

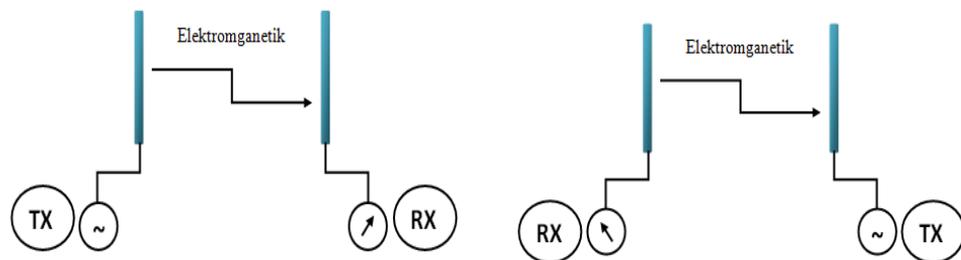
## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Antena

#### 2.1.1 Pengertian Antena

Antena merupakan perangkat radio yang bekerja mengubah sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnetik kemudian memancarkannya ke ruang bebas atau sebaliknya, yaitu menangkap gelombang elektromagnetik dari ruang bebas dan mengubah menjadi sinyal listrik. (Endri, Jon : 2017 )

Antena yang mengubah sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik dikatakan transmitter. Antena yang mengubah sinyal elektromagnetik menjadi sinyal listrik dikatakan antena receiver. Sesuai dengan definisinya dapat dilihat bahwa antena mempunyai sifat kerja bolak-balik. Sifat kerja bolak-balik ini dikatakan sifat reciprocal dari antena. Dimana 1 buah antena dapat dioperasikan sebagai antena transmitter dan sekaligus sebagai antena receiver.



**Gambar 2.1** Gambaran Sifat Reciprocal Antena  
(Sumber : Modul Belajar Antena dan Propagasi)

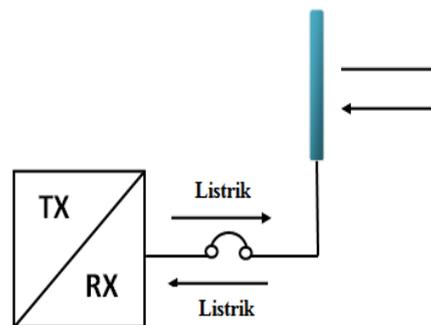
Antena dapat juga didefinisikan sebagai konduktor elektrik atau suatu sistem konduktor elektrik yang digunakan baik untuk meradiasikan energi elektromagnetik atau untuk mengumpulkan energi elektromagnetik (Stalling, 2007:102).

### 2.1.2 Fungsi Antena

Berdasarkan definisi antena atau berdasarkan cara kerja antena maka antena memiliki 3 fungsi pokok yaitu :

1. Antena berfungsi sebagai Konverter

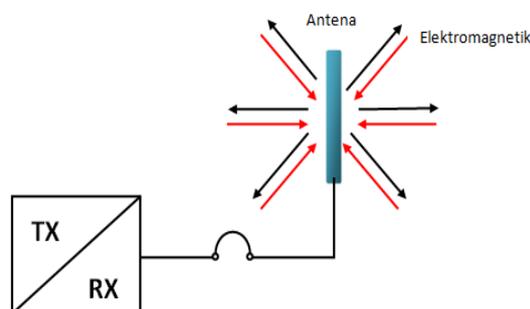
Antena dikatakan sebagai Konverter karena antena berfungsi mengubah bentuk sinyal yaitu dari sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik ataupun sebaliknya.



**Gambar 2.2 Antena Sebagai Konverter**  
(Sumber : Modul Belajar Antena dan Propagasi)

2. Antena berfungsi sebagai Radiator/Re-Radiator

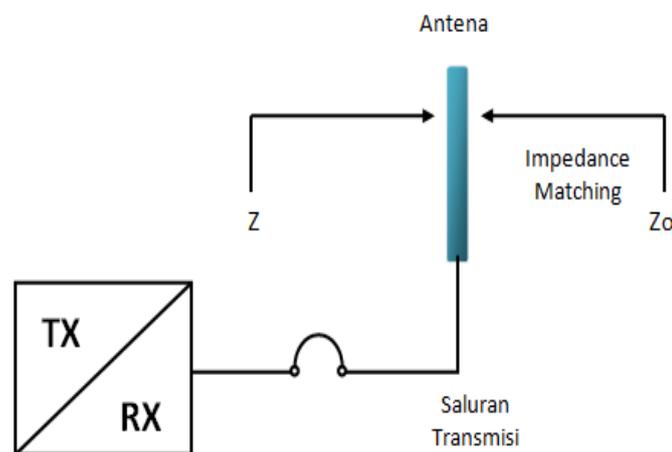
Antena berfungsi sebagai Radiator/Re-Radiator karena berfungsi sebagai peradiasi sinyal dimana sinyal elektromagnetik yang dihasilkan antena akan diradiasikan ke udara bebas sekelilingnya. Sebaliknya jika antenna menerima radiasi elektromagnetik dari udara bebas fungsinya dikatakan Re-Radiator. Jadi antena *transmitter* mempunyai fungsi Radiator sedangkan antena *receiver* mempunyai fungsi Re-Radiator.



