

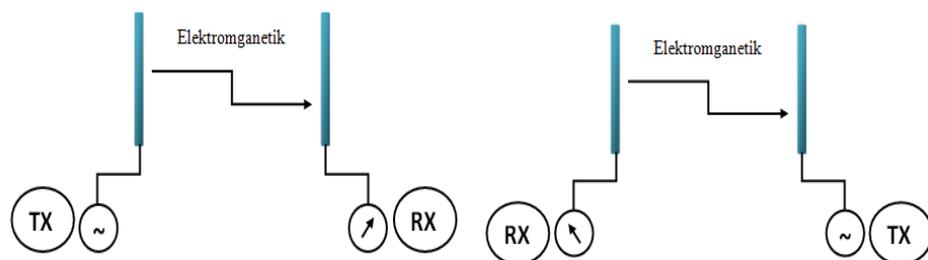
## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 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.

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. [4]



**Gambar 2.1 Gambaran Sifat Reciprocal Antena.**

(Sumber: Topan, 2019)

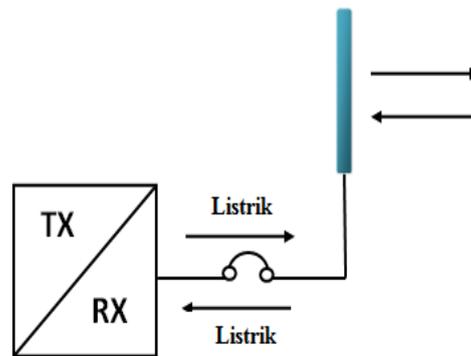
Antena dapat juga didefinisikan sebagai konduktor elektrik atau suatu sistem konduktor elektrik yang digunakan baik untuk meradiasikan energi elektromagnetik atau untuk mengumpulkan energi elektromagnetik.

#### 2.1.2 Fungsi Antena

Berdasarkan definisi antena atau berdasarkan cara kerja antena maka antena memiliki 3 fungsi pokok yaitu : [4]

### 1. Antena berfungsi sebagai Konverter

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

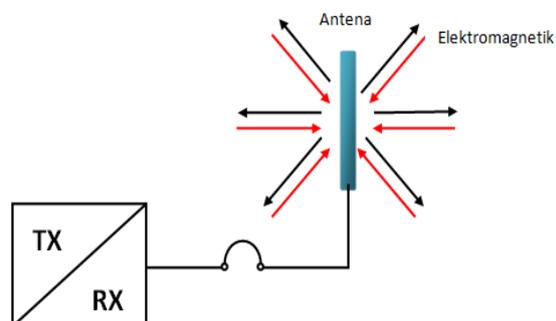


**Gambar 2.2 Antena Sebagai Konverter.**

(Sumber: Topan, 2019)

### 2. Antena berfungsi sebagai Radiator/Re-Radiator

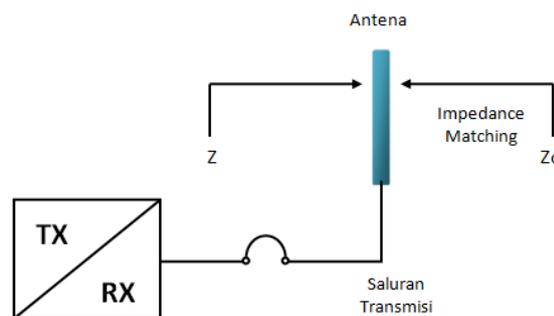
Antena berfungsi sebagai Radiator/Re-Radiator karena berfungsi sebagai peradiasi sinyal dimana sinyal elektromagnetik yang dihasilkan antena akan diradiasikan ke udara bebas sekelilingnya. Sebaliknya jika antenna menerima radiasi elektromagnetik dari udara bebas fungsinya dikatakan Re-Radiator. Jadi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



**Gambar 2.3 Antena Sebagai Radiator/Re-Radiator.**

### 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: Topan, 2019)

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

### 2.1.3 Jenis-Jenis Antena

#### 1. Jenis Antena Berdasarkan Bahan

Elemen antena terbuat dari penghantar atau konduktor. Bahan yang dipilih harus memiliki daya hantar yang tinggi. Contoh bahan yang umum digunakan adalah tembaga dan aluminium. Pemilihan bahan antena disesuaikan dengan beban kerja antena tersebut. Untuk antena yang akan bekerja dengan daya besar/daya tinggi maka dipilih bahan yang tahan panas biasanya digunakan bahan tembaga sedangkan untuk antena yang akan bekerja dengan daya kecil diberi bahan yang ringan dan portable. Bahan yang dipilih biasanya aluminium. Berdasarkan pilihan

bahan ini maka dikenal 2 jenis antena yaitu Solid Wire Antena dan Aperture Antena.[4]

