak melebar, maka Penelitian ini mengambil batasan masalah sebagai berikut:

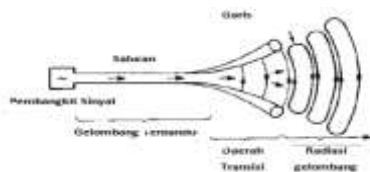
1. Antena dirancang untuk beroperasi pada frekuensi 800 MHz dan 900 MHz sebagai pembanding.
2. Perhitungan perolehan (*gain*) murni antena tidak terdapat karena tidak terdapatnya perolehan murni pada antena referensi maka diganti dengan pengukuran perbandingan daya pancar dan daya terima antara antena referensi dan antena terukur.
3. Teknik penyambungan pada antena mikrostrip yang digunakan adalah penyambungan celah bergabung (*Aperture Coupled Feed*).
4. Perancangan hanya berdasarkan teori secara umum dan dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus – rumus yang terkait.
5. Menggunakan perangkat lunak IE3D V12 pada proses simulasi sebagai acuan desain yang optimal dari antena yang dibuat.

6. Pengukuran kinerja dari antena menggunakan nilai frekuensi kerja, perbandingan daya terima, *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR), dan pola radiasi.
7. Tidak membahas mendalam konduktansi radiasi, kualitas radiasi dan faktor kualitas bahan antena mikrostrip.

II. DASAR TEORI

2.1 Konsep Dasar Antena

Menurut “The IEEE Standard Definitions of Terms for Antennas” (IEEE Std 145-1983), definisi antena adalah suatu bagian dari sistem telekomunikasi nirkabel yang digunakan untuk memancarkan atau menerima gelombang radio. Berdasarkan definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa antena dapat berfungsi sebagai penerima maupun pemancar yang merupakan medium perantara antara gelombang terpandu dengan gelombang bebas. Gelombang terpandu adalah gelombang dengan sedikit rugi-rugi dalam saluran transmisi, sedangkan gelombang ruang hampa adalah gelombang yang dipancarkan ke ruang bebas sehingga membentuk lapisan-lapisan. Gelombang terpandu yang mengalir sepanjang saluran transmisi, diradiasikan menjadi gelombang ruang hampa. Daerah transisi antara gelombang terpandu dan gelombang ruang hampa dapat disebut antena.



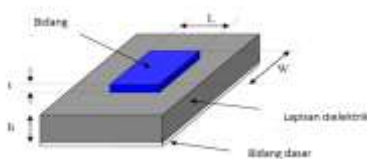
Gambar 2.1 Konsep dasar antena

2.2 Parameter Antena

Kinerja dan daya guna suatu antena dapat dilihat dari nilai parameter-parameter saling berhubungan satu sama lain. Parameter-parameter antena yang biasanya digunakan untuk menganalisis suatu antena adalah impedansi masukan, Voltage wave standing ratio (VSWR), return loss, lebar pita (bandwidth), frekuensi kerja Gain dan Pola radiasi.

2.3 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip sangat menarik karena bebannya yang ringan, mudah disesuaikan bentuknya dan biayanya yang rendah. Antena ini dapat terintegrasi dengan garis yang dicetak pada jaringan dan alat aktif. Ini merupakan rancang bangun baru yang terdapat di dunia antena. Dalam bentuknya yang paling dasar, sebuah antena mikrostrip yang terdiri dari sebuah bidang (*patch*) memancar di salah satu sisi lapisan (*substrate*) dielektrik yang memiliki bidang dasar (*ground plane*) di sisi lain seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2^[4]. Bidang pada umumnya terbuat dari bahan seperti tembaga atau emas dan dapat mengambil banyak kemungkinan bentuk.



Gambar 2.2 Struktur bidang antena mikrostrip.

Radiasi pada bidang mikrostrip yang utama karena bidang rambatannya antara tepi bidang dan bidang dasar. Untuk mendapatkan antena 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 antena yang lebih besar. Dalam rangka untuk merancang sebuah bidang antena 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 antena dan kinerja antena.

2.3.1 Keuntungan dan Kekurangan

Beberapa keuntungan pemakaian utama antena mikrostrip sebagai berikut:

1. Memiliki beban ringan dan bentuk yang kecil.
2. Memiliki biaya fabrikasi rendah maka dapat diproduksi dalam jumlah yang banyak.
3. Mendukung adanya linear serta polarisasi sirkular.
4. Mampu beroperasi pada dua atau tiga frekuensi kerja.
5. Memiliki mekanik kuat ketika dipasang pada permukaan kaku.

