

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 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 : 2016 )

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.

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).

Fungsi antena adalah untuk mengubah sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik, lalu meradiasikannya (pelepasan energi elektromagnetik ke udara/ruang bebas). Dan sebaliknya, antena juga dapat berfungsi untuk menerima sinyal elektromagnetik (penerima energi elektromagnetik dari ruang bebas) dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Pada radar atau sistem komunikasi satelit, sering dijumpai sebuah antena yang melakukan kedua fungsi (peradiasi dan penerima) sekaligus. Namun, pada sebuah teleskop radio, antena hanya menjalankan fungsi penerima saja.

Dalam perancangan suatu antena, beberapa hal yang harus diperhatikan adalah :

1. Bentuk dan arah radiasi yang diinginkan
2. Polarisasi yang dimiliki
3. Frekuensi kerja,
4. Lebar band (*bandwidth*), dan

5. Impedansi input yang dimiliki.

## 2.2 Antena Mikrostrip

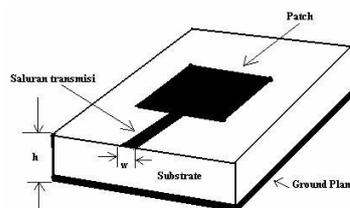
### 2.2.1 Pengertian Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip pertama kali diperkenalkan pada tahun 1950, dan perkembangannya dilakukan secara serius pada tahun 1970. Melalui beberapa dekade penelitian, diketahui bahwa kemampuan beroperasi antena mikrostrip diatur oleh bentuknya. Antena mikrostrip merupakan salah satu antena yang paling populer saat ini. Hal ini disebabkan karena antena mikrostrip sangat cocok digunakan untuk perangkat telekomunikasi yang sekarang ini memperhatikan bentuk dan ukuran.

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 dipabrikasi, 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 2.1** Bentuk umum antena *microstrip*

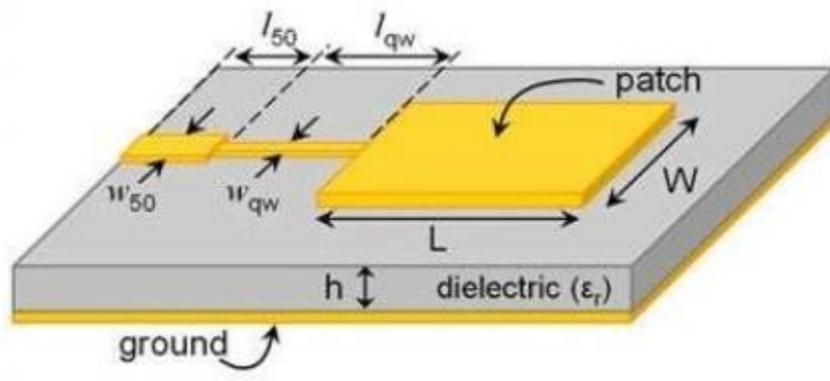
(sumber: Darsono, 2008: 89)