## **2. Jenis Antena Berdasarkan Jumlah Kutub**

Antena dihubungkan dengan pesawat komunikasi menggunakan saluran transmisi atau kabel transmisi dimana saluran yang umum digunakan berupa kabel coaxial. Saluran transmisi dipasangkan baik pada pesawat komunikasi maupun pada antena melalui kutub-kutubnya atau terminal-terminalnya. Kutub pada pesawat telekomunikasi umumnya ada 2 yaitu kutub signal (+) dan kutub ground (-). Berdasarkan jumlah kutub ini dikenal 2 jenis antena yaitu Monopole Antena dan Dipole Antena.[4]

## **3. Jenis Antena Berdasarkan Konstruksi//Bentuk Desain**

Desain konstruksi antena didasarkan pada aplikasi antena tersebut. Aplikasi antena disesuaikan dengan jenis sistem komunikasi atau karakter sistem komunikasi. Ada komunikasi yang mengharuskan pancaran sinyal ke segala arah maka harus dibuat antena yang mempunyai karakter seperti itu. Ada juga komunikasi yang hanya memancarkan sinyal ke satu arah dan ada yang ke segala arah maka harus didesain antena dengan terarah.

Antena transmitter broadcasting harus mempunyai karakter yang bisa memancarkan sinyal ke segala arah. Sementara antena-antena radio amatir dan antena-antena untuk komunikasi tertentu harus mempunyai karakter yang dapat memancarkan sinyal terarah. [4]

Berdasarkan ini maka, dikenal 4 jenis desain antena:

### **1. Antena tunggal**

Merupakan antena yang didesain hanya mempunyai satu buah elemen, bentuk desainnya berupa antena batang atau Rod antena. Antena jenis ini mempunyai pola pancaran radiasi ke segala arah disekeliling batangan antena. Antena ini sangat cocok untuk antena *transmitter broadcasting*. Instalasinya selalu dipasangkan vertikal. [4]

## 2. Antena Deret

Merupakan antena yang didesain mempunyai banyak elemen (3 atau lebih elemen) yang disusun secara berderet-deret. Antena jenis ini biasa juga dikenal dengan istilah Array (deret), antena ini didesain untuk menghasilkan pola pancaran radiasi satu arah (terarah). Contoh pengaplikasiannya sebagai radio amatir dan antena penerima TV. [4]

Antena deret mempunyai 3 elemen deret :

- a. Elemen Driver/feeder
- b. Elemen Reflector
- c. Elemen Director

## 3. Antena Pantul

Merupakan antena yang didesain bekerja memanfaatkan efek pemantulan sinyal gelombang elektromagnetik. [4]

1. Efek pantulan sinyal elektromagnetik identik dengan efek pantul cahaya.
2. Antena pantul didesain untuk menghasilkan pancaran energi radiasi yang terarah dan fokus.
3. Antena ini didesain mempunyai 2 kelompok elemen, yaitu :
  - a. Elemen driver/feeder merupakan antena elemen. 4 elemen bantu yang berfungsi memantulkan radiasi dan mengarahkannya ke arah tertentu secara terfokus. Elemen ini bisa didesain dengan elemen dipole yang sangat kecil dengan panjang elemen yang disesuaikan frekuensi kerja antena.
  - b. *Casegran Parabolic* antena mempunyai gain yang jauh lebih tinggi dari *font feed* antena, dimana *font feed* parabolic antena mempunyai gain yang dapat mencapai 60 dB, sedangkan *casegran* mempunyai gain yang mencapai 80 dB, *font feed* parabolic antena umum ditemukan

dipasaran sedangkan casegrain khusus digunakan pada stasiun-stasiun bumi.