Bidang antena mikrostrip juga memiliki sejumlah kelemahan dibandingkan dengan antena konvensional. Beberapa kelemahan utama mikrostrip sebagai berikut:

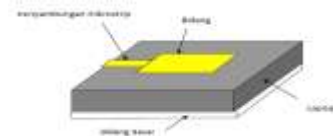
1. Memiliki lebar pita yang sempit.
2. Memiliki efisiensi yang rendah.
3. Memiliki perolehan (*gain*) yang rendah.
4. Terdapat radiasi asing dari penyambungan (*Feed*).
5. Memiliki kapasitas pengaturan daya rendah.

2.4 Teknik Penyambungan

Pada antena mikrostrip terdapat metode penyambungan yang dimana terdapat empat teknik penyambungan yang populer digunakan yaitu secara penyambungan garis mikrostrip (*microstrip line feed*), penyambungan koaksial (*coaxial feed*), penyambungan celah bergabung (*aperture coupled feed*), penyambungan proksimasi bergabung (*proximity coupled feed*).

2.4.1 Penyambungan Garis Mikrostrip

Dalam jenis penyambungan ini, garis terhubung langsung ke tepi bidang mikrostrip seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3^[5].

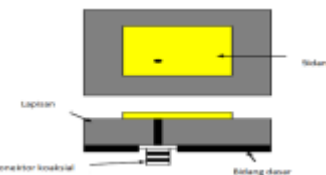


Gambar 2.3 Penyambungan garis mikrostrip

Radiasi penyambungan juga menyebabkan lintas radiasi terpolarisasi yang tidak diinginkan.

2.4.2 Penyambungan Koaksial

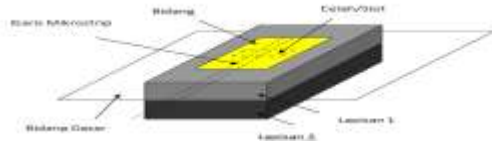
Penyambungan koaksial atau penyambungan konektor adalah teknik yang sangat umum digunakan untuk menyambung bidang antena mikrostrip. Seperti yang terlihat dari Gambar 2.4^[5]



Gambar 2.4 Penyambungan koaksial mikrostrip

2.4.3 Penyambungan Celah Bergabung

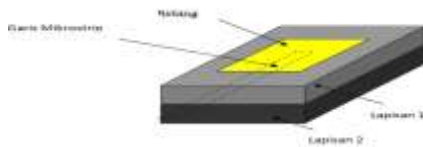
Dalam jenis teknik penyambungan celah bergabung bidang memancarkan radiasi dan garis penyambungan mikrostrip dipisahkan oleh bidang dasar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5^[5]. Penghubung antara bidang dan penyambungan garis dibuat melalui slot atau celah pada bidang dasar.



Gambar 2.5 Penyambungan celah bergabung

2.4.4 Penyambungan Proksimasi Bergabung

Jenis teknik penyambungan proksimasi bergabung juga disebut sebagai skema kopling elektromagnetik. Seperti ditunjukkan pada Gambar 2.6^[5], dua lapisan dielektrik digunakan seperti garis penyambungan diantara dua lapisan dan bidang pemancar di lapisan atas.



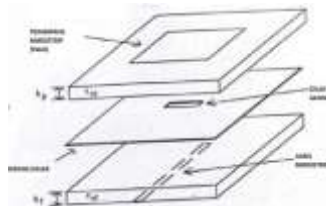
Gambar 2.6 Penyambungan proksimasi bergabung

2.5 Metode Analisis

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

2.5.1 Analisis Bidang Aperture Coupled Feed

Pada bidang mikrostrip aperture coupled feed terdapat parameter nilai ukur yang sederhana dalam menentukan nilai C (kapasitansi lapisan bahan) W (width of patch), ϵ_{eff} (konstanta dielektrik), L_{eff} (Frekuensi resonansi), ΔL , L (Length of patch), Lg dan Wg. (Lebar saluran catu 50 Ω) B dan W (feed line):



Gambar 2.7 Bidang antenna mikrostrip aperture coupled feed

Rumusan C (nilai kapasitansi lapisan bahan) :

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r A / h \tag{2.1}$$

Dimana:

- C = nilai kapasitansi (Farad)
- $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$ F/m
- ϵ_r = konstanta lapisan bahan dielektrik
- A = luas lapisan bahan (meter²)
- h = tebal lapisan bahan (meter)

Rumusan W pada patch antenna mikrostrip:

$$W = \frac{c}{2 f_0 \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \tag{2.2}$$

