

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Antena**

Antena adalah perangkat yang berfungsi untuk memindahkan energi gelombang elektromagnetik dari media kabel ke udara atau sebaliknya dari udara ke media kabel. Karena merupakan perangkat perantara antara media kabel dan udara, maka antena harus mempunyai sifat yang sesuai (*match*) dengan media kabel pencatunya. Prinsip ini telah diterangkan dalam saluran transmisi.[1]

Antena adalah salah satu elemen penting yang harus ada pada sebuah teleskop radio, TV, radar, dan semua alat komunikasi nirkabel lainnya. Sebuah antena adalah bagian vital dari suatu pemancar atau penerima yang berfungsi untuk menyalurkan sinyal radio ke udara. Bentuk antena bermacam-macam sesuai dengan desain, pola penyebaran dan frekuensi dangain. Panjang antena secara efektif adalah panjang gelombang frekuensi radio yang dipancarkan nya. Antena dipole setengah gelombang adalah sangat populer karena mudah dibuat dan mampu memancarkan gelombang radio secara efektif.[1]

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 energy 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.[1]

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*),

## 2.2 Karakter Antena

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.[4]

### 2.2.1 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 rumus :

$$Gain = \frac{4\pi U(\theta, \phi)}{P_n} \quad (2-1)$$

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 :

$$G = \frac{4\pi U(\theta, \phi)}{P_{in}(lossless)} \quad (2-2)$$

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 :

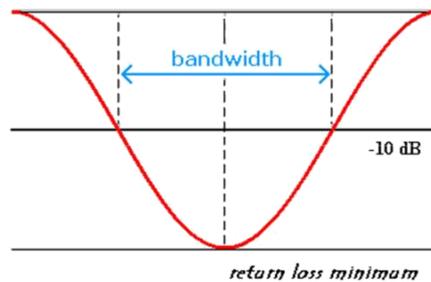
$G_t$  = Gain antenna mikrostrip

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

$P_s$  = Nilai level sinyal maksimum yang diterima GSM

### 2.2.2 Bandwidth

*Bandwidth* (Gambar 2.1) 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[4]



Sumber; Surjati I “Antena Mikrostrip ; Konsep dan Aplikasinya Universitas Trisakti (hal 19)

Gambar 2.1. Rentang frekuensi yang menjadi *bandwidth*

*Bandwidth* dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut ini :

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

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* 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 -10 dB dan 2.
- b. *Pattern bandwidth*, yaitu rentang frekuensi di mana *bawidth*, *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.

### 2.2.3 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 ( $\Gamma$ ): [13]

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

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: [13]

- 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;

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

Sumber; Surjati I “Antena Mikrostrip ; Konsep dan Aplikasinya Universitas Trisakti (hal 17)

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 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.[13]

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Zl-Zo}{Zl+Zo} = \frac{VSWR-1}{VSWR+1} \quad (2-7)$$

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

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

Dengan menggunakan nilai  $VSWR \leq 2$  maka diperoleh nilai *return loss* yang dibutuhkan adalah di bawah -10 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.

### 2.2.5 Polarisasi

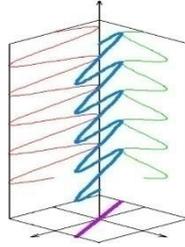
Polarisasi antenna adalah polarisasi dari gelombang yang ditransmisikan oleh antenna. Jika arah tidak ditentukan maka polarisasi merupakan polarisasi pada arah *gain* maksimum. Pada praktiknya, polarisasi dari energi yang teradiasi bervariasi dengan arah dari tengah antenna, sehingga bagian lain dari pola radiasi mempunyai polarisasi yang berbeda.[13]

Polarisasi dari gelombang yang teradiasi didefinisikan sebagai suatu keadaan gelombang elektromagnetik 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 (Gambar 2.2) 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