#### 4. Antena Bias

Antena yang didesain bekerja memanfaatkan efek pembiasan sinyal gelombang elektromagnetik pembiasan gelombang elektromagnetik identik dengan pembagian cahaya. Antena jenis ini didesain mempunyai 2 elemen, yaitu :

- a. Elemen driver/feeder, didesain dengan elemen open dipole yang sangat kecil, dimana panjang elemen disesuaikan dengan frekuensi kerja antena.
- b. Elemen bias/reflektor merupakan elemen bantu yang berfungsi membiaskan sinyal dan sekaligus mengarahkan sinyal secara terfokus. Elemen ini dapat dibuat dari lensa/bahan yang dapat bekerja seperti lensa.

Antena berdasarkan bentuknya antara lain mikrostrip, parabola, vee, horn, helix dan loop. Walaupun amat sering kita jumpai teleskop radio yang menggunakan antena berbentuk parabola, ada beberapa jenis antena lainnya yang juga sering digunakan pada sebuah teleskop radio atau interferometer. Misalnya, Mauritius Radio Telescope (MRT) yang menggunakan 1084 buah antena berbentuk helix. [4]

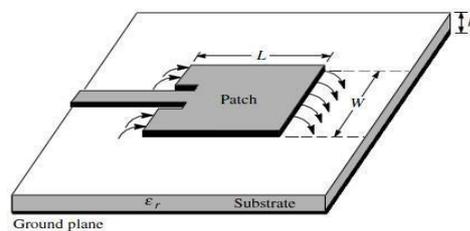
## **2.2. Antena Mikrostrip**

### **2.2.1 Pengertian Antena Mikrostrip**

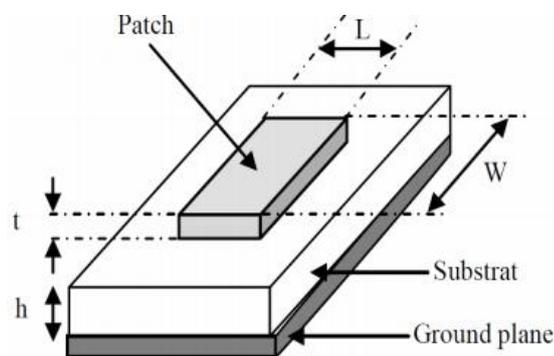
Antena mikrostrip pertama kali diperkenalkan pada tahun 1950, dan perkembangannya dilakukan secara serius pada tahun 1970. Melalui beberapa dekade penelitian, diketahui bahwa kemampuan beroperasi antena mikrostrip diatur oleh bentuknya. Antena mikrostrip merupakan salah satu antena yang paling populer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

digunakan untuk perangkat telekomunikasi yang sekarang ini memperhatikan bentuk dan ukuran.[5]

Antena mikrostrip adalah suatu konduktor metal yang menempel diatas *ground plane* yang diantaranya terdapat bahan dielektrik. Antena mikrostrip merupakan antena yang memiliki massa 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. [5]



Gambar 2.5 Struktur Antena Mikrostrip  
(Sumber: Nadia, Martha. 2019)

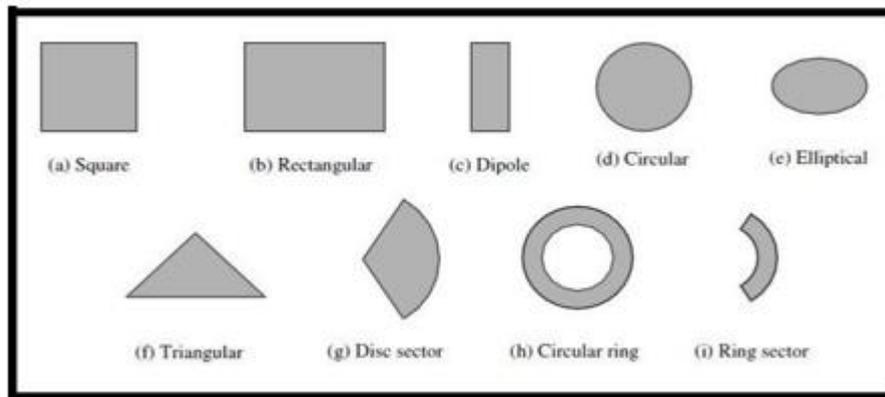


### 2.2.2 Macam-macam Antenna mikrostrip

Berdasarkan bentuk patch-nya antena mikrostrip terbagi menjadi : [5]

- Antena mikrostrip *patch* persegi panjang (*rectangular*)
- Antena mikrostrip *patch* persegi (*square*)