Rumusan ϵ_{eff} pada patch antenna mikrostrip:

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W} \right]^{-1/2} \tag{2.3}$$

Rumusan L_{eff} pada patch antenna mikrostrip:

$$L_{eff} = \frac{c}{2 f_0 \sqrt{\epsilon_{eff}}} \tag{2.4}$$

Rumusan ΔL pada patch antenna mikrostrip:

$$\Delta L = 0.412h \frac{(\epsilon_{eff} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{eff} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8 \right)} \tag{2.5}$$

Rumusan L pada patch antenna mikrostrip:

$$L = L_{eff} - 2 \Delta L \tag{2.6}$$

Lebar saluran catu untuk 50 Ω

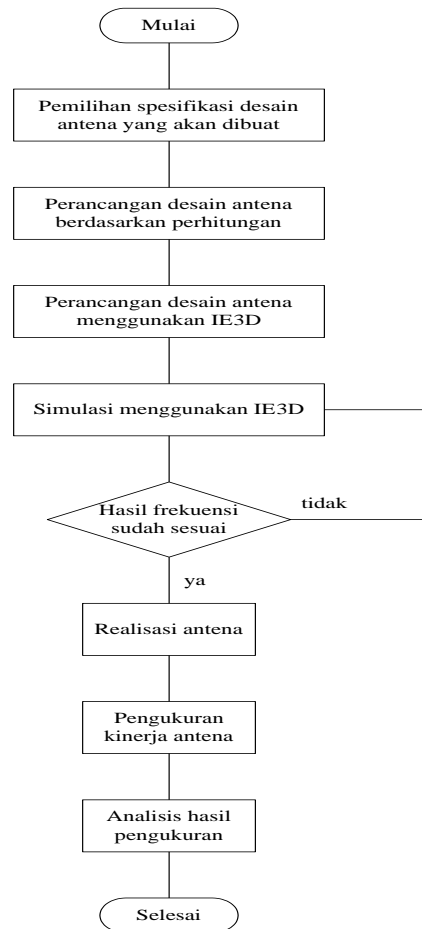
$$B = \frac{60 \Pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \tag{2.7}$$

$$W = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.16}{\epsilon_r} \right] \right\} \tag{2.8}$$

III. PERANCANGAN ANTENA MIKROSTIP

3.1 Dasar Perancangan Antena Mikrostrip

Proses perancangan antenna mikrostrip *Aperture Coupled Feed* dilakukan secara bertahap. Dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan Antena Mikrostrip.

3.2 Antena Mikrostrip

Langkah pertama menentukan nilai konstanta dielektrik lapisan bahan PCB FR4 yang digunakan. Sehingga dapat dicari nilai ϵ_r dengan perhitungan di bawah ini:

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

Diketahui : tebal lapisan (h) = 1,5 mm

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

$$A = 20 \times 30 \text{ cm}$$

$$C = 1694,1 \times 10^{-12} \text{ F}$$

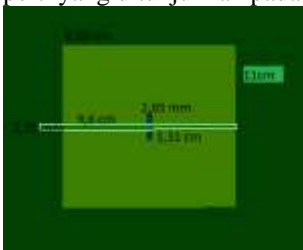
$$\epsilon_r = C h / \epsilon_o A$$

$$\epsilon_r = 1694,1 \times 10^{-12} \text{ F} \times 1,5 \text{ mm} / 8,85 \times 10^{-12} \times 20 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$$

$$\epsilon_r = 4,78559322$$

3.3 Penentuan Panjang Dan Lebar Element peradiasi Aperture Coupled Feed frekuensi 800 MHz secara teori perhitungan matematis.

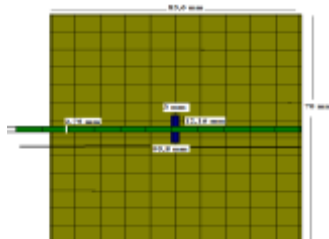
Antena *Aperture Coupled Feed* dirancang secara perhitungan teori matematis ini memiliki panjang penampang 85,5 mm, lebar penampang 110 mm, panjang saluran transmisi 96 mm, lebar saluran transmisi 2,75 mm, kemudian pada panjang celah *Aperture* 2,65 mm, dan lebar celah *Aperture* 13,1 mm. Dengan menggunakan perangkat lunak IE3D V12 didapatkan rancangan desain antena *Aperture Coupled Feed* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Desain antena *Aperture coupled Feed* 800 MHz secara teori perhitungan

3.4 Penentuan Panjang Dan Lebar Element peradiasi Aperture Coupled Feed frekuensi 800 MHz secara penuningan.

Antena *Aperture Coupled Feed* yang dirancang pada penelitian ini memiliki panjang penampang 83,6 mm, lebar penampang 70 mm, panjang saluran transmisi 95,8 mm, lebar saluran transmisi 2,75 mm, kemudian pada panjang celah *Aperture* 3 mm, dan lebar celah *Aperture* 12,16 mm. Dengan menggunakan perangkat lunak IE3D V12 didapatkan rancangan desain antena *Aperture Coupled Feed* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.4.

