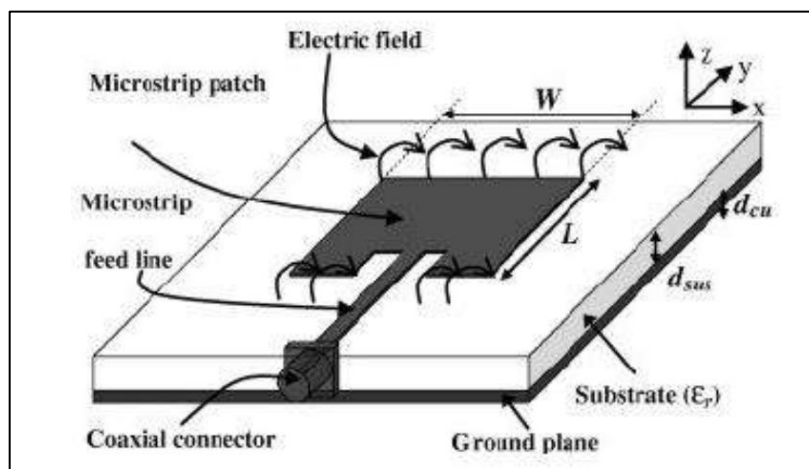


2.3 Teori Pendukung

Antena merupakan perantara dua media yaitu ruang bebas dengan saluran transmisi. Antena memiliki dua fungsi diantaranya, *matching device* berarti antena menyesuaikan sifat gelombang elektromagnetik yang ada di media ruang bebas dengan gelombang elektromagnetik yang ada di saluran transmisi. Serta antena memiliki fungsi sebagai *directional device* berarti antena menyearahkan gelombang elektromagnetik ke arah yang diperlukan atau diinginkan [4]. Ada beberapa jenis antena yang kita kenal, salah satunya adalah antena mikrostrip.

2.3.1 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip merupakan sebuah antena yang memiliki bentuk dan ukuran yang ringkas sehingga dapat digunakan untuk berbagai macam aplikasi yang membutuhkan spesifikasi antena berdimensi kecil sehingga mudah dibawa dan dapat diintegrasikan dengan rangkaian elektronik lainnya, seperti IC, rangkaian aktif, dan rangkaian pasif [11].



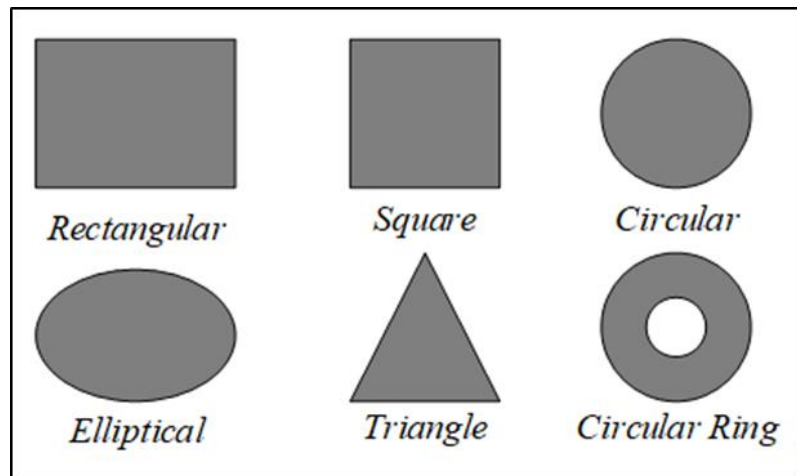
Gambar II. 1 Struktur antena mikrostrip

Antena mikrostrip terdiri dari tiga lapisan yang mana masing-masing dari lapisannya memiliki fungsi yang berbeda-beda. Tiga lapisan tersebut yaitu, *conducting patch*, substrat dielektrik, dan *groundplane*.

1. *Conducting Patch*

Patch (Radiator) merupakan suatu lapisan yang berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara. Letak *patch* berada di bagian paling atas dari keseluruhan sistem antena. *Patch* pada umumnya terbuat dari bahan

konduktor seperti tembaga. Bentuk *patch* bisa bermacam-macam seperti pada Gambar II.2 dibawah.