- c. Antena mikrostrip *patch* lingkaran (*circular*)
- d. Antena mikrostrip *patch* elips (*elliptical*)
- e. Antena mikrostrip *patch* segitiga (*triangular*)
- f. Antena mikrostrip *patch* *circular ring*



Gambar 2.6 Jenis Patch Antena Mikrostrip

### 2.2.3 Macam- Macam lapisan Antenna Mikrostrip.

Antena mikrostrip terdiri dari tiga lapisan. Lapisan tersebut adalah *Conducting patch*, substrat dielektrik, dan *ground plane*. Masing–masinglapisan ini memiliki fungsi yang berbeda. [5]

#### 1. *Conducting Patch*

Plat konduktor ini umumnya terbuat dari tembaga. Fungsinya adalah untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara. Plat ini terletak paling atas dari keseluruhan sistem antena. *Patch* terbuat dari bahan *rectangular*, segitiga, ataupun bentuk *circular ring*.

#### 2. *Conducting Patch*

Plat konduktor ini umumnya terbuat dari tembaga. Fungsinya adalah untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara. Plat ini terletak paling atas dari keseluruhan sistem antena. *Patch* terbuat dari bahan *rectangular*, segitiga, ataupun bentuk *circular ring*. [5]

### 3. Substrat dielektrik.

Substrat dielektrik berfungsi sebagai media penyalur GEM dari catuan. Karakteristik substrat sangat berpengaruh pada besar parameter-parameter antenna. Pada antenna mikrostrip, semakin tinggi besar permitivitas relatif, ukuran *conducting patch* akan semakin kecil dan sebagai akibatnya memperkecil daerah radiasi. Pengaruh ketebalan substrat dielektrik terhadap parameter antenna adalah pada *bandwidth*. Penambahan ketebalan substrat akan memperbesar *bandwidth*. tetapi berpengaruh terhadap timbulnya gelombang permukaan (*surface wave*). Adapun jenis-jenis substrate sebagai berikut. [5]

Tabel 2.1 Jenis-jenis Substrat

$\epsilon_r$	Bahan	Supplier
1.0	<i>Aeroweb (honeycomb)</i>	<i>Ciba Geigy, Bonded Structures Div., Duxford, Cambridge, CB2 4QD</i>
1.06	<i>Eccofoam PP-4 (flexible low-loss plastic foam sheet)</i>	Emerson & Cumming Inc, Canton, Massachusetts, USA (Colville Road, Acton, London. W3 8BU, UK)
1.4	<i>Thermoset microwave foam material</i>	Rogers Corp., Bo 700, Chandler, AZ 85224, USA. (Mektron Circuit Systems Ltd., 119 Kingston Road, Leatherhead, Surrey, UK)
2.1	RT Duroid 5880 ( <i>microfiber Teflon glass laminate</i> )	Rogers Corp
2.32	Polyguide 165 ( <i>polyolefin</i> )	Electronized Chemical Corp., Burlington, MA 01803, USA
2.52	Fluorglas 6001 1 ( <i>PTFEimpregnated glass cloth</i> )	Atlantic Laminates, Oak Materials Group, 174 N. Main St., Franklin, MH 0323, USA. (Walmore Defence Components,

		Laser House, 1321140 Goswell Road, London, EC1V 7LE)
2.62	Rexolite 200 ( <i>cross-linked styrene copolymer</i> )	Atlantic Laminates
3.20	Schaefer Dielectric Material, PT ( <i>polystyrene with titania filler</i> )	Marconi Electronic Devices Ltd., Radford Crescent, Billericay, Essex, CM12 ODN, UK
3.5	Kapton film ( <i>copper clad</i> )	Dupont (Fortin Laminating Ltd., Unit 3, Brookfield Industrial Estate, Glossop, Derbyshire, UK)
3.75	Quartz ( <i>fuzed silica</i> )	A & D Lee Co. Ltd., Unit 19, Marlissa Drive, Midland Oak Trading Estate, Lythalls Lane, Coventry, U
6.0	RT Duroid 6006 (ceramic-loaded PTFE)	Rogers corp.,
9.9	Alumina	Omni Spectra Inc, 24600 Hallwood Ct. Farmington, Michigan, 48024, US Omni Spectra, 50 Milford Road, Reading, Berks, RG1 8LJ, UK)
10.2	RT Duroid 6010 ( <i>ceramic-loaded PTFE</i> )	Rogers Corp.,
11	Sapphire	Tyco Saphikin (A & D Lee Co Ltd., Unit 19, Marlissa Drive, Midland Oak Trading Estate, Lythalls Lane, Coventry, UK)

#### 4. *Ground plane.*

*Ground plane* antena mikrostrip bisa terbuat dari bahan konduktor, yang berfungsi sebagai *reflector* dari gelombang elektromagnetik.