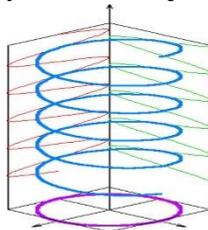
Gambar 2.2 Polarisasi linier<sup>[13]</sup>

Sumber; Surjati I “Antena Mikrostrip ;Konsep dan Aplikasinya Universitas Trisakti (hal 25)

Polarisasi melingkar (Gambar 2.3) 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)*. *LHCP* terjadi ketika  $d= +p / 2$  , sebaliknya *RHCP* terjadi ketika  $d= -p / 2$



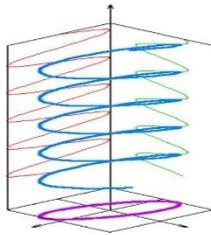
Gambar 2.3 Polarisasi melingkar<sup>[13]</sup>

Sumber; Surjati I “Antena Mikrostrip ; Konsep dan Aplikasinya Universitas Trisakti (hal 26)

Polarisasi elips (Gambar 2.4) 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).



Gambar 2.4 Polarisasi Elips<sup>[13]</sup>

Sumber; Surjati I “Antena Mikrostrip ; Konsep dan Aplikasinya Universitas Trisakti (hal 27)

### 2.2.6 Persamaan yang digunakan untuk Antenna *Microstrip Patch Circular*

Karena antenna yang digunakan berbentuk circular, maka persamaan – persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut : [7]

1. Menentukan fungsi logaritmik antenna :

$$F = \frac{8.791 \times 10^9}{f\sqrt{\epsilon_r}} \quad (2-9)$$

2. Menentukan jari – jari elemen peradiasi :

$$a = \frac{F}{\left\{1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r f} \left[ \ln \left( \frac{\pi F}{2h} \right) + 1.7726 \right] \right\}^{\frac{1}{2}}} \quad (2-10)$$

3. Menentukan B dari nilai impedansi :

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2-11)$$

4. Menentukan lebar saluran pencatu :

$$w = \frac{2 \times 1.6}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2 \times B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2 \times \epsilon_r} \left[ \ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right] \right\} \quad (2-12)$$

5. Menentukan panjang saluran pencatu :

$$\lambda_0 = \frac{c}{f}, \quad \lambda_d = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_r}}, \quad L_t = \frac{1}{4} \times \lambda_d \quad (2-13)$$

6. Menentukan dimensi *ground plane* :

$$L_g = 6h + R \quad (2-14)$$

$$W_g = 6h + \frac{\pi}{2} R \quad (2-15)$$

### **2.2.7. Keterarahan (*Directivity*)**

Keterarahan dari sebuah antenna didefinisikan sebagai perbandingan (rasio) intensitas radiasi sebuah antenna pada arah tertentu dengan intensitas radiasi rata-rata pada semua arah[12]

### **2.2.8. Penguatan (*Gain*)**

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.[12]

## **2.3 Software Yang Digunakan Sebagai Simulasi Perancangan Antena**

2.3.1 CST (*computer Simulation Technology*) *studio suite* menawarkan solusi komputasi yang akurat dan efisien untuk desain dan analisis elektromagnetik. Perangkat lunak simulasi 3D EM untuk membuat desain simulasi antenna dan optimalisasi perangkat yang beroperasi dalam berbagai frekuensi serta dapat melihat parameter-parameternya.[10]

2.3.2 *Ansoft* atau *Ansys HFSS* merupakan *software* elektromagnetik simulator, maksudnya *software* yang bisa dibuat untuk desain antenna beserta simulasinya atau membuat desain-desain yang lain atau hanya simulasi tentang hal-hal tertentu yang ada hubungannya dengan medan elektromagnetik.[10]