Gambar II. 2 Macam-macam Bentuk Patch [5]

2. Substrat Dielektrik

Elemen substrat (*Substrate*) merupakan bahan dielektrik yang memisahkan antara patch dan bidang pentanahan (*ground plane*). Elemen ini memiliki jenis yang bervariasi dengan nilai konstantan dielektrik (ϵ_r) yang berbeda-beda [12]. Semakin tinggi besar permitivitas relatif yang dimiliki substrat, maka ukuran *patch* yang digunakan akan semakin kecil dan sebagai akibatnya daerah radiasi yang dihasilkan semakin kecil. Pengaruh ketebalan substrat mempengaruhi *bandwidth* [5].

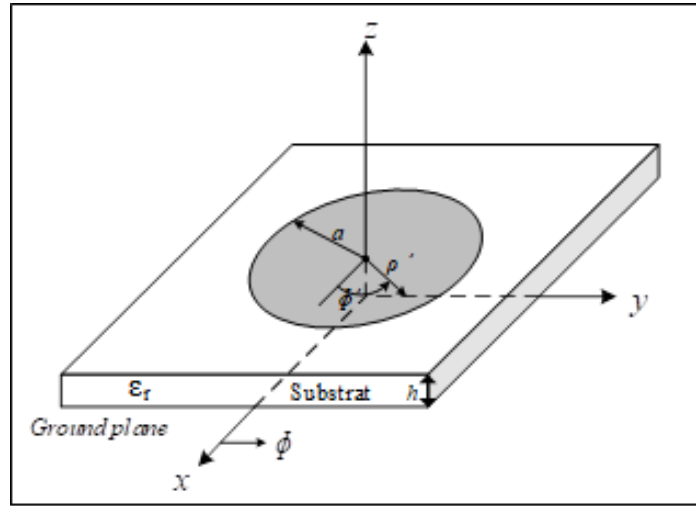
3. *Groundplane*

Groundplane antenna mikrostrip merupakan suatu konduktor yang berfungsi sebagai *reflector* dari gelombang elektromagnetik. Sama seperti *patch*, *groundplane* juga biasanya terbuat dari bahan konduktor seperti tembaga. Bahan konduktor yang digunakan tidak terlalu tipis dan tidak terlalu tebal karena mempersulit dalam fabrikasinya. Bentuk dari konduktor bisa bermacam-macam tetapi pada umumnya yang digunakan adalah berbentuk persegi empat dan lingkaran karena lebih mudah dalam proses analisisnya [4].

2.3.2 Antena Mikrostrip *Patch* Lingkaran

Pada proyek tugas akhir ini, bentuk *patch* yang digunakan yaitu *patch* lingkaran. Keunggulan mikrostrip lingkaran yaitu tinggi substratnya yang kecil atau $h \ll \lambda$ [13]. Untuk dimensi *patch* pada antenna mikrostrip persegi panjang ada

dua derajat *freedom to control* (panjang dan lebar). Oleh karena itu urutan mode dapat diubah dengan mengubah dimensi relatif lebar dan panjang *patch* (rasio *width-to-length*). Namun, untuk *patch* sirkular hanya ada satu derajat *freedom to control* (radius *patch*) dan hal tersebut tidak mengubah urutan mode, namun mengubah nilai absolut dari frekuensi resonansi masing-masing [14].



Gambar II. 3 Geometri antenna mikrostrip patch lingkaran

Untuk menentukan ukuran *patch* antenna mikrostrip lingkaran (a), hal pertama yang harus dilakukan adalah menentukan parameter bahan yang digunakan, seperti tebal dielektrik (h) dan konstanta dielektrik (ϵ_r). Kemudian nilai a_e pada frekuensi kerja yang diinginkan (f_r) dapat dihitung dengan Persamaan II.1.

$$a_e = \frac{1,841}{k_0 \sqrt{\epsilon_r}} = \frac{8,791 \times 10^9}{f \sqrt{\epsilon_r}} \quad \text{II.1}$$

Setelah mendapatkan nilai, hitung nilai a dengan Persamaan II.2

$$a = \frac{a_e}{\left\{ 1 + \frac{2h}{\pi a_e \epsilon_r} \left[\ln \left(\frac{\pi a_e}{2h} \right) + 1,7726 \right] \right\}^{\frac{1}{2}}} \quad \text{II.2}$$