**Gambar 2.3 Antena Sebagai Radiator/Re-Radiator**  
(Sumber : Modul Belajar Antena dan Propagasi)

### 3. Antena berfungsi sebagai *Impedance Matching*

Antena berfungsi sebagai *Impedance Matching* karena pada saat antena tersebut bekerja antena akan selalu menyesuaikan *impedance system*. Sistem yang dimaksud adalah pesawat komunikasi dan udara bebas dimana antena merupakan jembatan antara pesawat komunikasi dengan udara bebas. Adapun impedansi yang disesuaikan tergantung pada jenis pesawat komunikasi, dimana untuk pesawat radio impedansinya  $75\Omega$ . Adapun udara bebas mempunyai karakteristik sebesar  $120\pi\Omega \approx 377\Omega$ .



**Gambar 2.4 Antena Sebagai *Impedance Matching***

(Sumber : Modul Belajar Antena dan Propagasi)

- Jika antena berupa antena radio maka antena akan selalu menyesuaikan impedansi radio dengan impedansi udara bebas.
- Jika antena berupa antena TV maka akan selalu menyesuaikan impedansi TV dengan impedansi udara bebas.

## 2.2 Antena Mikrostrip

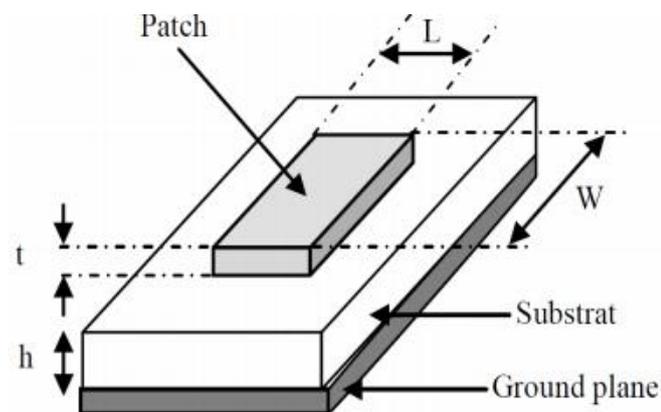
### 2.2.1 Pengertian Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip adalah suatu konduktor metal yang menempel diatas *groundplane* yang diantaranya terdapat bahan *dielektrik*. Secara umum Antena Mikrostrip terdiri atas tiga bagian, yaitu *patch*, *substrat*, dan *ground plane*. Patch

terletak diatas substrat sementara ground plane terletak pada bagian bawah.  
(sumber: Darsono, 2008: 89)

Antena mikrostrip merupakan antena yang memiliki masa ringan, mudah difabrikasi, dengan sifatnya yang konformal sehingga dapat ditempatkan pada hampir semua jenis permukaan dan ukurannya kecil jika dibandingkan dengan antena jenis lain.

Karena sifat yang dimilikinya, antena mikrostrip sangat sesuai dengan kebutuhan saat ini sehingga dapat diintegrasikan dengan peralatan telekomunikasi lain yang berukuran kecil, akan tetapi antena mikrostrip juga memiliki beberapa kekurangan yaitu: *bandwidth* yang sempit, *gain* dan *directivity* yang kecil, serta efisiensi yang rendah.



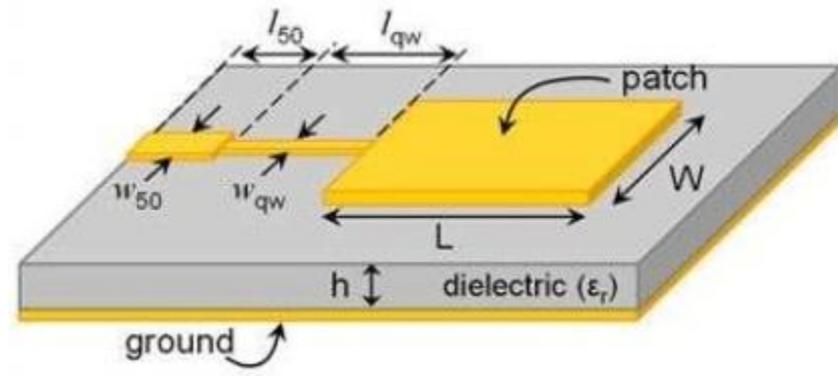
**Gambar 2.5 Bentuk umum antena *microstrip***  
(sumber : Darsono, 2008: 89)

### 2.2.2 Fungsi Antena Mikrostrip

Antena ini memiliki fungsi untuk menangkap/menerima sinyal gelombang elektromagnetik termasuk yang berasal dari satelit.