### 2.2.2 Fungsi Antena Mikrostrip

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

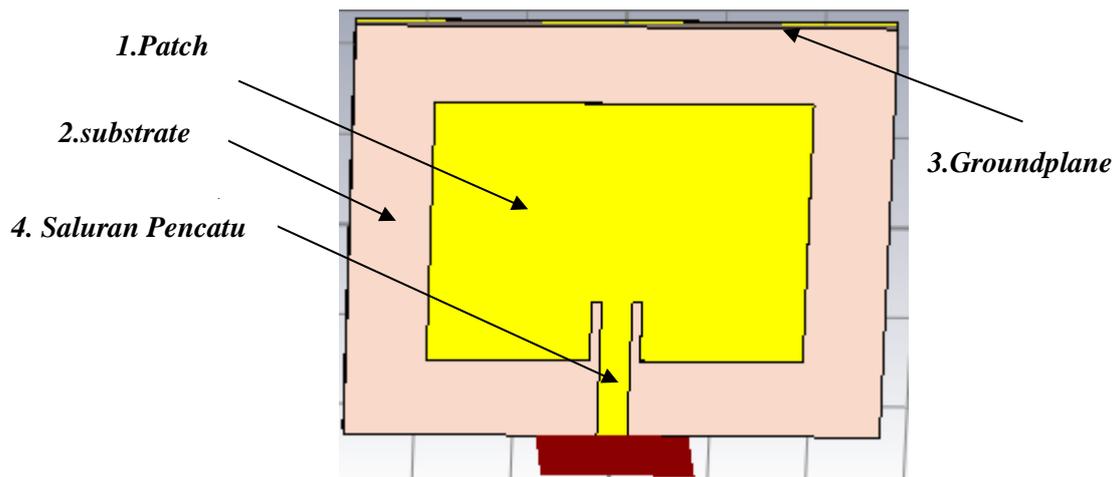
### 2.2.3 Desain Antena Mikrostrip

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



**Gambar 2.2 Dasar Antena Mikrostrip (PCB double layer)**

(sumber: Pramono, 2014: 109)

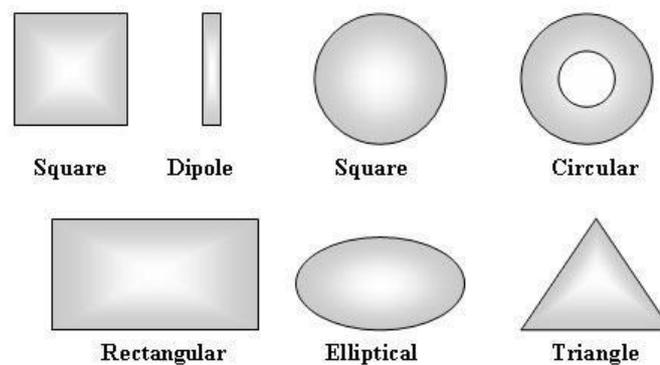


**Gambar 2.3 Desain Antena Mikrostrip**

(Sumber : CST Studio Suite 2016)

### 2.2.3.1 Conducting patch

Patch adalah bagian yang terletak paling atas dari antenna 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 2.4. (sumber: Samsul,2015: 8)



**Gambar 2.4 Bentuk patch antenna**

(sumber: Samsul,2015: 8)

*Patch* ini berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara. *Patch* dan saluran pencatu biasanya terletak diatas substrat. Tebal *patch* dibuat sangat tipis ( $t \ll \lambda_0$ ;  $t$  = ketebalan *patch*).

Berikut merupakan formula yang digunakan untuk merancang antenna *microstrip* persegi, sebelumnya untuk mencari dimensi antenna mikrostrip ( $W$  dan  $L$ ), harus diketahui dahulu parameter bahan yang digunakan yaitu tebal dielektrik ( $h$ ), konstanta dielektrik ( $\epsilon$ ), tebal konduktor ( $t$ ) dan rugi-rugi bahan. Panjang antenna mikrostrip harus disesuaikan, karena apabila terlalu pendek maka bandwidth akan sempit sedangkan apabila terlalu panjang bandwidth akan menjadi lebih kecil. Dengan mengatur lebar dari antenna mikrostrip impedansi input akan juga berbeda.

Frekuensi resonansi sebuah antena merupakan frekuensi kerja antena dimana pada frekuensi tersebut seluruh daya dipancarkan secara maksimal. Pada umumnya frekuensi resonansi menjadi acuan frekuensi kerja antena.

Pendekatan yang digunakan untuk mencari lebar antena mikrostrip dapat menggunakan persamaan :

$$W = \frac{c}{2f_r \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan : W : Lebar konduktor

$\epsilon_r$  : Konstanta dielektrik

C : Kecepatan cahaya di ruang bebas ( $3 \times 10^8$  m/s)

$f_r$  : Frekuensi kerja antena

Sedangkan untuk menentukan panjang *patch* (L) diperlukan parameter  $\Delta L$  yang merupakan pertambahan panjang dari L akibat adanya *fringing effect*. Pertambahan panjang dari L ( $\Delta L$ ) tersebut dirumuskan:

$$\Delta L = 0.824h \frac{(\epsilon_{reff} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264\right)}{(\epsilon_{reff} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8\right)} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :  $\Delta L$  : Panjang patch (L)

h : Tebal substrat (1,6)

$\epsilon_{reff}$  : Panjang patch

Dimana h merupakan tinggi dari substrat dan  $\epsilon_{reff}$  adalah konstanta dielektrik.