Setelah mendapatkan nilai a , dilanjutkan dengan menentukan dimensi substrat dielektrik (w, l) dan dimensi *ground plane* (w, l) dengan menggunakan Persamaan II.3 dan Persamaan II.4.

$$\lambda = \frac{c}{f_r \sqrt{\epsilon_r}} \quad \text{II.3}$$

Karena substrat dan *groundplane* yang digunakan berbentuk lingkaran, maka besarnya $w = l$.

$$w = l = [(2 \times a) + (0,25 \times \lambda)] \quad \text{II.4}$$

Dimana: w, l = lebar, panjang sama besar (mm)

a = radius patch

λ = panjang gelombang (m)

c = kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)

f_r = frekuensi kerja (Hz)

2.3.3 Material Dielektrik

Material Artifisial merupakan istilah yang digunakan untuk material buatan pada bidang *microwave* dan elektromagnetik. Material ini dibuat secara proses elektromagnetik, bukan secara kimiawi. Berdasarkan parameter material, *artificial material* meliputi material konduktif, material magnetik maupun material dielektrik [4]. Berikut beberapa definisi yang berhubungan dengan *artificial materials*, yaitu:

1. Material Artifisial adalah material buatan yang dibangun oleh struktur gabungan beberapa material natural, untuk mendapatkan sifat-sifat pada bidang elektromagnetika.
2. Material Artifisial adalah material buatan dengan sifat-sifat elektromagnetis berupa konduktivitas, permitivitas dan permeabilitas yang diturunkan dari unsur-unsur material itu sendiri [15].

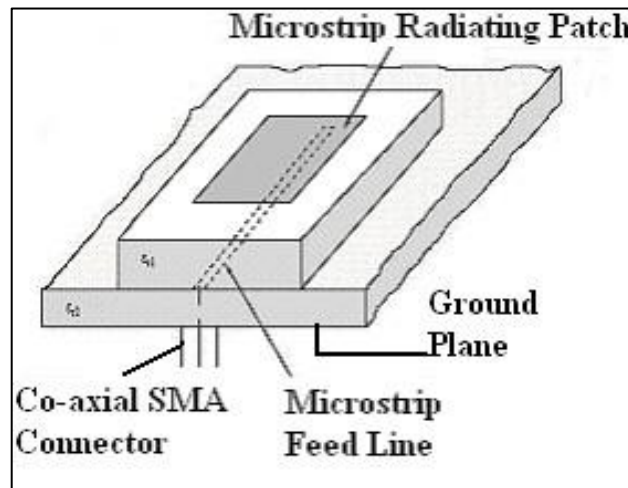
2.3.4 Material Dielektrik Artifisial

Dielektrik adalah suatu bahan isolator yang biasanya berfungsi sebagai penyekat. Dielektrik biasa digunakan untuk meningkatkan kapasitansi. Sedangkan material dielektrik artifisial merupakan material dielektrik buatan yang memiliki nilai permitivitas atau permeabilitas atau permitivitas dan permeabilitas di luar nilai – nilai permitivitas dan permeabilitas material dielektrik konvensional. Elektron akan bergerak bebas pada logam atau metal ketika diberikan medan elektromagnetik, namun ukuran logam atau metal yang dibuat terbatas, menyebabkan elektron–elektron tersebut bergerak terbatas juga atau terikat, akibatnya ketika logam atau metal tersebut dikenai medan elektromagnetik setiap

unit partikel menghasilkan polarisasi, oleh karena itu secara makroskopis material menjadi bersifat dielektrik [4].

2.3.5 Teknik Pencatutan *Proximity Coupling*

Teknik pencatutan pada antenna mikrostrip adalah teknik untuk mentransmisikan energi elektromagnetik ke antenna mikrostrip dan teknik pencatutan merupakan salah satu hal penting dalam menentukan proses perancangan antenna mikrostrip. Masing-Masing teknik mempunyai kelebihan dan kelemahan masing-masing [11]. Salah satu Teknik pencatutan pada antenna mikrostrip yaitu *Proximity Coupling*.



