

## 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 : 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.

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

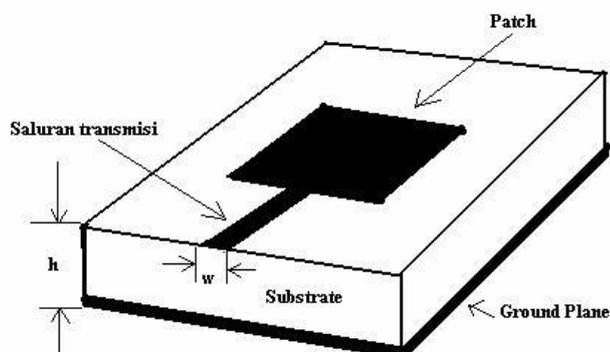
### 2.2.1 Pengertian Antena Mikrostrip

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*

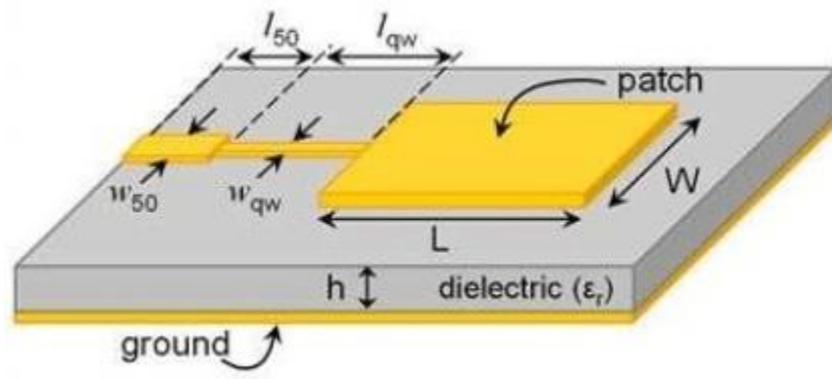
(sumber: Darsono, 2008: 89)

### 2.2.2 Fungsi Antena Mikrostrip

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

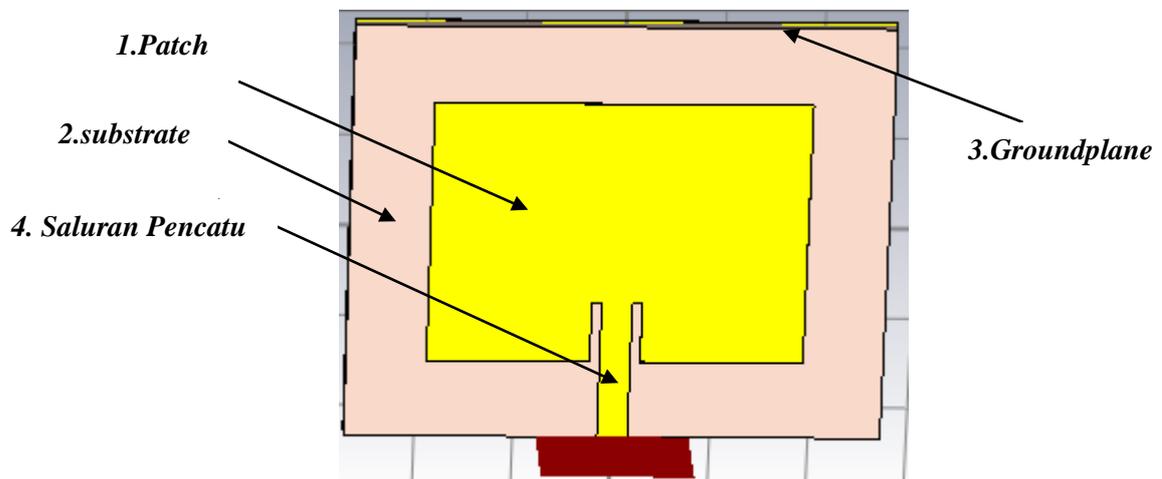
### 2.2.3 Desain Antena Mikrostrip

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



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

(sumber: Pramono, 2014: 109)

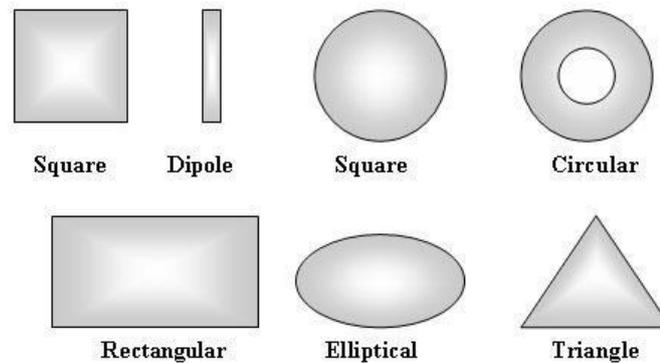


**Gambar 2.3 Desain Antena Mikrostrip**

#### 2.2.3.1 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 2.5. (*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 ( $\epsilon_r$ ), 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 antenna merupakan frekuensi kerja antenna dimana pada frekuensi tersebut seluruh daya dipancarkan secara maksimal. Pada umumnya frekuensi resonansi menjadi acuan frekuensi kerja antenna

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

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

Dengan :  $W$  : Lebar konduktor

$\epsilon_r$  : Konstanta dielektrik

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

$F_r$  : Frekuensi kerja antenna

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:

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

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.