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left( \frac{1}{\sqrt{1 + 12h/W}} \right) \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana  $L_{eff}$  Panjang elemen peradiasi efektif :

$$L_{eff} = \frac{c}{2f \sqrt{\epsilon_{reff}}} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dengan demikian panjang patch (L) diberikan oleh :

$$L_p = L_{eff} - 2\Delta L \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :  $L_{eff}$  : Panjang elemen peradiasi

$L_p$  : Panjang patch

### 2.2.3.2 Substrat dielektriks

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*. (sumber: 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*. (sumber: Samsul,2015: 19 )

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 antenna.

### 2.2.3.3 Ground plane

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

*Ground plane* antenna 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.

Untuk mendapatkan nilai lebar dan panjang *groundplane* menggunakan pendekatan persamaan berikut;

$$L_g = 6h + L_p \dots\dots\dots (2.6)$$

$$W_g = 6h + W_p \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :  $L_g$  : Panjang *groundplane*

$W_g$  : Lebar *groundplane*

#### 2.2.3.4 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*.

Untuk menghitung panjang ( $L_f$ ) dan lebar ( $W_f$ ) Saluran Pencatu ditunjukkan oleh rumus berikut :

$$L_f = \frac{W_p}{2} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana  $L_f$  : Panjang pencatu

Selanjutnya untuk menentukan lebar pencatu dengan rumus berikut:

$$Z_0 = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \ln \left[ \frac{8h}{W} + \frac{W}{4h} \right] \dots\dots\dots (2.9)$$

Dan,

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana :  $Z_0$ : Impedansi

B : Induktansi

Sehingga untuk menentukan lebar pencatu (Wf) dengan rumus berikut:

$$Wf = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) \frac{\epsilon_r}{2} 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right\} \dots\dots\dots (2.11)$$

## 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. *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. (Sumber : Surjati I, 2010)

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Zl - Z_0}{Zl + Z_0} = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} \dots\dots\dots (2.12)$$

$$\text{Retrun loss} = 20 \log_{10} |\Gamma| \dots\dots\dots (2.13)$$

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 ( $\Gamma$ ). (Sumber : Surjati I, 2010)

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \dots \dots \dots (2.14)$$

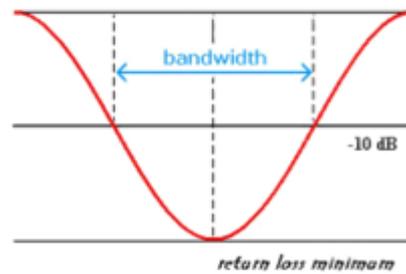
Dimana  $Z_L$  adalah impedansi beban (*load*) dan  $Z_0$  adalah impedansi saluran *lossless*. Koefisien refleksi tegangan ( $\Gamma$ ) memiliki nilai kompleks, yang merepresentasikan besarnya magnitudo dan fasa dari refleksi. Untuk beberapa kasus yang sederhana, ketika bagian imajiner dari  $\Gamma$  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  $VSWR \leq 2$ . (Sumber : Surjati I, 2010)

#### 2.2.4.3 *Bandwidth*

*Bandwidth* (Gambar 2.5) suatu antenna didefinisikan sebagai rentang frekuensi di mana kinerja antenna yang berhubungan dengan beberapa karakteristik (seperti impedansi masukan, pola, *bandwidth*, polarisasi, *gain*, efisiensi, VSWR, *return loss*) memenuhi spesifikasi standar. (Sumber : Surjati I, 2010)



**Gambar 2.5 Rentang frekuensi yang menjadi *bandwidth***

(Sumber : Surjati I, 2010)

*Bandwidth* dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut ini. (Sumber : Surjati I, 2010)

$$BW = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100\% \dots \dots \dots (2.15)$$

dimana :

BW : Bandwidth

$f_2$  = frekuensi tertinggi

$f_1$  = frekuensi terendah

$f_c$  = frekuensi tengah

Dengan  $f_r$  dirumuskan :

$$f_r = \frac{(f_2 - f_1)}{2} \dots \dots \dots (2.16)$$

Dimana :