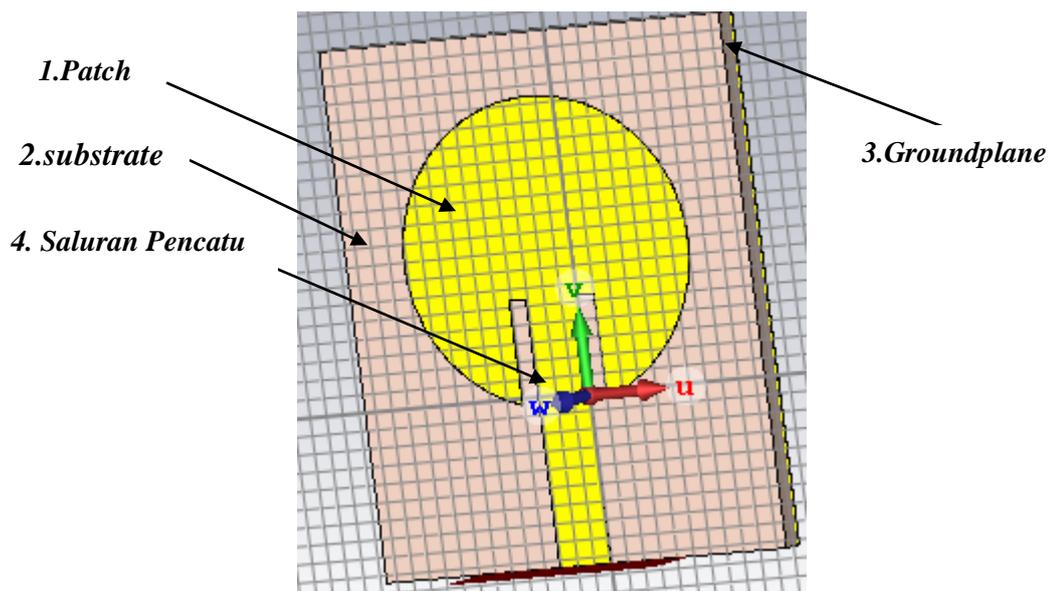
### 2.2.3 Desain Antena Mikrostrip

Antena Mikrostrip peradiasi persegi panjang (*rectangular patch*) terdiri dari beberapa bagian, yaitu:



**Gambar 2.6 Dasar Antena Mikrostrip (PCB double layer)**

(sumber : Pramono, 2014: 109)



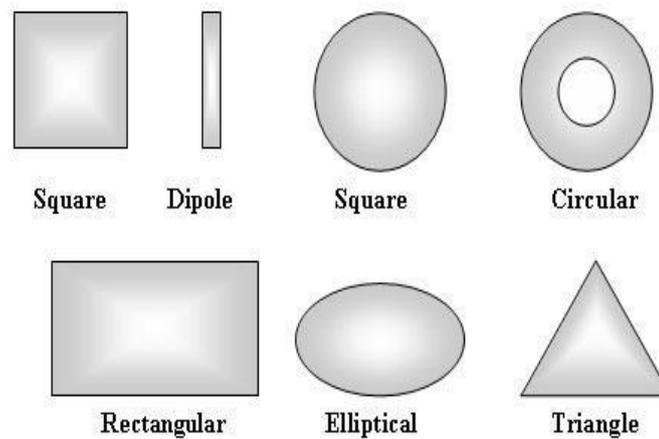
**Gambar 2.7 Desain Antena Mikrostrip**

(sumber : CST Studio Suite 2016)

### 1. *Conducting Patch*

Patch adalah bagian yang terletak paling atas dari antena dan terbuat dari bahan konduktor ini berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara. *Patch* terbuat dari bahan konduktor, misal tembaga. Bentuk *patch* bisa

bermacam-macam, lingkaran, *rectangular*, segitiga, ataupun bentuk *circular ring*. Bentuk *patch* tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.8. (Samsul,2015)



**Gambar 2.8 Bentuk patch antenna**

(sumber : Samsul,2015)

*Patch* ini berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara. *Patch* dan saluran pencatu biasanya terletak diatas substrat. Tebal *patch* dibuat sangat tipis

## 2. Substrat dielektrik

Substrat dielektrik merupakan bagian dari antenna mikrostrip yang berfungsi sebagai media penyalur gelombang elektromagnetik dari catuan. Ketebalan *substrate* berpengaruh pada *bandwidth* dari antenna mikrostrip, dengan menambah ketebalan *substrate* dapat mempertebal *bandwidth*. (Samsul,2015: 19 )

Substrat terbuat dari bahan-bahan dielektrik. Substrat biasanya mempunyai tinggi ( $h$ ) antara  $0,002\lambda_0 - 0,005\lambda_0$ . Berfungsi sebagai media penyalur GEM dari catuan. Karakteristik substrat sangat berpengaruh pada besar parameter-parameter antenna. Pengaruh ketebalan substrat dielektrik terhadap parameter antenna adalah pada *bandwidth*. Penambahan ketebalan substrat akan memperbesar *bandwidth*. Adapun jenis-jenis substrate sebagai berikut : (Samsul,2015)

Bahan dielektrik yang di pakai pada penelitian ini adalah FR-4 adalah singkatan dari *Flame Reterdant 4*, merupakan jenis bahan yang paling banyak

digunakan untuk membuat *Printed Circuit Board* (PCB). Harga FR4-Epoxy yang murah dan memiliki sifat mekanik yang baik membuatnya sering digunakan untuk produksi massal produk-produk konsumen elektronik, termasuk sistem microwave dan antena.