### 2.3 Antenna Mikrostrip *Dual Band*

#### 2.3.1 Pengertian Antenna Mikrostrip *Dualband*

Antenna Mikrostrip *Dualband* merupakan suatu jenis antena mikrostrip yang dapat bekerja pada dua buah frekuensi yang berbeda. Terdapat tiga jenis antena mikrostrip *dualband*, yaitu:

- A. Orthogonal mode dual-frequency patch antenna
- B. Multipatch dual frequency antenna
- C. Reactively-loaded dual-frequency patch antenna

Orthogonal mode dual frequency antenna adalah satu jenis antena mikrostrip yang dapat dicatu oleh dua mode dominan yang orthogonal satu dengan lainnya sedangkan multi-patch dual frequency antenna adalah satu jenis antena mikrostrip yang mempergunakan lebih dari satu elemen mempunyai frekuensi resonansi yang berbeda-beda. adapun jenis yang ketiga adalah reactively-loaded dual frequency patch antenna, yaitu satu jenis antena mikrostrip yang diberikan beban reaktif tambahan sehingga secara keseluruhan antena tersebut akan bersonasi pada dua frekuensi yang berbeda. [6]

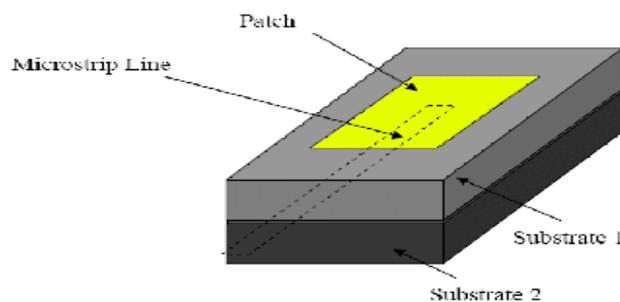
#### 2.3.2 Desain Antenna Mikrostrip *Dualband*

Teknik pencatuan pada antena mikrostrip adalah teknik untuk mentransmisikan energi elektromagnetik ke antena mikrostrip dan teknik pencatuan merupakan salah satu hal penting dalam menentukan proses perancangan (desain) antena mikrostrip *dualband*. Masing-Masing teknik mempunyai kelebihan dan kelemahan masing-masing.[5]

##### 1. *Electromagnetically Coupled (EMC)*

Salah satu kelemahan antena mikrostrip adalah *bandwidth* yang sempit. Banyak cara yang dapat digunakan untuk mengatasi kelemahan ini, antara lain

dengan menggunakan substrat yang tebal, dengan menambahkan parasitic agar mendapat tanggapan resonansi ganda. Kemudian dengan menggunakan saluran mikrostrip yang dikopel secara *proximity* pada *patch* yang terletak pada lapisan di atas saluran. Dengan posisi saluran catu di atas patch, maka saluran tersebut dapat dibawa ke bagian bawah antena, sehingga ada dua substrat yang digunakan pada teknik ini yang berada diatas bidang petanahan , dengan menghilangkan bidang pentanahan pada substrat yang berada di atas. Geometri antena mikrostrip menggunakan saluran mikrostrip yang dikopel secara *proximity* .[5]



Gambar 2.7 *Electromagnetically coupled*

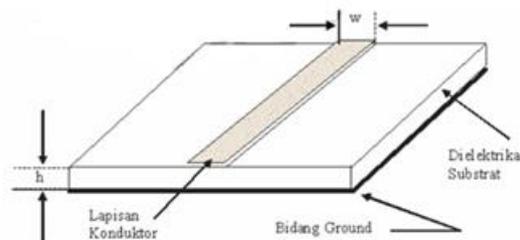
(Sumber: Nadia, Martha. 2019)

Dua substrat dielektrik akan digunakan jika teknik pencatuan ini diterapkan. Saluran pencatu terletak diantara dua substrat tersebut dan elemen peradiasi terelatak pada substrat bagian atas. Keuntungan utama dari teknik pencatuan ini adalah dapat mengeliminasi radiasi pada elemen pencatu (*spurious feed radiation*) dan mampu menghasilkan bandwidth yang tinggi (13%), karena meningkatkan ketebalan pada *patch* antena. Pada teknik ini dapat digunakan dua substrat dielektrik yang berbeda (ketebalan dan konstanta dielektrik substrat), satu untuk elemen peradiasi dan satu substrat lainnya untuk saluran pencatu.