2.3.3 *Advanced Design System* adalah perangkat lunak otomasi desain elektronik terdepan di dunia untuk aplikasi digital RF, *microwave*, dan kecepatan tinggi. Seperti simulator X-paramete dan 3D EM, yang digunakan oleh perusahaan terkemuka di industri komunikasi & jaringan nirkabel dan kedirgantaraan & pertahanan. Untuk aplikasi data, radar, & satelit WiMAX™, LTE, multi-gigabit per detik, radar, & satelit, ADS menyediakan desain dan

verifikasi berbasis standar penuh dengan simulasi langsung Perpustakaan Nirkabel dan simulasi sistem rangkaian-EM dalam platform terpadu.[10]

2.3.4 Desain NI AWR membantu insinyur merancang, mengoptimalkan, dan mengintegrasikan antenna. NI AWR menyediakan teknologi EM yang kuat untuk mensimulasikan metrik antenna seperti keuntungan, kehilangan kembali, efisiensi radiasi, dan arus, dan untuk memvisualisasikan pola antenna medan jauh 2D / 3D. Perangkat lunak NI AWR juga mempercepat perancangan dimulai dengan AntSyn™, perangkat lunak berbasis awan sebagai solusi layanan (SaaS), untuk sintesis antenna fisik berdasarkan persyaratan kinerja yang ditentukan pengguna.[10]

## **2.4 Jenis – Jenis Antena**

Jenis – jenis atau macam – macam antenna dapat dibagi kedalam 5 kategori, yaitu :

### **1. Berdasarkan Fungsi**

Berdasarkan fungsinya antenna dibedakan menjadi 2 antara lain adalah antenna pemancar, antenna penerima, dan antenna pemancar sekaligus penerima. Di Indonesia antenna pemancar banyak dimanfaatkan pada stasiun-stasiun radio dan televisi. Selanjutnya antenna penerima, antenna penerima ini biasanya digunakan pada alat-alat seperti radio, tv, dan alat komunikasi lainnya.[9]

### **2. Berdasarkan gainnya**

Berdasarkan besarnya gainnya antenna dibedakan menjadi 2 macam antenna yaitu VHF dan UHF. Kedua antenna ini biasa digunakan pada TV. Pada umumnya besarnya daya pancar, akan memengaruhi besarnya sinyal penerimaan siaran televisi di suatu tempat tertentu pada jarak tertentu dari stasiun pemancar televisi. Semakin tinggi daya pancar semakin besar level kuat medan penerimaan siaran televisi. Untuk memperbesar daya pancar pada stasiun TV dan daya terima pada TV maka perlu digunakan antenna. Besarnya gain antenna dipengaruhi oleh jumlah dan susunan director serta frekuensi yang digunakan. Antenna pemancar UHF tidak mungkin digunakan untuk pemancar TV VHF dan sebaliknya karena

akan menimbulkan VSWR yang tinggi. Sedangkan antena penerima VHF dapat saja untuk menerima signal UHF dan sebaliknya, namun gain antenanya akan sangat mengecil dari yang seharusnya. Kualitas hasil pancaran dari pemancar VHF dibandingkan dengan kualitas hasil pancaran dari pemancar UHF adalah sama asalkan keduanya memenuhi persyaratan dan spesifikasi yang telah ditentukan.[9]

### 3. Berdasarkan polarisasinya

Antena dibedakan menjadi 2 yaitu antena dipole dan monopole. Antena dipole memiliki polarisasi linear vertikal, sedangkan antena monopole polarisasinya hanya pada satu arah. Antena dipole banyak dimanfaatkan untuk *system* komunikasi dengan wilayah cakupan yang luas.[9]

### 4. Antena *Directional* dan Antena *Omnidirectional*

Antena *directional* adalah antena yang pola radiasi pancarannya terarah sehingga efektifitas pancaran radio hanya ke satu arah saja, sedangkan antena *omnidirectional* dapat memancarkan gelombang ke segala arah. Yang termasuk antena *directional* adalah antena model Yagi seperti kebanyakan yang dipakai sebagai antena penerima siaran TV. Contoh antena *omnidirectional* adalah antena model *groundplane*. [9]