### 3. *Ground plane*

*Ground plane* yaitu lapisan paling bawah yang berfungsi sebagai reflektor yang memantulkan sinyal yang tidak diinginkan (sumber :*Teguh, dkk, 2015*), *Groundplane* pada antena berpengaruh pada nilai parameter antena yaitu *Return Loss*, *VSWR*, dan *Gain*. Semakin baik bentuk *groundplane* pada antena maka akan semakin baik pula hasil parameter pada antena.

*Ground plane* antena mikrostrip bisa terbuat dari bahan konduktor, yang berfungsi sebagai *reflector* dari gelombang elektromagnetik. Ukurannya selebar dan sepanjang substrat. Bentuk konduktor bisa bermacam-macam tetapi yang pada umumnya digunakan adalah berbentuk persegi empat dan lingkaran karena bisa lebih mudah dianalisis.

### 4. Saluran Pencatu

Untuk menghubungkan antara elemen peradiasi antena dengan saluran transmisi, diperlukan sebuah saluran catu yang terintegrasi pada dimensi antena sehingga impedansi antara elemen peradiasi dan saluran transmisi saling matching. Pemilihan feeding untuk antena mikrostrip didasarkan pada beberapa faktor. Pertimbangan yang utama adalah transfer daya yang efisien antara struktur peradiasi dengan struktur feeding sehingga tercapai matching impedance yang baik diantara keduanya. Selain itu, kemudahan dalam mendesain dan fabrikasi juga sangat penting.

Untuk catuan ke *patch*, digunakan metode *inset microstripfeed*. Metode *inset feed* umumnya dipilih pada perancangan antena larik karena lebih sesuai untuk diterapkan dibandingkan metode *coaxial feed* yang harus melubangi *patch* dan sulit dalam pembagian daya. Metode *inset feed* juga mampu memberikan *gain* dan lebar-pita yang lebih besar dibanding *coaxial feed*.

## 2.2.4 Parameter – Parameter Antena Mikrostrip

Ada beberapa karakter penting antena yang perlu dipertimbangkan dalam memilih jenis antena untuk suatu aplikasi (termasuk untuk digunakan pada sebuah teleskop radio), yaitu pola radiasi, direktivitas, gain, dan polarisasi. Karakter-karakter ini umumnya sama pada sebuah antena, baik ketika antena tersebut menjadi peradiasi atau menjadi penerima, untuk suatu frekuensi, polarisasi, dan bidang irisan tertentu.

### 2.2.4.1 Return Loss

*Return Loss* adalah perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan [9]. *Return Loss* digambarkan sebagai peningkatan amplitudo dari gelombang yang direfleksikan ( $V_0^-$ ) dibanding dengan gelombang yang dikirim ( $V_0^+$ ). *Return Loss* dapat terjadi akibat adanya diskontinuitas diantara saluran transmisi dengan impedansi masukan beban (antena). Pada rangkaian gelombang mikro yang memiliki diskontinuitas (*mismatched*), besarnya *return loss* bervariasi tergantung pada frekuensi. (Surjati I, 2010)

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$Return\ loss = 20 \log_{10} |\Gamma| \dots\dots\dots (2.2)$$

Sumber; Surjati I “Antena Mikrostrip ; Konsep dan Aplikasinya Universitas Trisakti (hal 16)

Dimana :  $\Gamma_L$  = Koefisien refleksi tegangan

$V_0^-$  = Tegangan yang direfleksikan (Volt)

$V_0^+$  = Tegangan yang dikirimkan (Volt)

$Z_L$  = Impedansi beban atau load (Ohm)

$Z_0$  = Impedansi karakteristik (Ohm)

Dengan menggunakan nilai  $VSWR \leq 2$  maka diperoleh nilai *return loss* yang dibutuhkan adalah di bawah -9,5 dB. Dengan nilai ini, dapat dikatakan bahwa nilai gelombang yang direfleksikan tidak terlalu besar dibandingkan

dengan gelombang yang dikirimkan atau dengan kata lain, saluran transmisi sudah dapat dianggap *matching*. Nilai parameter ini dapat menjadi salah satu acuan untuk melihat apakah antenna sudah mampu bekerja pada frekuensi yang diharapkan atau tidak.