Substrat bagian atas (*upper substrate*) yaitu substrat dimana antena membutuhkan substrat yang relatif lebih tebal dengan nilai konstanta dielektrik yang relatif kecil. Hal tersebut meningkatkan bandwidth dan performa radiasi dari antena. Substrat bagian bawah yaitu substrat dengan saluran pencatu membutuhkan substrat yang tipis dengan konstanta dielektrik yang relatif lebih tinggi dari substrat pada bagian atas.[5]

## 2. Microstrip Feeding

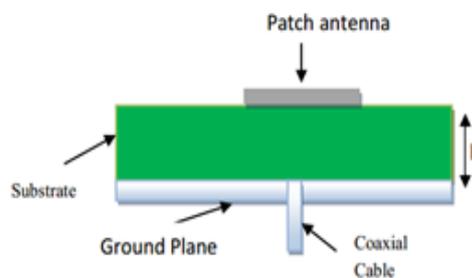
Saluran transmisi mikrostrip tersusun dari dua konduktor, yaitu sebuah *strip* dengan lebar  $w$  dan bidang pentanahan, keduanya dipisahkan oleh suatu substrat yang memiliki permitivitas relatif  $\epsilon_r$  dengan tinggi  $h$ . Parameter utama yang penting untuk diketahui pada suatu saluran transmisi adalah impedansi karakteristiknya  $Z_0$ . Impedansi karakteristik  $Z_0$  dari saluran mikrostrip ditentukan oleh lebar strip ( $w$ ) dan tinggi substrat ( $h$ ).



Gambar 2.8 Saluran Mikrostrip

## 3. Coaxial Feeding

Coaxial feeding merupakan salah satu teknik pencatuan yang mana konduktor dalam coaxialnya disematkan pada elemen peradiasi yang konduktor luarnya terhubung dengan ground plane. Keuntungan menggunakan coaxial feeding adalah pembuatan yang mudah, mudah dimatchingkan, dan kerugiannya bandwidthnya sempit serta sulit dimodelkan ketika *substratnya* sempit.[5]

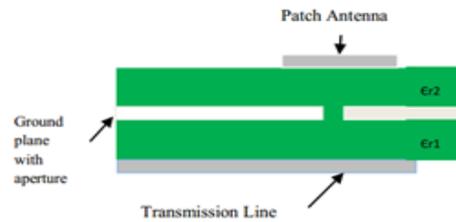


Gambar 2.9 Coaxial Feeding

## 4. Aperture Feeding

Dalam teknik ini, Saluran transmisi dipisahkan dari antenna menggunakan sebuah plat konduktor yang mempunyai aperture untuk melewatkan energi ke antenna. Substrate yang diatas dapat dibuat dengan permitivitas yang lebih rendah

dari yang dibawah untuk menghasilkan radiasi yang lebih baik. Kerugiannya adalah sulit untuk disusun/dibuat.[5]



Gambar 2.10 *Aperture Feeding*

### 2.3.3 Gain Antena Mikrostrip *Dualband*

Ada dua jenis parameter penguatan (*Gain*) yaitu *absolute gain* dan *relative gain*. *Absolute gain* pada sebuah antena didefinisikan sebagai perbandingan antaraintensitas 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. [7]

$$Gain = \frac{4\pi U(\theta, \phi)}{P_{in}} \dots \dots \dots (2.1)$$

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 : [7]

$$Gain = \frac{4\pi U(\theta, \phi)}{P_{in}(lossless)} \dots \dots \dots (2.2)$$

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

$$G_t \text{ (dB)} = (P_t \text{ (dBm)} - P_s \text{ (dBm)}) + G_s \text{ (dB)} \quad (2 - 3)$$

Dimana :