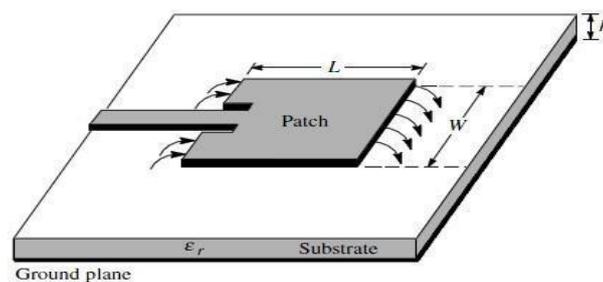
### 5. Berdasarkan bentuknya

Antena berdasarkan bentuknya antara lain: mikrostrip, parabola, vee, horn, helix, dan loop. Walaupun amat sering dijumpai 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*. Contoh lainnya adalah teleskop radio yang menggunakan antena berbentuk *horn*, yang digunakan oleh Arno Penzias dan Robert Woodrow Wilson ketika menemukan CMB (*Cosmic Microwave Background*). Antena parabola merupakan antena yang berbentuk parabola, pancaran sinyal akan dikonsentrasikan pada titik tengah antena. Antena parabola biasanya didesain untuk Frekuensi Ultra Tinggi (UHF), penerima siaran TV Satelit, dan transmisi gelombang mikro.[9]

## 2.5 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<sup>[5]</sup>

Antena mikrostrip terdiri dari tiga lapisan. Lapisan tersebut adalah *Conducting patch*, substrat dielektrik, dan *ground plane*. Masing-masing lapisan ini memiliki fungsi yang berbeda.

### 2.5.1 Conducting Patch

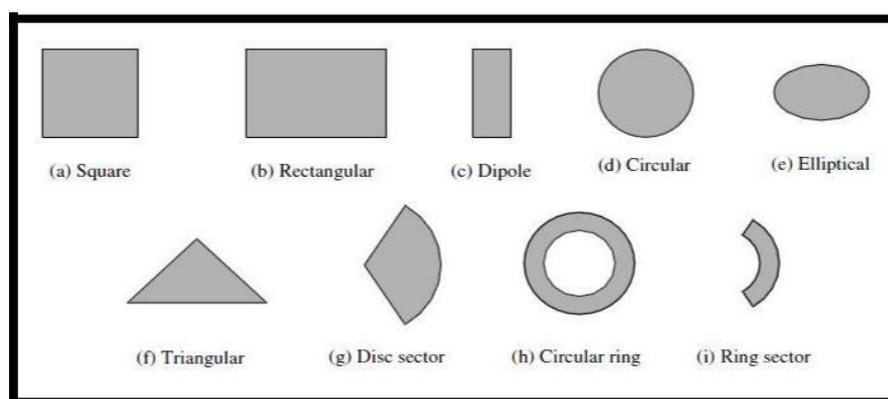
Plat konduktor ini umumnya terbuat dari tembaga. Fungsinya adalah untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara. Plat ini terletak paling atas dari keseluruhan sistem antenna. *Patch* terbuat dari bahan *rectangular*, segitiga, ataupun bentuk *circular ring*. Bentuk *patch* tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.6.[5]

### 2.5.2 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*)[5]

### 2.5.3 Ground plane.

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



Gambar 2.6 Jenis Patch Antena Mikrostrip<sup>[5]</sup>

#### 2.5.3.1 *Triangular*

Antena mikrostrip mempunyai berbagai macam bentuk, antara lain persegi panjang dan segitiga. Antena mikrostrip patch segitiga mempunyai keunggulan dibandingkan dengan bentuk patch lainnya, terutama persegi panjang, karena luas yang dibutuhkan oleh antena mikrostrip patch segitiga lebih kecil dibandingkan bentuk patch yang lain. Bentuk segitiga ini terbagi berdasarkan besar ketiga sudutnya yaitu segitiga sama sisi, segitiga siku-siku dan segitiga sama kaki. Bentuk segitiga memiliki keunggulan dibandingkan dengan bentuk segi empat, yaitu untuk menghasilkan karakteristik radiasi yang sama, luas yang dibutuhkan oleh bentuk segitiga lebih kecil dibandingkan dengan luas yang dibutuhkan oleh segi empat. Hal ini sangat menguntungkan dalam fabrikasi antena.[5]