#### 2.2.4.2 VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*)

VSWR adalah perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri (*standing wave*) maksimum ( $|V|_{\max}$ ) dengan minimum ( $|V|_{\min}$ ). Pada saluran transmisi ada dua komponen gelombang tegangan, yaitu tegangan yang dikirimkan ( $V_0^+$ ) dan tegangan yang direfleksikan ( $V_0^-$ ). Perbandingan antara tegangan yang direfleksikan dengan tegangan yang dikirimkan disebut sebagai koefisien refleksi tegangan ( $\Gamma$ ) (Surjati I, 2010) :

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \dots \dots \dots (2.3)$$

Sumber; Surjati I “Antena Mikrostrip ; Konsep dan Aplikasinya Universitas Trisakti (hal 16)

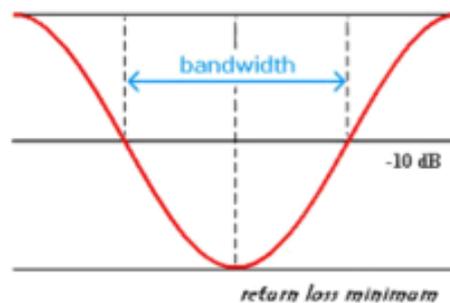
Dimana  $Z_L$  adalah impedansi beban (*load*) dan  $Z_0$  adalah impedansi saluran *lossless*. Koefisien refleksi tegangan ( $\Gamma$ ) memiliki nilai kompleks, yang merepresentasikan besarnya magnitudo dan fasa dari refleksi. Untuk beberapa kasus yang sederhana, ketika bagian imajiner dari  $\Gamma$  adalah nol, maka :

- a.  $\Gamma = -1$  : refleksi negatif maksimum, ketika saluran terhubung singkat,
- b.  $\Gamma = 0$  : tidak ada refleksi, ketika saluran dalam keadaan *matched* sempurna
- c.  $\Gamma = +1$ : refleksi positif maksimum, ketika saluran dalam rangkaian terbuka.

Kondisi yang paling baik adalah ketika VSWR bernilai 1 ( $S=1$ ) yang berarti tidak ada refleksi ketika saluran dalam keadaan *matching* sempurna. Namun kondisi ini pada praktiknya sulit untuk didapatkan. Pada umumnya nilai VSWR yang dianggap masih baik adalah  $VSWR \leq 2$ .

### 2.2.4.3 Bandwidth

*Bandwidth* suatu antenna didefinisikan sebagai rentang frekuensi di mana kinerja antenna yang berhubungan dengan beberapa karakteristik (seperti impedansi masukan, pola, *beamwidth*, polarisasi, *gain*, efisiensi, VSWR, *return loss*, *axial ratio*) memenuhi spesifikasi standar. (Surjati I, 2010)



**Gambar 2.9 Rentang frekuensi yang menjadi *bandwidth***

( Sumber: Surjati I, 2010)

*Bandwidth* dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$BW = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100\% \dots \dots \dots (2.4)$$

Sumber; Surjati I “Antena Mikrostrip ; Konsep dan Aplikasinya Universitas Trisakti (hal 18)

dimana :

$f_2$  = frekuensi tertinggi

$f_1$  = frekuensi terendah

$f_c$  = frekuensi tengah

Ada beberapa jenis *bandwidth* di antaranya:

- a. *Impedance bandwidth*, yaitu rentang frekuensi di mana *patch* antenna berada pada keadaan *matching* dengan saluran pencatu. Hal ini terjadi karena impedansi dari elemen antenna bervariasi nilainya tergantung dari nilai frekuensi. Nilai *matching* ini dapat dilihat dari *return loss* dan VSWR. Pada

umumnya nilai *return loss* dan VSWR yang masih dianggap baik masing-masing adalah kurang dari -9,54 dB dan 2.

- b. *Pattern bandwidth*, yaitu rentang frekuensi di mana *beamwidth*, *sidelobe*, atau *gain*, yang bervariasi menurut frekuensi memenuhi nilai tertentu. Nilai tersebut harus ditentukan pada awal perancangan antenna agar nilai *bandwidth* dapat dicari.
- c. *Polarization* atau *axial ratio bandwidth* adalah rentang frekuensi di mana polarisasi (linier atau melingkar) masih terjadi. Nilai *axial ratio* untuk polarisasi melingkar adalah kurang dari 3 dB.