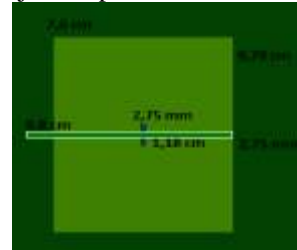


Gambar 3.4 Desain antena *Aperture coupled Feed* 800 MHz

3.5 Penentuan Panjang Dan Lebar Element peradiasi Aperture Coupled Feed frekuensi 900 MHz.

Antena *Aperture Coupled Feed* dirancang secara perhitungan teori matematis ini memiliki panjang penampang 74,4 mm, lebar penampang 69 mm, panjang saluran transmisi 87,2 mm, lebar saluran transmisi 2,75 mm, kemudian pada panjang celah *Aperture* 3 mm, dan lebar celah *Aperture* 11,8 mm. Dengan menggunakan perangkat lunak IE3D V12 didapatkan rancangan desain antena *Aperture Coupled Feed* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.5.

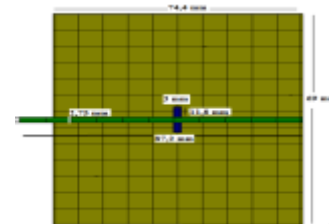
88 mm, lebar saluran transmisi 2,75 mm, kemudian pada panjang celah *Aperture* 2,75 mm, dan lebar celah *Aperture* 11,8 mm. Dengan menggunakan perangkat lunak IE3D V12 didapatkan rancangan desain antena *Aperture Coupled Feed* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Desain antena *Aperture coupled Feed* 900 MHz secara teori perhitungan.

3.6 Penentuan Panjang Dan Lebar Element peradiasi Aperture Coupled Feed frekuensi 900 MHz

Antena *Aperture Coupled Feed* yang dirancang pada penelitian ini memiliki panjang penampang 74,4 mm, lebar penampang 69 mm, panjang saluran transmisi 87,2 mm, lebar saluran transmisi 2,75 mm, kemudian pada panjang celah *Aperture* 3 mm, dan lebar celah *Aperture* 11,8 mm. Dengan menggunakan perangkat lunak IE3D V12 didapatkan rancangan desain antena *Aperture Coupled Feed* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Desain antena *Aperture coupled Feed* 900 MHz

IV. SIMULASI, PENGUKURAN, dan ANALISIS.

Implementasi yang dilakukan ini adalah merupakan cara Hasil dari perancangan antena *Aperture Coupled Feed* tersebut kemudian dibandingkan antara hasil simulasi menggunakan IE3D V12 dengan hasil pengujian antena mikrostrip *Aperture Coupled Feed* sesungguhnya. Parameter kinerja tersebut meliputi frekuensi kerja, *return loss*, lebar pita frekuensi, *VSWR*, impedansi, penguatan dan pola radiasi antena.

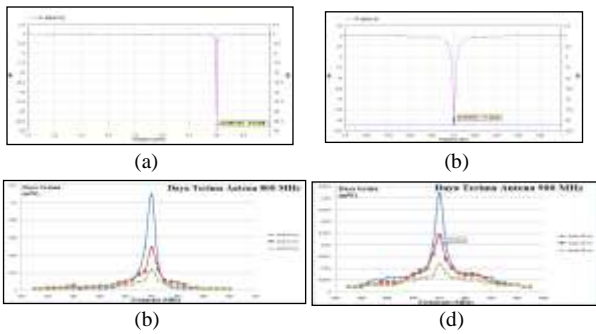
4.1 Simulasi Kinerja dan Pengujian Antena Mikrostrip Aperture Coupled Feed.

4.1.1 Frekuensi Kerja Antena Mikrostrip Aperture Coupled Feed.

Berdasarkan simulasi menggunakan IE3D dan melakukan pengukuran antena tersebut, dapat diketahui nilai frekuensi kerja antena mikrostrip *Aperture Coupled Feed* seperti yang tertera pada Tabel 4.1 dan Gambar 4.1.