$G_t$  = Gain antenna mikrostrip

$P_t$  = Nilai level sinyal maksimum yang diterima antenna mikrostrip

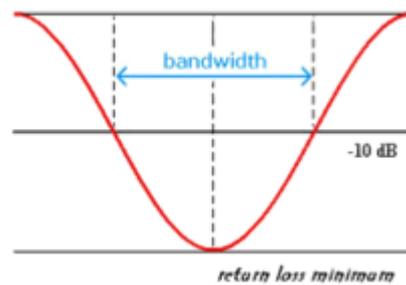
$P_s$  = Nilai level sinyal maksimum yang diterima GSM

= Gain GSM

$G_s$

#### 2.3.4 Bandwidth Antena Mikrostrip Dualband

*Bandwidth* (Gambar 2.11) 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. [7]



Gambar 2.11. Rentang frekuensi yang menjadi *bandwidth*

*Bandwidth* dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut ini. [7]

$$BW = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100\% \dots \dots \dots (2-4)$$

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* antena berada pada keadaan *matching* dengan saluran pencatu. Hal ini terjadi karena impedansi dari elemen antena 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 antena 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.

## 2.4 Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

VSWR adalah perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri (*standingwave*) 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. [7]

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \quad (2-5)$$

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.

Sedangkan rumus untuk mencari nilai VSWR adalah;

$$S = \frac{|\tilde{V}|_{\max}}{|\tilde{V}|_{\min}} = \frac{1 + |\tau|}{1 - |\tau|} \quad \dots\dots\dots (2-6)$$

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  $VSWR \leq 2$ . [7]

## 2.5 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.[7]

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_l - Z_0}{Z_l + Z_0} = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} \dots \dots \dots (2-7)$$

$$\text{Return loss} = 20 \log_{10} |\Gamma| \dots \dots \dots (2-8)$$

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. [7]

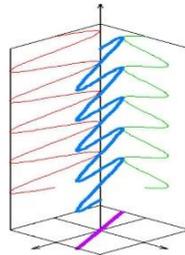
## 2.6 Polarisasi Antena

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). Polarisasi linier 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. [7]

- 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

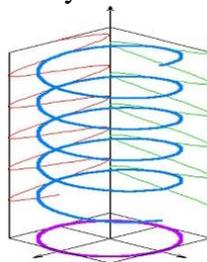


Gambar 2.12 Polarisasi linier

Polarisasi melingkar 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 : [7]

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

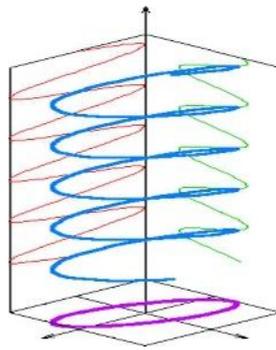
Polarisasi melingkar dibagi menjadi dua, yaitu *Left Hand Circular Polarization (LHCP)* dan *Right Hand Circular Polarization (RHCP)*. *LHCP* terjadi ketika  $d = +p / 2$ , sebaliknya *RHCP* terjadi ketika  $d = -p / 2$ . [7]



Gambar 2.13 Polarisasi melingkar

Polarisasi elips (Gambar 2.13) 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 :

- a. 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).[7]



Gambar 2.14 Polarisasi Elips

Pada antenna mikrostrip terdapat ukuran dimensi antenna sebagai berikut; [8]

a. Patch

$$Wp = \frac{c}{2f^0 \sqrt{\frac{\epsilon r + 1}{2}}} \dots \dots \dots (2-9)$$

Dimana :

c =Kecepatan Cahaya ( $3 \times 10^8$  m/s)

f = Frekuensi Antena

$\epsilon r$  = Permittivitas relative substrat (4.3)

Dimana nilai;

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon r + 1}{2} + \frac{\epsilon r - 1}{2} \left[ \frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{wp}}} \right] \dots \dots \dots (2 - 10)$$

Dimana :