#### 2.2.4.4 Input Impedance

Sebuah impedansi yang masuk ke terminal antenna yang dikondisikan dalam keadaan seimbang dengan impedansi karakteristik dari saluran transmisi. Impedansi input dinyatakan dalam persamaan:

$$Z_{in} = Z_0 \frac{1+\Gamma}{1-\Gamma} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :  $Z_{in}$  = Impedansi input terminal ( $\Omega$ )

$Z_0$  = Impedansi karakteristik dari antenna ( $\Omega$ )

$\Gamma$  = Koefisien refleksi

Impedansi masukan ( $Z_{in}$ ) terdiri dari bagian real ( $R_{in}$ ) dan imajiner ( $X_{in}$ ) dapat dinyatakan :

$$Z_{in} = ( R_{in} + jX_{in} ) \Omega \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :  $Z_{in}$  = Impedansi Input

$R_{in}$  = Resistansi Input

Daya real ( $R_{in}$ ) merupakan komponen yang diharapkan, yakni menggambarkan banyaknya daya yang hilang melalui radiasi, sementara komponen imajiner ( $X_{in}$ ) menunjukkan reaktansi dari antenna dan daya yang tersimpan pada medan dekat antenna.

### 2.2.4.5 Penguatan (*Gain*)

Ada dua jenis parameter penguatan (*Gain*) yaitu *absolute gain* dan *relative gain*. *Absolute gain* pada sebuah antena didefinisikan sebagai perbandingan antara intensitas pada arah tertentu dengan intensitas radiasi yang diperoleh jika daya yang diterima oleh antena teradiasi secara isotropik. Intensitas radiasi yang berhubungan dengan daya yang diradiasikan secara isotropik sama dengan daya yang diterima oleh antena ( $P_{in}$ ) dibagi dengan  $4\pi$ . *Absolute gain* ini dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini. (Surjati I, 2010)

$$Gain = \frac{4\pi U(\theta, \phi)}{P_{in}} \dots\dots\dots (2.7)$$

Sumber; Surjati I “Antena Mikrostrip ; Konsep dan Aplikasinya Universitas Trisakti (hal 22)

Dimana :  $Gain = Absolute\ gain$

$\pi$  = pi (3,14)

$\theta$  = sudut teta

$\phi$  = Himpunan Kosong

$P_{in}$  = Daya yang diterima oleh Antena

Selain *absolute gain* juga ada *relative gain*. *Relative gain* didefinisikan sebagai perbandingan antara perolehan daya pada sebuah arah dengan perolehan daya pada antena referensi pada arah yang direferensikan juga. Daya masukan harus sama di antara kedua antena itu. Akan tetapi, antena referensi merupakan sumber isotropik yang *lossless* ( $P_{in(lossless)}$ ). Secara rumus dapat dihubungkan sebagai berikut :

$$Gain = \frac{4\pi U(\theta, \phi)}{P_{in(lossless)}} \dots\dots\dots (2.8)$$

Sumber; Surjati I “Antena Mikrostrip ; Konsep dan Aplikasinya Universitas Trisakti (hal 22)

Dimana :  $Gain = Absolute\ gain$

$\pi$  = pi (3,14)

$\theta$  = sudut teta

$\emptyset$  = Himpunan Kosong

Pin (*lossless*) = Sumber isotropik yang *lossless*

Jika arah tidak ditentukan, maka perolehan daya biasanya diperoleh dari arah radiasi maksimum. Gain total antenna uji secara sederhana dirumuskan oleh persamaan :

Jika arah tidak ditentukan, maka perolehan daya biasanya diperoleh dari arah radiasi maksimum. Gain total antenna uji secara sederhana dirumuskan oleh persamaan :

$$GAUT = P1 (Rx) - P2 (Tx) + Pr f g \dots\dots\dots (2.9)$$

GAUT : Gain antenna yang diuji

P1 (Rx) : Level daya saat AUT menjadi penerima

P2 (Tx) : Level daya saat antenna referensi menjadi penerima

Pref : Antena referensi yang digunakan

#### 2.2.4.6 Polarisasi

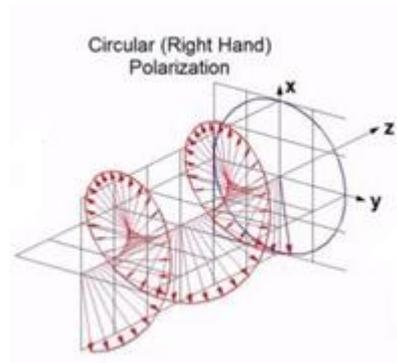
Polarisasi antenna adalah polarisasi dari gelombang yang ditransmisikan oleh antenna. Jika arah tidak ditentukan maka polarisasi merupakan polarisasi pada arah *gain* maksimum. Pada praktiknya, polarisasi dari energi yang teradiasi bervariasi dengan arah dari tengah antenna, sehingga bagian lain dari pola radiasi mempunyai polarisasi yang berbeda.

Polarisasi dari gelombang yang teradiasi didefinisikan sebagai suatu keadaan gelombang elektromagnet yang menggambarkan arah dan magnitudo vektor medan elektrik yang bervariasi menurut waktu. Selain itu, polarisasi juga dapat didefinisikan sebagai gelombang yang diradiasikan dan diterima oleh antenna pada suatu arah tertentu.

Polarisasi dapat diklasifikasikan sebagai *linear* (linier), *circular* (melingkar), atau *elliptical* (elips).