Tabel 4.1 Nilai simulasi dan pengujian frekuensi kerja antena mikrostrip 800 MHz dan 900 MHz.

| Antena | Simulasi Frekuensi Kerja (MHz) | Pengujian Frekuensi Kerja (MHz) |
|---|--------------------------------|---------------------------------|
| <i>Aperture Coupled Feed</i> pada frekuensi 800 MHz | 801,607 | 840 |
| <i>Aperture Coupled Feed</i> pada frekuensi 900 MHz | 900,592 | 920 |



Gambar 4.1 Hasil simulasi dan pengujian daya terima antenna mikrostrip *Aperture Coupled Feed* pada frekuensi 800 MHz dan 900 MHz.

4.1.2 Return Loss Antena Mikrostrip *Aperture Coupled Feed*.

Nilai *return loss* antenna ditetapkan berdasarkan pengaruh lebar pada penampang (*patch*), pengurangan dan penambahan lebar berpengaruh pada nilai *return loss* dari antenna atau nilai *return loss* pada frekuensi kerja antenna.

Tabel 4.2 nilai *return loss* antenna mikrostrip *Aperture Coupled Feed*.

| Antena | Lebar (Patch) antenna (mm) | Return Loss (dB) |
|-------------------------------|----------------------------|------------------|
| Aperture coupled feed 800 MHz | 70 | -24,92 |
| Aperture coupled feed 900 MHz | 69 | -21,0602 |

Dari tabel 4.2 terlihat bahwa nilai *return loss* antenna Aperture Coupled Feed pada frekuensi 800 MHz bernilai -24,92 dB dengan lebar penampang 70 milimeter, kemudian antenna mikrostrip Aperture Coupled Feed pada frekuensi 900 MHz bernilai -21,0602 dB dengan lebar penampang 69 milimeter. Bahwa apabila semakin kecil nilai *return loss* suatu antenna berarti semakin kecil amplitudo gelombang elektromagnetik yang direfleksikan.

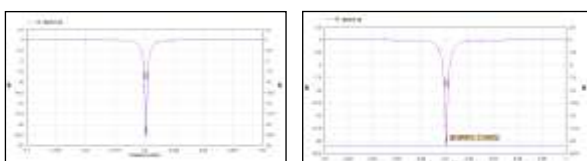
4.2.3 Lebar pita Antena Mikrostrip *Aperture Coupled Feed*.

Bandwidth atau lebar pita frekuensi adalah daerah frekuensi dengan nilai *return loss* bernilai kurang dari atau sama dengan nilai tertentu. Pada simulasi penelitian ini lebar pita frekuensi diukur pada daerah frekuensi yang memiliki nilai *return loss* dibawah -9,54 dB.

Tabel 4.3 Nilai simulasi lebar pita antenna mikrostrip *Aperture Coupled Feed* 800 MHz dan 900 MHz.

| Antena | Lebar pita frekuensi (%) |
|--------------------|--------------------------|
| Mikrostrip 800 MHz | 0,286 |
| Mikrostrip 900 MHz | 0,344 |

Jika dilihat dari Tabel 4.3 bahwa lebar pita sangat kecil atau sempit dikarenakan itu merupakan kekurangan dari antenna *Aperture Coupled feed*. Hasil simulasi lebar pita dapat dilihat pada Gambar 4.2.



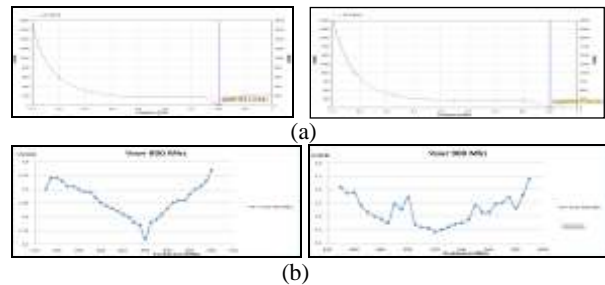
Gambar 4.2 Hasil simulasi lebar pita frekuensi antenna mikrostrip *Aperture coupled feed* frekuensi 800 MHz dan 900 MHz.

4.2.4 VSWR Antena Mikrostrip *Aperture Coupled Feed*.

Simulasi dan pengujian *VSWR* bertujuan untuk mengetahui nilai *VSWR* pada antenna mikrostrip *Aperture Coupled Feed* pada frekuensi 800 MHz dan 900 MHz. Pengukuran nilai *VSWR* ditetapkan berdasarkan nilai *VSWR* terkecil dari antenna atau nilai *VSWR* pada frekuensi kerja antenna. Yang tertera pada Tabel 4.4 dan Gambar 4.3.