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

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

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

Dengan demikian panjang *patch* ( $L$ ) diberikan oleh :

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

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 antena.

### 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 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.

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

$$\mathbf{Lg = 6h + Lp} \quad (2.6)$$

$$\mathbf{Wg = 6h + Wp} \quad (2.7)$$

Dimana :  $Lg$  : Panjang *groundplane*

$Wg$  : 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 :

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

Dimana  $L_f$  : Panjang pencatu

Selanjutnya untuk menentukan lebar pencatu dengan rumus berikut:

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

Dan,

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

Dimana :  $Z_0$  : Impedansi

$B$  : Induktansi

Sehingga untuk menentukan lebar pencatu ( $W_f$ ) dengan rumus berikut:

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

#### 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 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)

$$Gain = \frac{4\pi (\theta, \emptyset)}{P_{in}} \quad (2.12)$$

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 :

$$Gain = \frac{4\pi(\theta, \phi)}{P_{in}(lossless)} \quad (2.13)$$

Dimana :

Gain = *Absolute gain*

$\pi$  = pi (3,14)

$\theta$  = sudut teta

$\phi$  = Himpunan Kosong

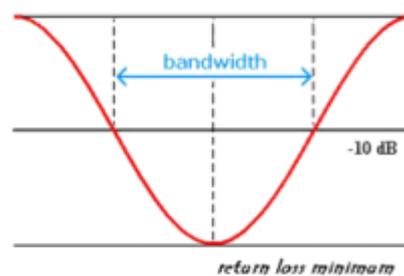
$P_{in}(lossless)$  = Sumber isotropik yang *lossless*

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

$$Gain = Antena \text{ yang diukur} - Antena \text{ referensi} + Gain \quad (2.14)$$

#### 2.2.4.2 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***

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

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

dimana :

BW : Bandwidth

$f_2$  = frekuensi tertinggi

$f_1$  = frekuensi terendah

$f_c$  = frekuensi tengah

Dengan  $f_r$  dirumuskan :

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

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.

### 2.2.4.3 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)

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \quad (2.17)$$

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 :

- $\Gamma = -1$  : refleksi negatif maksimum, ketika saluran terhubung singkat,
- $\Gamma = 0$  : tidak ada refleksi, ketika saluran dalam keadaan *matched* sempurna,
- $\Gamma = +1$  : 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)

### 2.2.4.4 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)

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} \quad (2.18)$$

$$\text{Return loss} = 20 \log_{10} |\Gamma| \quad (2.19)$$

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 antena sudah mampu bekerja pada frekuensi yang diharapkan atau tidak.

#### 2.2.4.5 Polarisasi

Polarisasi antena adalah polarisasi dari gelombang yang ditransmisikan oleh antena. Jika arah tidak ditentukan maka polarisasi merupakan polarisasi pada arah *gain* maksimum. Pada praktiknya, polarisasi dari energi yang teradiasi bervariasi dengan arah dari tengah antena, 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 antena pada suatu arah tertentu.

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

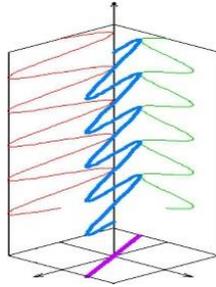
Ada tiga jenis polarisasi gelombang menurut besarnya nilai *axial ration*nya yaitu :

- 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

Polarisasi linier (Gambar 2.6) terjadi jika suatu gelombang yang berubah menurut waktu pada suatu titik di ruang memiliki vektor medan elektrik (atau magnet) pada titik tersebut selalu berorientasi pada garis lurus yang sama pada setiap waktu. Hal ini dapat terjadi jika vektor (elektrik maupun magnet) memenuhi :

- a. hanya ada satu komponen, atau

b. komponen yang saling tegak lurus secara linier yang berada pada perbedaan fasa waktu atau  $180^0$  atau kelipatannya

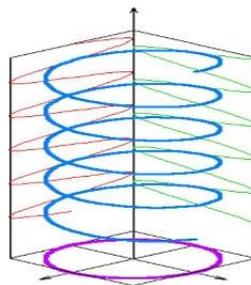


**Gambar 2.6 Polarisasi linier**

Polarisasi melingkar (Gambar 2.7) terjadi jika suatu gelombang yang berubah menurut waktu pada suatu titik memiliki vektor medan elektrik (atau magnet) pada titik tersebut berada pada jalur lingkaran sebagai fungsi waktu. Kondisi yang harus dipenuhi untuk mencapai jenis polarisasi ini adalah :

- Medan harus mempunyai 2 komponen yang saling tegak lurus linier
- Kedua komponen tersebut harus mempunyai magnitudo yang sama
- Kedua komponen tersebut harus memiliki perbedaan fasa waktu pada kelipatan ganjil  $90^0$ .

Polarisasi melingkar dibagi menjadi dua, yaitu *Left Hand Circular Polarization (LHCP)* dan *Right Hand Circular Polarization (RHCP)*.