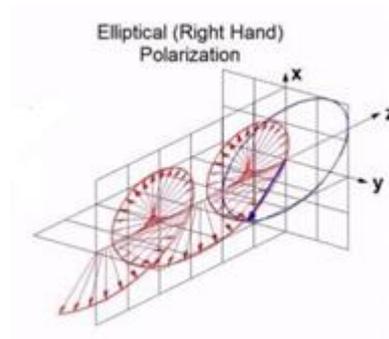
Ada tiga jenis polarisasi gelombang menurut besarnya nilai *axial* rasionya yaitu :

- a. Polarisasi sirkular :  $AR \leq 3 \text{ dB}$
- b. Polarisasi Elips :  $3 \text{ dB} \leq AR \leq 40 \text{ dB}$
- c. Polarisasi Linear :  $AR \geq 40 \text{ dB}$



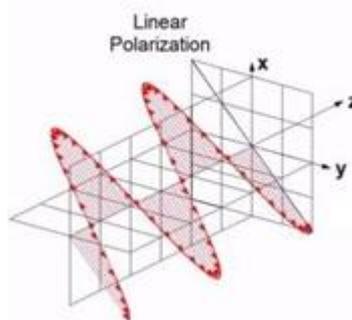
**Gambar 2.10 Polarisasi Sirkular**

(Sumber : Aziz Bayu, dkk 2018)



**Gambar 2.11 Polarisasi Elips**

(Sumber : Aziz Bayu, dkk 2018)



**Gambar 2.12 Polarisasi Linear**

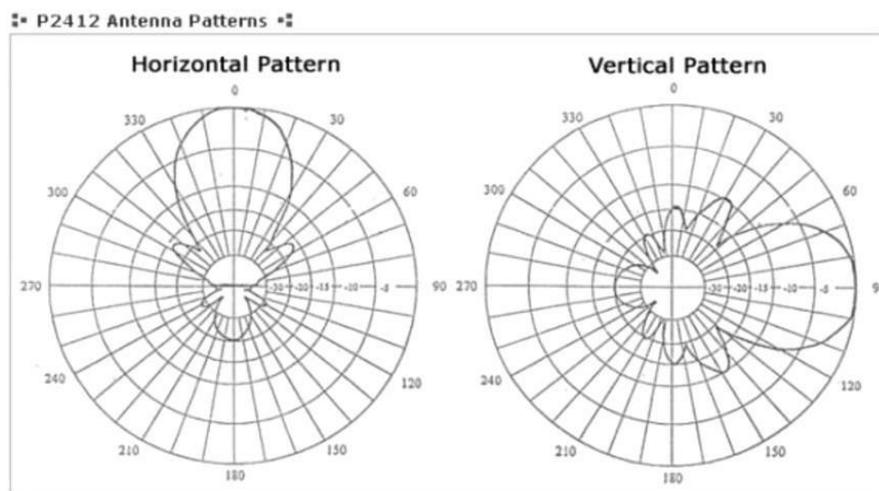
(Sumber : Aziz Bayu, dkk 2018)

### 2.2.4.7 Pola Radiasi

Pola radiasi atau pola antenna didefinisikan sebagai fungsi matematik atau representasi grafik dari sifat radiasi antenna sebagai fungsi dari koordinat. Pola radiasi dapat disebut sebagai pola medan (*field pattern*) apabila yang digambarkan adalah kuat medan dan disebut pola daya (*power pattern*) apabila yang digambarkan *pointing vector*. Di sebagian besar kasus, pola radiasi ditentukan di luasan wilayah dan direpresentasikan sebagai fungsi dari koordinat directional. Pola radiasi antenna adalah plot 3-dimensi distribusi sinyal yang dipancarkan oleh sebuah antenna, atau plot 3-dimensi tingkat penerimaan sinyal yang diterima oleh sebuah antenna. Pola radiasi antenna menjelaskan bagaimana antenna meradiasikan energi ke ruang bebas atau bagaimana antenna menerima energi.

#### a. Pola Radiasi Antena *Unidirectional*

Antena *unidirectional* mempunyai pola radiasi yang terarah dan dapat menjangkau jarak yang *relative*. Gambar 2.13 merupakan gambaran secara umum bentuk pancaran yang dihasilkan oleh antenna *unidirectional*.