Tabel 4.4 Perbandingan nilai *VSWR* antenna mikrostrip 800 MHz dan 900 MHz antara simulasi dan pengujian.

| Antena | VSWR Simulasi | VSWR Pengujian |
|-------------------------------|---------------|----------------|
| Aperture Coupled Feed 800 Mhz | 1,12 | 1,32 |
| Aperture Coupled Feed 900 MHz | 1,192 | 1,28 |

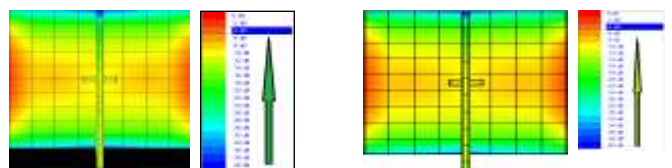


Gambar 4.3 Grafik simulasi dan pengujian *VSWR* antenna mikrostrip *Aperture coupled feed* frekuensi 800 MHz dan 900 MHz.

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 diperoleh pun cenderung tidak stabil. Tetapi tetap nilai *VSWR* terendah pada frekuensi resonansi antenna.

4.2.5 Distribusi Arus Listrik Antena Mikrostrip *Aperture Coupled Feed*.

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



Gambar 4.4 Hasil simulasi distribusi arus listrik antenna mikrostrip *Aperture Coupled Feed* frekuensi 800 MHz dan 900 MHz.

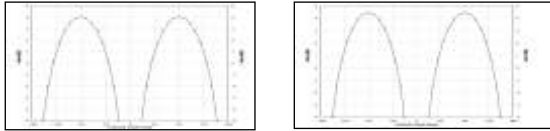
Dari gambar 4.4 dapat diketahui bahwa antenna mikrostrip *Aperture Coupled Feed* frekuensi 800 MHz dan 900 MHz memiliki pancaran radiasi yang kuat berada di panjang samping kanan kiri yang berwarna merah.

4.2.5 Perolehan Secara Simulasi Antena Mikrostrip *Aperture Coupled Feed*

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 4.4 nilai simulasi perolehan antenna mikrostrip *Aperture Coupled Feed*.

| Antena | Perolehan (dBi) |
|--------------------------------------|-----------------|
| Antena Aperture coupled Feed 800 MHz | 4,02147 |
| Antena Aperture coupled Feed 900 MHz | 4,45903 |



Gambar 4.5 Hasil simulasi pengukuran perolehan antenna mikrostrip *Aperture Coupled Feed* frekuensi 800 MHz dan 900 MHz.

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa nilai perolehan dari antenna mikrostrip frekuensi 800 MHz dan 900 MHz tidak berbeda jauh, berada di skala 4 dBi. Pada pengujian nilai perolehan tidak dapat diperoleh karena tidak adanya perolehan murni dari antenna referensi sehingga diganti dengan perolehan daya terima antenna dengan memvariasikan jarak masing-masing yaitu 20 cm, 25 cm, 30 cm. Dapat dilihat dalam tabel 4.5 dan Tabel 4.6.

Tabel 4.5 Perbandingan Hasil Daya Terima secara pengujian dengan menggunakan variasi pada jarak pada frekuensi kerja 800 MHz.

| Jarak Antena Penerima dan Pemancar | Frekuensi (MHz) | Nilai Daya Terima (Rx) dlm (mW) |
|------------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| 20 cm | 840 | 0,109 |
| 25 cm | 840 | 0,048 |
| 30 cm | 840 | 0,024 |

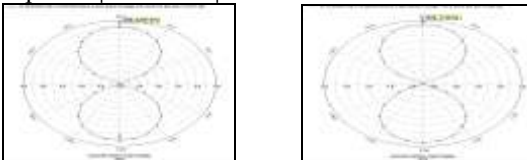
Tabel 4.6 Perbandingan Hasil Daya Terima secara pengujian dengan menggunakan variasi pada jarak pada frekuensi kerja 900 MHz.

| Jarak Antena Penerima dan Pemancar | Frekuensi (MHz) | Nilai Daya Terima (Rx) dlm (mW) |
|------------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| 20 cm | 920 | 0,042 |
| 25 cm | 920 | 0,024 |
| 30 cm | 920 | 0,012 |

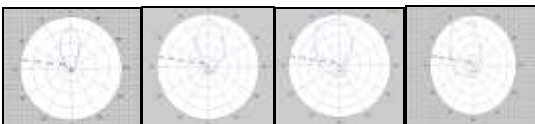
Dari hasil tabel 4.5 dan 4.6 yang mempunyai nilai daya terima terbesar pada jarak 20 cm dengan nilai sebesar 0,109 mW dan 0,042 mW.