Gambar II. 4 Teknik pencatutan *proximity coupling*

Pada Teknik pencatutan *Proximity Coupling*, *patch* dikopel oleh saluran pencatu berupa *microstrip line* yang beradadi bawah *substrate patch*. Sedangkan *ground plane* berada pada bagian bawah dari substrat seperti pada Gambar2.2 diatas. Umumnya teknik pencatutan ini dilakukan pada bidang *ground plane* [12].

Untuk menghitung lebar *microstrip feed line* dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

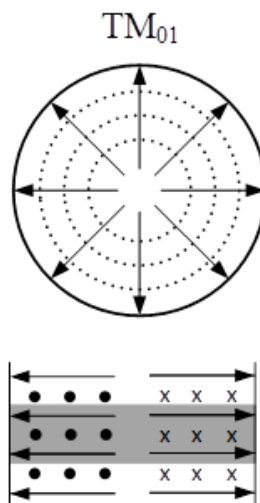
$$w_f = \frac{2h}{\pi} \left[B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r + 1} (\ln(B - 1) + 0,39 \times \frac{0,61}{\epsilon_r}) \right] \quad \text{II.5}$$

$$\text{dengan } B = \frac{377\pi}{2Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \quad \text{II.6}$$

2.3.6 Mode Gelombang TM_{01}

Perambatan energi listrik disepanjang saluran transmisi dibentuk dalam medan elektromagnetik transversal, yaitu gelombang yang arah perambatannya tegak lurus terhadap perpindahannya. Ada dua tipe perambatan yang dikenal yaitu tipe TE (*Transverse Elektrik*) dan TM (*Transverse Magnetic*). Mode TM (*Transverse Magnetic*) yaitu suatu kondisi ketika medan magnet H transversal terhadap sumbu bumbung gelombang, berarti H_z berharga nol. Dapat dinyatakan jika: $H_z = 0$, maka $E_z \neq 0$. Dalam praktiknya, dirancang agar hanya satu mode gelombang yang dapat menjalar. Mode ini disebut mode dominan. Mode ini diberi notasi TM_{mn} , dengan m dan n merupakan bilangan integer dan menunjukkan banyaknya gelombang berdiri dalam arah yang normal terhadap arah jalar [16].

Mode gelombang yang digunakan pada tugas akhir ini menggunakan mode gelombang TM_{01} . Mode gelombang TM_{01} memiliki konfigurasi arah gelombang yang paling sederhana karena tidak memiliki variasi medan magnet dalam arah *angular* [17].



Gambar II. 5 Mode gelombang *Transverse Magnetic* TM_{01} [10]

2.3.7 Parameter-parameter Antena

Kinerja dan performa dari suatu antena dapat dilihat melalui parameter-parameter antena tersebut. Antena memiliki 2 jenis parameter, yaitu parameter dalam yang diukur menggunakan NA (*Network Analyzer*) dan parameter luar yang diukur menggunakan *Signal Generator* dan *Spectrum Analyzer* [18].

2.3.7.1 Parameter Dalam

1. *Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)*

VSWR adalah perbandingan antara amplitude tegangan gelombang berdiri (*standing wave*) maksimum dengan amplitude tegangan gelombang berdiri (*standing wave*) minimum. Semakin tinggi nilai VSWR maka semakin besar pula ketidaksepadanan impedansi saluran transmisi dengan antenna. *Range* nilai VSWR adalah $1 - \infty$. Nilai yang baik untuk sebuah antenna adalah ≤ 2 [18]. Berikut adalah persamaan VSWR:

$$VSWR = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} \quad \text{II.7}$$

2. **Impedansi**

Impedansi merupakan hambatan perangkat terhadap arus listrik, terdiri dari 2 komponen yaitu resistansi dan reaktansi (hambatan yang disebabkan oleh arus AC). Untuk memaksimalkan perpindahan daya dari antenna ke penerima, maka impedansi antenna haruslah memiliki nilai yang sama dengan impedansi saluran transmisinya (*matching*) [18].