$f_r$  = Frekuensi resonansi (Hz)

$f_2$  = Frekuensi maksimum (Hz)

$f_1$  = Frekuensi minimum (Hz)

BW = Bandwidth (Ghz)

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 :

$$Z_{in} = Z_0 \frac{1+\Gamma}{1-\Gamma} \dots\dots\dots (2.17)$$

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 :

$$Z_{in} = ( R_{in} + jX_{in} ) \Omega \dots\dots\dots (2.18)$$

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*)

Gain (*directive gain*) adalah karakter antenna yang terkait dengan kemampuan antenna mengarahkan radiasi sinyalnya, atau penerimaan sinyal dari arah tertentu. Gain antenna juga dapat didefinisikan sebagai ukuran keberarahan sebuah antenna dimana gain antenna sebagai keluaran daya pada arah tertentu. Gain bukanlah kuantitas yang dapat diukur dalam satuan fisis pada umumnya seperti watt, ohm, atau lainnya, melainkan suatu bentuk perbandingan. Oleh karena itu, satuan yang digunakan untuk gain adalah desibel. Gain dari sebuah antenna adalah kualitas nyata yang besarnya lebih kecil dari pada penguatan antenna tersebut yang dapat dinyatakan dengan persamaan. (*sumber : Niko Siagian, 2012 : 2*).

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

$$Gain = \frac{4\pi (\theta, \phi)}{P_{in}} \dots\dots\dots (2.19)$$

Dimana :

Gain = *Absolute gain*

$\pi$  = pi (3,14)

$\theta$  = sudut teta

$\emptyset$  = 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 antenna referensi pada arah yang direferensikan juga. Daya masukan harus sama di antara kedua antenna itu. Akan tetapi, antenna referensi merupakan sumber isotropik yang *lossless* ( $P_{in(lossless)}$ ). Secara rumus dapat dihubungkan sebagai berikut :

$$Gain = \frac{4\pi (\theta, \emptyset)}{Pin (lossless)} \dots\dots\dots (2.20)$$

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 :

$$GAUT = P1 (Rx) - P2 (Tx) + Pr f g \dots\dots\dots (2.21)$$

GAUT : Gain antenna yang diuji

P1 (Rx) : Level daya saat AUT menjadi penerima

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

Pref : Antenna referensi yang digunakan

#### 2.2.4.6 Polarisasi

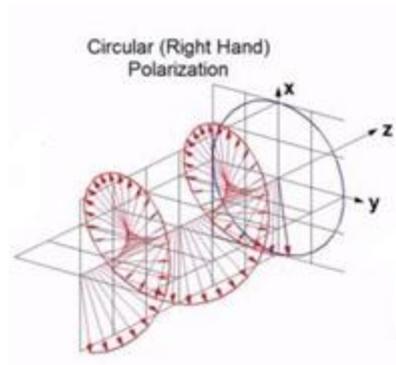
Polarisasi antenna adalah polarisasi dari gelombang yang ditransmisikan oleh antenna. Jika arah tidak ditentukan maka polarisasi merupakan polarisasi pada arah *gain* maksimum. Pada praktiknya, polarisasi dari energi yang teradiasi bervariasi dengan arah dari tengah antenna, sehingga bagian lain dari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

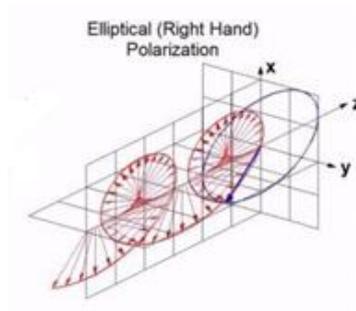
Ada tiga jenis polarisasi gelombang menurut besarnya nilai *axial ration*nya yaitu :

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



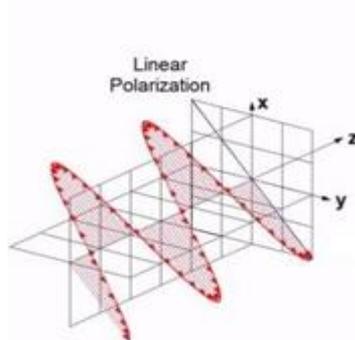
**Gambar 2.6 Polarisasi Sirkular**

(Sumber : Aziz Bayu, dkk 2018)