4.2.7 Pola Radiasi Antena Mikrostrip *Aperture Coupled Feed*

Simulasi pola radiasi ini antenna memancarkan gelombang secara *directional*, dengan daya terbesar dipancarkan ketika antenna berada pada posisi $\phi = 90^0$ dan $\phi = 270^0$, dan daya terkecil dipancarkan ketika antenna berada pada posisi $\phi = 0^0$ dan $\phi = 180^0$.



Gambar 4.6 Hasil simulasi pola radiasi antenna mikrostrip *Aperture Coupled Feed* frekuensi 800 MHz dan 900 MHz.



Gambar 4.7 Pola radiasi Tx dan Rx antenna mikrostrip *Aperture Coupled Feed* frekuensi 800 MHz dan 900 MHz

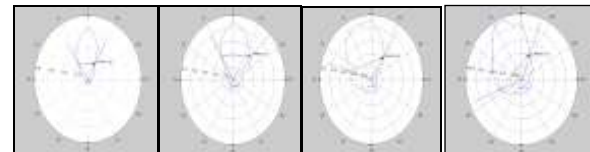
Dari hasil simulasi dan pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa kedua antenna mikrostrip *Aperture Coupled Feed* tersebut merupakan antenna *directional* (mempunyai arah) dan pengamatan pola radiasi di sisi horizontal antenna *Aperture Coupled Feed*.

4.2.8 Lebar Berkas setengah Daya Antena Mikrostrip *Aperture Coupled Feed*

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

Tabel 4.7 Nilai simulasi HPBW antenna mikrostrip *Aperture Coupled Feed* frekuensi 800 MHz dan 900 MHz.

| Antena | Nilai 1/2 Daya (mW) | Titik 1 (°) | Titik 2 (°) | HPBW (°) |
|--|---------------------|-------------|-------------|----------|
| <i>Aperture Coupled Feed</i> 800 MHz (Tx) | 0,33 | -38 | 30 | 68 |
| <i>Aperture Coupled Feed</i> 800 MHz (Rx) | 0,23 | -32 | 45 | 77 |
| <i>Aperture Coupled Feed</i> 800 MHz secara simulasi | 0,03 | -41,2862 | 41,2861 | 82,5923 |
| <i>Aperture Coupled Feed</i> 900 MHz (Tx) | 0,23 | -70 | 35 | 105 |
| <i>Aperture Coupled Feed</i> 900 MHz (Rx) | 0,11 | -110 | 25 | 135 |
| <i>Aperture Coupled Feed</i> 900 MHz secara simulasi | 0,03 | -51,6328 | 51,6328 | 103,2656 |



Gambar 4.8 Hasil pengujian HPBW antenna mikrostrip *Aperture Coupled Feed* frekuensi 800 MHz dan 900 MHz

Dari tabel 4.7 dan Gambar 4.8 didapatkan data pengujian HPBW yang terendah adalah pada *Aperture Coupled Feed* frekuensi 800 MHz pada saat memancar yaitu bernilai 68^0 dan saat menerima 77^0 . Dan nilai tertinggi 135^0 pada frekuensi 900 MHz saat menerima dan saat memancar bernilai 105^0 .

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan secara simulasi Antena mikrostrip *Aperture coupled Feed* 800 MHz beresonansi pada frekuensi 801,60 MHz, dan hasil pengujian antenna beresonansi pada frekuensi 840 MHz. Pada *Aperture coupled Feed* 900 MHz beresonansi pada frekuensi 900,52 MHz, dan hasil pengujian antenna beresonansi pada frekuensi 920 MHz.
2. Hasil simulasi antenna mikrostrip *Aperture Coupled Feed* pada frekuensi 800 MHz mempunyai nilai *return loss* - 24,92 dB. Sedangkan *Aperture Coupled Feed* pada frekuensi 900 MHz mempunyai nilai *return loss* - 21,0602 dB.
3. Presentase nilai lebar pita (*bandwidth*) yang diperoleh dari antenna mikrostrip *Aperture Coupled Feed* frekuensi

800 MHz sebesar 0,286 % dan nilai presentase lebar pita *Aperture Coupled Feed* frekuensi 900 MHz sebesar 0,344%. Keduanya memiliki lebar pita yang sempit.