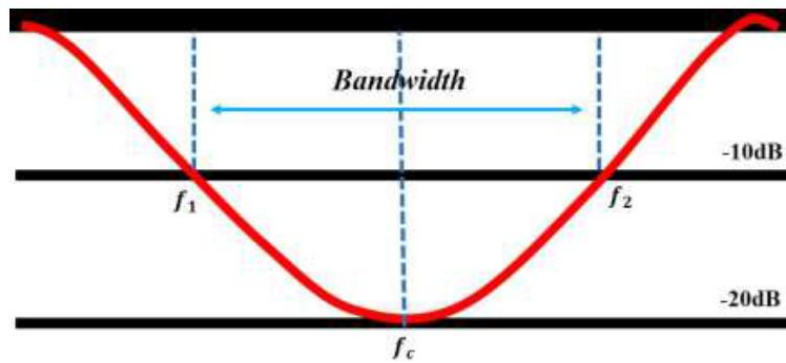
3. *Return Loss*

Return Loss didefinisikan sebagai perbandingan antara tegangan yang datang atau yang direfleksikan dengan tegangan yang keluar. Perbandingan tersebut dinamakan koefisien refleksi tegangan yang dilambangkan dengan Γ_L . Untuk koefisien refleksi dapat juga dinyatakan dengan persamaan [4]:

$$\Gamma_L = \frac{V(x)_{Pantul}}{V(x)_{Terima}} = \frac{V-}{V+} \quad \text{II.8}$$

4. **Bandwidth**

Bandwidth suatu antenna didefinisikan sebagai rentang frekuensi dimana kerja yang berhubungan dengan beberapa karakteristik (seperti impedansi masukan, pola radiasi, beamwidth, polarisasi, gain, efisiensi, VSWR, return loss, axial ratio) memenuhi spesifikasi standard. Dengan melihat Gambar II.8 bandwidth dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut ini:



Gambar II. 6 Rentang frekuensi yang menjadi *bandwidth* [4]

$$Bw = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100\% \quad \text{II.9}$$

Dimana: f_2 = Frekuensi Tertinggi

f_1 = Frekuensi Terendah

f_c = Frekuensi Tengah

2.3.7.2 Parameter Luar

1. Pola Radiasi

Pola radiasi disebut juga pernyataan secara grafis yang menggambarkan sifat radiasi dari antena. Pola radiasi dapat diklasifikasikan sebagai *isotropic*, *directional*, dan *omnidirectional*. Pola *isotropic* merupakan pola radiasi dimana daya meradiasi ke segala arah (*elevasi* dan *azimuth*) secara merata, sementara *omnidirectional* menyebar ke seluruh arah *azimuth* secara merata namun berbeda-beda tiap *elevasinya*. Sedangkan *directional* menandakan pola radiasi yang hanya mengarah ke satu atau lebih arah *azimuth* dan *elevasi* [18].

2. Direktivitas

Direktivitas adalah perbandingan antara intensitas radiasi ke satu arah tertentu dengan intensitas radiasi rata-rata dari segala arah. Dengan kata lain, direktivitas menandakan keterarahan antena meradiasikan ke satu arah tertentu. Pengaruh direktivitas dapat dilihat pada pola radiasi dimana bila direktivitas semakin besar, maka *main lobe* akan semakin sempit (semakin terarah) [18].

3. *Gain*

Gain antenna merupakan perbandingan antara intensitas radiasi suatu antenna pada arah utama dengan intensitas radiasi dari antenna referensi menggunakan daya input yang sama untuk mengetahui jarak jangkauan maksimal dari radiasi yang dihasilkan oleh antenna [5].

4. **Polarisasi**

Polarisasi pada antenna adalah arah getaran gelombang dari antenna. Jenis polarisasi dapat ditentukan melalui nilai *axial ratio*. *Axial ratio* merupakan perbandingan antara sumbu mayor dan sumbu minor dalam suatu plot polarisasi yang dinyatakan dalam dB.

$$|Axial Ratio| = \frac{major\ axis}{minor\ axis} = \frac{a}{b} \quad \text{II.10}$$

Sehingga didapatkan hubungan antara nilai *axial ratio* dengan jenis polarisasi suatu antenna, yaitu:

2.3.7.3 *Axial Ratio* = 1 atau *Axial Ratio* < 3 dB, polarisasi *circular*

2.3.7.4 $1 < Axial Ratio < \infty$ atau $3\text{ dB} < Axial Ratio < 40\text{ dB}$, polarisasi *ellips*

2.3.7.5 *Axial Ratio* = ∞ atau *Axial Ratio* > 40 dB, polarisasi linier