**Gambar 2.7 Polarisasi Elips**

(Sumber : Aziz Bayu, dkk 2018)



**Gambar 2.6 Polarisasi Linear**

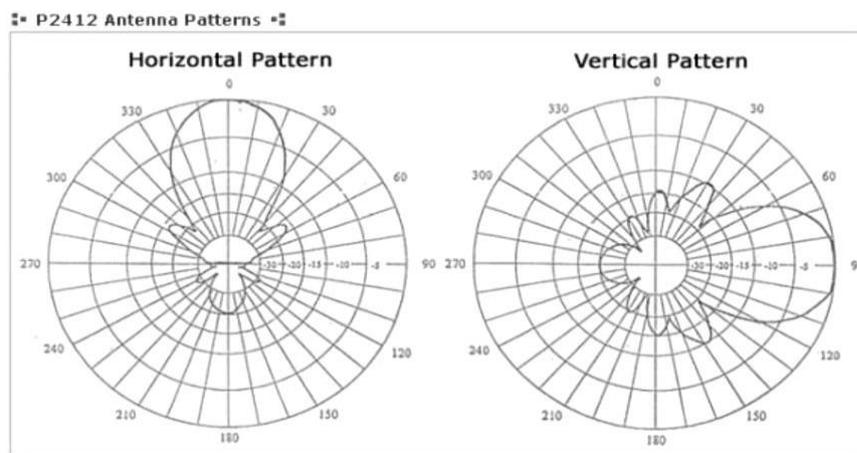
(Sumber : Aziz Bayu, dkk 2018)

### 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 *Directional*

Antena *Directional* mempunyai pola radiasi yang terarah dan dapat menjangkau jarak yang *relative*. Gambar 2.9 merupakan gambaran secara umum bentuk pancaran yang dihasilkan oleh antenna *directional*.



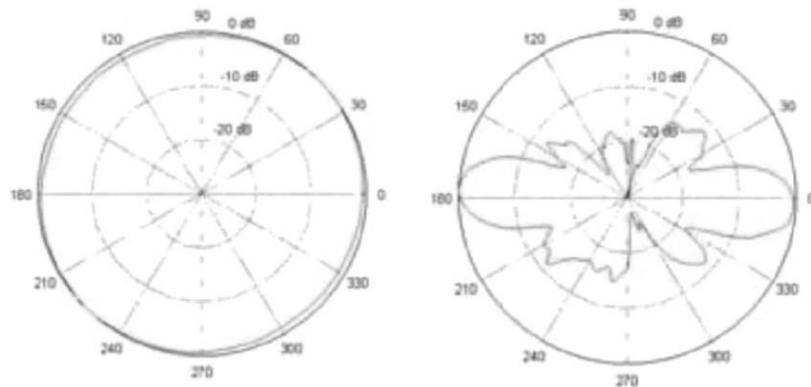
**Gambar 2.9 Bentuk Pola Radiasi Antena *Directional***

(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 2.10 merupakan gambaran secara umum bentuk pancaran yang dihasilkan oleh antenna omnidirectional.



**Gambar 2.10 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 :

$$R \geq \frac{2D^2}{\lambda} \dots\dots\dots (2.22)$$

Dimana :

R = Jarak antenna pemancar dan antenna penerima (m)

D = Ukuran terpanjang dimensi antenna (m)

$\lambda$  = Pajang Gelombang frekuensi (m)

### 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. *Wi-fi*

menggunakan standar komunikasi IEEE 802.11, hanya mencapai cakupan area tidak lebih dari ratusan meter saja. 802.11 adalah standar IEEE untuk *W-LAN indoor*.

Standard IEEE 802.11 memiliki beberapa varian IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n, IEEE 802.11y, IEEE 802.11ac dan lain-lain. Frekuensi kerja di frekuensi 5 GHz yang digunakan pada standar IEEE 802.11a, 802.11n.

## **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 rekuensi 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.