4. Hasil simulasi antenna mikrostrip *Aperture Coupled Feed* 800 MHz dan 900 MHz masing-masing mempunyai nilai *VSWR* tertinggi sebesar 1,12 dan 1,192. Sedangkan hasil pengujian *Aperture Coupled Feed* 800 MHz dan 900 MHz mempunyai nilai *VSWR* tertinggi sebesar 1,32 dan 1,28.
5. Hasil simulasi mikrostrip *Aperture Coupled Feed* frekuensi 800 MHz memiliki penguatan terbesar sebesar 4,02147 dBi, sedangkan antenna mikrostrip *Aperture Coupled Feed* frekuensi 900 MHz memiliki penguatan terbesar sebesar 4,45903 dBi.
6. Dari hasil pengujian daya terima ini divariasikan kedalam 3 jarak Sehingga diperoleh nilai daya terima terbesar pada antenna *Aperture Coupled Feed* frekuensi 800 MHz pada jarak 20 cm yang bernilai 0,109 mW. Pada frekuensi 900 MHz pada jarak 20 cm bernilai sebesar 0,042 mW.
7. Pola radiasi kedua antenna mikrostrip *Aperture Coupled Feed* frekuensi 800 MHz dan 900 MHz memancarkan dan menerima daya secara maksimal pada posisi $\phi = 90^0$ dan $\phi = 270^0$, serta memancarkan dan menerima daya secara minimal pada saat posisi $\phi = 0^0$ dan $\phi = 180^0$. Sehingga antenna mikrostrip *Aperture Coupled Feed* termasuk antenna terarah (*directional*) karena hanya memiliki daya pancar maksimal pada salah satu sisi saja.
8. Antena mikrostrip *Aperture Coupled Feed* frekuensi 800 MHz mempunyai keterarahan kecil yang masing-masing dengan HPBW 68^0 dan 77^0 . Sedangkan antenna mikrostrip *Aperture Coupled Feed* frekuensi 900 MHz mempunyai nilai keterarahan besar dengan HPBW 105^0 dan 135^0 .

5.2 Saran

Beberapa saran yang bisa menjadi masukan untuk penelitian lebih lanjut antara lain :

1. Dapat dikembangkan untuk rancang bangun antenna mikrostrip *Aperture coupled Feed* dengan bentuk yang lain, seperti lingkaran, dan segitiga sama sisi.
2. Untuk memperoleh rancangan antenna mikrostrip dengan ukuran kecil, gunakan frekuensi dengan orde GHz.
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*.
6. Dapat dikembangkan untuk rancang bangun antenna mikrostrip dengan metode penyambungan selain metode *Aperture Coupled Feed*.

Daftar Pustaka

- [1] Aditia, Rian, "Antena Dipole Fractal kurva Koch tipe planar yang dapat bekerja pada pita frekuensi UHF televise", Laporan Penelitian Teknik Elektro UNDIP, Juni 2011.
- [2] Amrithesh and singh, K. M., "Design of Square Patch Microstrip Antenna for Circular Polarization Using IE3D Software", National Institute of Technology, Roulkela, 2008.
- [3] Balanis, Constantine A, "Antena Theory", John Wiley & Sons Inc., Kanada, 1997.
- [4] Balanis, Constantine A, "Antena Theory Analysis and Design", 3rd ed., John Wiley & Sons Inc., Kanada, 2005.
- [5] Christyono, Yuli, "Materi kuliah Antena dan Propagasi", Teknik Elektro Undip.
- [6] Christyono, Yuli, "Materi kuliah Antena dan Propagasi", Teknik Elektro Undip.
- [7] James, J. R. and Hall, P. S., "Handbook of Microstrip Antennas", 2nd ed., Peter Peregrinus Ltd., United Kingdom, London, 1989.
- [8] "Microstrip Patch Antenna Design And Results", pdf, Chapter 4.
- [9] Pozar, D. M., "Review of Aperture Coupled Microstrip Antennas History, Operation, Development, and Applications", Electrical and Computer Engineering, University of Massachusetts, Amherst, May, 1996.
- [10] Ramachandran, P., Keshav, T.S., Minz, Laxmikant., Parupalli, V., and Chakravarty, S., "Antenna Design, Simulation and Fabrication", Departement of Electronics and Computer Science Engineering, Visvesvaraya National Institute of Technology, Nagpur, 2007.
- [11] Yeo, C. L., "Active Microstrip Array Antennas", The University of Queensland, 2000.