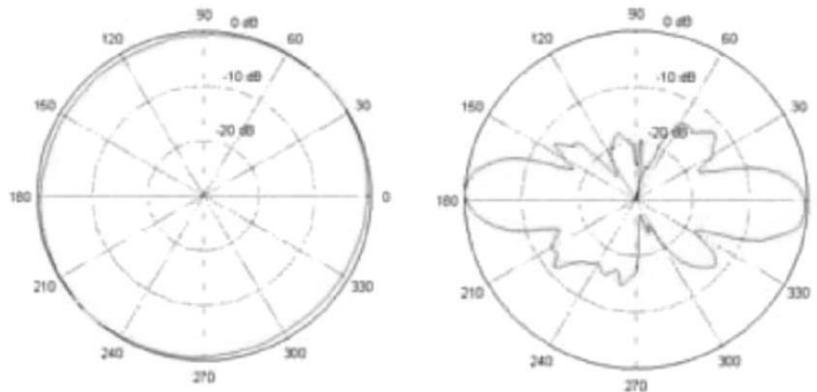


**Gambar 2.13 Bentuk Pola Radiasi Antena *Unidirectional***

(Sumber : Surjati I, 2010)

b. Pola Radiasi Antena Omnidirectional

Antena omnidirectional mempunyai pola radiasi yang digambarkan seperti bentuk kue donat (*doughnut*) dengan pusat berimpit. Antena omnidirectional pada umumnya mempunyai pola radiasi  $360^0$  jika dilihat pada bidang medan magnetnya. Gambar 2.19 merupakan gambaran secara umum bentuk pancaran yang dihasilkan oleh antena omnidirectional.



**Gambar 2.14 Bentuk Pola Radiasi Antena Omnidirectional**

(Sumber : Surjati I, 2010)

### 2.2.5 Pengukuran Medan Jauh

Setiap pengukuran yang dilakukan untuk parameter luar menggunakan metode pengukuran dengan jarak medan jauh atau jarak fraunhofer. Untuk menentukan jarak medan jauh dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$R \geq \frac{2D^2}{\lambda} \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana :

R = Jarak antenna pemancar dan antenna penerima (m)

D = Ukuran terpanjang dimensi antenna (m)

$\lambda$  = Pajang Gelombang frekuensi (m)

### 2.2.6 Persamaan yang digunakan untuk Antena Mikrostrip Circular Patch

Karena antena yang digunakan berbentuk circular, maka persamaan – persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Menentukan fungsi logaritmik antenna :

$$F = \frac{8.791 \times 10^9}{f\sqrt{\epsilon_r}} \dots\dots\dots (2.11)$$

2. Menentukan jari – jari elemen peradiasi :

$$a = \frac{F}{\left\{1 + \frac{2h}{\pi\epsilon_r f} \left[\ln\left(\frac{\pi F}{2h}\right) + 1.7726\right]\right\}^{\frac{1}{2}}} \dots\dots\dots (2.12)$$

3. Menentukan B dari nilai impedansi :

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \dots\dots\dots (2.13)$$

4. Menentukan lebar saluran pencatu :

$$w = \frac{2 \times 1.6}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2 \times B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2 \times \epsilon_r} \left[ \ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right] \right\} \dots\dots\dots (2-14)$$

5. Menentukan panjang saluran pencatu :

$$\lambda_0 = \frac{c}{f}, \lambda_d = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_r}}, L_t = \frac{1}{4} \times \lambda_d \dots\dots\dots (2.15)$$

6. Menentukan dimensi ground plane :

$$L_g = 6h + R \dots\dots\dots (2.16)$$

$$W_g = 6h + \frac{\pi}{2} R \dots\dots\dots (2.17)$$

### 2.3 Wi-fi

Wi-Fi merupakan kependekan dari Wireless Fidelity, yaitu sebuah media penghantar komunikasi data tanpa kabel yang bisa digunakan untuk komunikasi atau mentransfer program dan data dengan kemampuan yang cepat. Standar yang digunakan untuk Jaringan *Wi-fi* didasari pada spesifikasi yang dirancang berdasarkan spesifikasi IEEE 802.11. Sekarang ini ada empat variasi dari 802.11, yaitu : 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n

Wifi menggunakan frekuensi gelombang radio dalam rentang 2,4GHz s/d 5GHz. Standard IEEE membuat spesifikasi 802.11a dan 802.11n yang digunakan pada frekuensi 5GHz, dan mendukung kecepatan transfer data teoritis maksimal sampai 54Mbps.

## **2.4 CST Studio Suite**

### **2.4.1 Pengertian CST Studio Suite**

CST STUDIO SUITE adalah paket perangkat lunak yang dapat mensimulasikan dan menyelesaikan semua masalah elektromagnetik mulai dari frekuensi rendah ke microwave dan optik serta termal dan beberapa masalah mekanis. Terdapat 7 menu kerja antara lain:

1. Microwave Studio : untuk masalah RF dan Microwave seperti desain antena
2. EM Studio : untuk masalah dengan frekuensi rendah seperti RFID, elektrostatik, magnetostatik, dll.
3. Desain Studio : alur kerja skematik untuk merancang sirkuit bercahaya dan juga bergabung dengan hasil studio lain untuk merancang sistem perakitan
4. Particle Studio : untuk partikel dan simulasi pancaran seperti e-Gun, tabung microwave, dll.
5. MPHYSISCS Studio : untuk beberapa simulasi mekanik dan termal
6. Cable Studio : untuk desain dan simulasi kabel dalam bundel, harness, dll.
7. PCB Studio : untuk simulasi PI dan SI pada PCB berlapis-lapis.