$\epsilon_{eff}$  = Permittivitas efektif substrat

$W_p$  = Lebar Patch

$h$  = Tebal Substrat

Sedangkan untuk mendapatkan nilai panjang *patch* menggunakan pendekatan persamaan berikut;

$$L_{eff} = \frac{c}{2f^0 \sqrt{\epsilon_{eff}}} \dots \dots \dots (2-11)$$

Dimana;

$$\Delta L = 0.412h \left[ \frac{(\epsilon_{eff} + 0.3) \left( \frac{w}{h} + 0.264 \right)}{(\epsilon_{eff} - 0.258) \left( \frac{w}{h} + 0.8 \right)} \right] \dots \dots \dots (2-12)$$

maka didapat hasil untuk panjang *patch*

$$L_p = L_{eff} - 2 \Delta L$$

#### b. *Groundplane*

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

$$L_g = 6h + L_p \dots \dots \dots (2-13)$$

Dimana :

$L_g$  = Panjang *Groundplane*

$h$  = Tebal Substrat (1,6)

$L_p$  = Panjang Patch

$$W_g = 6h + W_p \dots \dots \dots (2-14)$$

Dimana :

$W_g$  = Lebar *Groundplane*

$W_p$  = Lebar Patch

#### c. *Microstripline*

Untuk mendapatkan nilai *feedline* menggunakan pendekatan persamaan berikut;

$$Lf = \frac{w}{2} \dots \dots \dots (2-15)$$

Dimana nilai;

$$B = \frac{60 \pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon r}} \dots \dots \dots (2-16)$$

Dimana :

$Z_0$  = Impedansi Pencatu

untuk nilai panjang catuannya sebagai berikut;

$$Wf = \frac{2(h)}{\pi} \left[ B + 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon r - 1}{2\epsilon r} \left[ \ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon r} \right] \right] \dots \dots \dots (2-17)$$

## 2.7 Long Term Evolution (LTE)

Long Term Evolution (LTE) didefinisikan dalam standar 3GPP (Third Generation Partnership Project) Release 8 dan juga merupakan evolusi teknologi 1xEV-DO sebagai bagian dari roadmap standar 3GPP-2. Teknologi ini dirancang untuk menyediakan efisiensi spektrum yang lebih baik, peningkatan kapasitas radio, latency dan biaya operasional yang rendah bagi operator serta layanan mobile broadband kualitas tinggi untuk para pengguna. Oleh karena itu, untuk merealisasikannya perlu dilakukan perancangan jaringan. LTE mendukung kecepatan hingga 100 Mbps untuk downlink dan 50 Mbps untuk uplink pada channel bandwidth 20 MHz. LTE biasa disebut sebagai tipe layanan nirkabel Fourth Generation (4G). LTE menawarkan layanan mobile broadband yang superior dengan menggunakan femtocells dan picocells, dalam koordinasi dengan jaringan inti. Sistem LTE memiliki standar bandwidth mulai dari 1.4 MHz hingga 20 MHz dan dapat beroperasi baik pada frekuensi standar IMT-2000 (850 MHz, 1800 MHz, 1900 MHz, 2100 MHz) maupun frekuensi baru seperti 700 MHz dan 2.5 GHz . Pada teknologi pra-generasi keempat, terjadi perubahan yang signifikan dari segi konfigurasi jaringan akses.[9]

## 2.8 Teknologi Wifi

Wi-Fi adalah sebuah teknologi yang memanfaatkan peralatan elektronik untuk bertukar data secara nirkabel (menggunakan gelombang radio) melalui

sebuah jaringan komputer, termasuk koneksi Internet berkecepatan tinggi. Wi-Fi Alliance mendefinisikan Wi-Fi sebagai "produk jaringan area lokal nirkabel (WLAN) apapun yang didasarkan pada standar Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) 802.11". Meski begitu, karena kebanyakan WLAN zaman sekarang didasarkan pada standar tersebut, istilah "Wi-Fi" dipakai dalam bahasa Inggris umum sebagai sinonim "WLAN".

Titik akses (atau hotspot) seperti itu mempunyai jangkauan sekitar 20 meter (65 kaki) di dalam ruangan dan lebih luas lagi di luar ruangan. Cakupan hotspot dapat mencakup wilayah seluas kamar dengan dinding yang memblokir gelombang radio atau beberapa mil persegi — ini bisa dilakukan dengan memakai beberapa titik akses yang saling tumpang tindih.

1. Frekuensi 2.4Ghz, dari 2412MHz hingga 2472MHz.
2. Frekuensi 5.8Ghz, dari 5725MHz hingga 5825MHz.
3. Lebar pita frekuensi adalah hingga 20Mhz untuk 5Ghz dan hingga 40Mhz untuk 2.4Ghz [10]