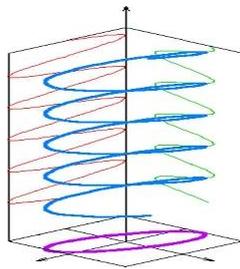


**Gambar 2.7 Polarisasi melingkar**

Polarisasi elips (Gambar 2.8) terjadi ketika gelombang yang berubah menurut waktu memiliki vektor medan (elektrik atau magnet) berada pada jalur kedudukan elips pada ruang. Kondisi yang harus dipenuhi untuk mendapatkan polarisasi ini adalah :

- Medan harus mempunyai dua komponen linier ortogonal

- b. Kedua komponen tersebut harus berada pada magnitudo yang sama atau berbeda
- c. Jika kedua komponen tersebut tidak berada pada magnitudo yang sama, perbedaan fasa waktu antara kedua komponen tersebut harus tidak bernilai  $0^0$  atau kelipatan  $180^0$  (karena akan menjadi linier). Jika kedua komponen berada pada magnitudo yang sama maka perbedaan fasa di antara kedua komponen tersebut harus tidak merupakan kelipatan ganjil dari  $90^0$  (karena akan menjadi lingkaran).



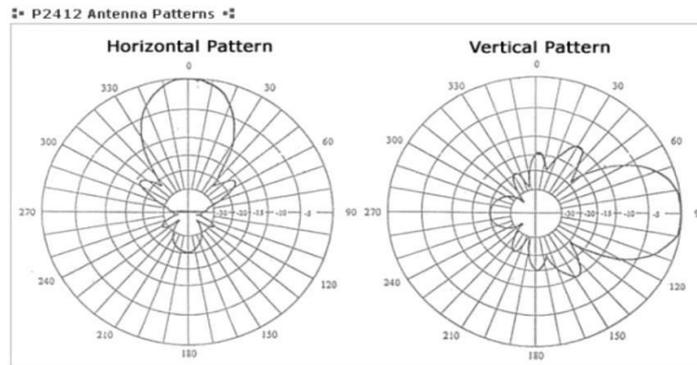
**Gambar 2.8 Polarisasi Elips**

#### 2.2.4.6 Pola Radiasi

Pola radiasi atau pola antena didefinisikan sebagai fungsi matematik atau representasi grafik dari sifat radiasi antena 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 antena adalah plot 3-dimensi distribusi sinyal yang dipancarkan oleh sebuah antena, atau plot 3-dimensi tingkat penerimaan sinyal yang diterima oleh sebuah antena. Pola radiasi antena menjelaskan bagaimana antena meradiasikan energi ke ruang bebas atau bagaimana antena menerima energi.

a. Pola Radiasi Antena *Directional*

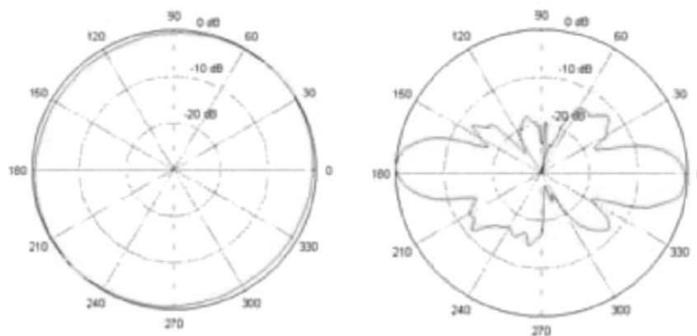
Antena *Directional* mempunyai pola radiasi yang terarah dan dapat menjangkau jarak yang *relative*. Gambar 2.9 merupakan gambaran secara umum bentuk pancaran yang dihasilkan oleh antena *directional*.



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

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 antena omnidirectional.



**Gambar 2.10 Bentuk Pola Radiasi Antena Omnidirectional**

### 2.3 *Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX)*

WiMAX adalah singkatan dari *Worldwide Interoperability for Microwave Access*, merupakan teknologi akses nirkabel pita lebar (*broadband wireless access* atau disingkat BWA) yang memiliki kecepatan akses yang tinggi dengan jangkauan yang luas. WiMAX merupakan evolusi dari teknologi BWA

sebelumnya dengan fitur-fitur yang lebih menarik, selain itu juga memberikan kecepatan data yang tinggi. Dengan kecepatan data sampai 100Mbps.

Hal yang membedakan WiMAX dengan WiFi adalah standar teknis yang bergabung di dalamnya, jika WiFi menggabungkan standar IEEE 802.11 dengan ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) HiperLAN sebagai standar teknis yang cocok untuk keperluan WLAN, sedangkan WiMAX merupakan penggabungan antara standar IEEE 802.16 dengan standar ETSI HiperMAN. Standar keluaran IEEE banyak digunakan secara luas di daerah asalnya, Amerika, sedangkan standar keluaran ETSI meluas penggunaannya di daerah Eropa dan sekitarnya. Untuk membuat teknologi ini dapat digunakan secara global, maka diciptakanlah WiMAX. (*Thomas Sri Widodo, 2008*)

## **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.