#### 2.5.3.2 *Square*

Patch segiempat sejauh ini merupakan konfigurasi mikrostrip yang paling banyak digunakan. Patch segiempat lebih mudah dibuat karena bentuknya yang lebih sederhana. Hanya dengan menyisakan metal yang berbentuk segiempat pada proses *etching* antena ini dapat dibuat. Bentuk dari antena mikrostrip *patch* segiempat.[5]

#### 2.5.3.3 *Rectangular*

Salah satu bentuk patch antena mikrostrip adalah persegi panjang. Bentuk persegi panjang ini juga mempunyai karakteristik panjang serta lebar yang berbeda. Bentuk persegi panjang juga tidak kalah dengan bentuk patch yang lain.

#### 2.5.3.4 *Dipole*

Sebuah antena persegi panjang dengan bidang yang sempit (lebar bidang biasanya kurang dari  $0,05 \lambda_0$ ) dinamakan mikrostrip dipole, sedangkan antena persegi yang bidangnya lebih luas dinamakan mikrostrip patch. Antena mikrostrip dipole merupakan antena yang populer saat ini dikarenakan bandwidth antena mikrostrip dipole tersebut sangat tinggi dibandingkan dengan antena mikrostrip patch lainnya.[5]

#### 2.5.3.5 *Circular*

Antena mikrostrip dengan patch *circular* memiliki performa yang sama dengan antena mikrostrip patch segiempat. Pada aplikasi tertentu, seperti array, *patch circular* ini akan menghasilkan keuntungan dibandingkan dengan patch yang lainnya. Antena mikrostrip dengan *patch circular* ini akan lebih mudah dimodifikasi untuk menghasilkan jarak nilai impedansi, pola radiasi, dan frekuensi kerja. Untuk menganalisis antena mikrostrip patch circular ini banyak metode yang diinginkan, termasuk diantaranya dengan menggunakan model rongga (*cavity model*). Konstruksi antena mikrostrip *patch circular* ini[5]

#### 2.5.3.6 *Circular Ring*

Antena mikrostrip *circular ring* adalah antena dengan bentuk *patch* lingkaran atau disebut *patch circular*. Mikrostrip *patch circular* memiliki performa yang sama dengan antena mikrostrip patchsegi empat. Pada aplikasi tertentu, seperti array, *patch circular* mempunyai keuntungan dibandingkan dengan patch yang lain. Keunggulan mikrostrip *circular* untuk tinggi substratnya yang kecil.[5]

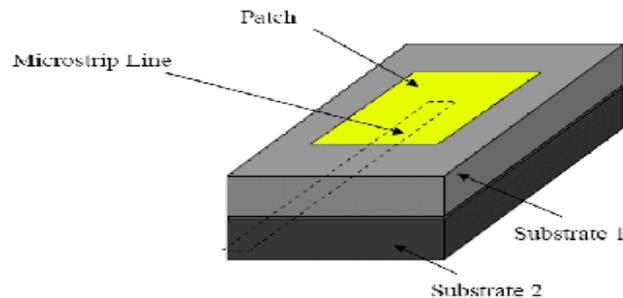
### 2.6 Teknik Pencatuan

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 antena mikrostrip. Masing-Masing teknik mempunyai kelebihan dan kelemahan masing-masing.[5]

#### 2.6.1 *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 antenna, 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 antenna mikrostrip menggunakan saluran mikrostrip yang dikopel secara *proximity* .



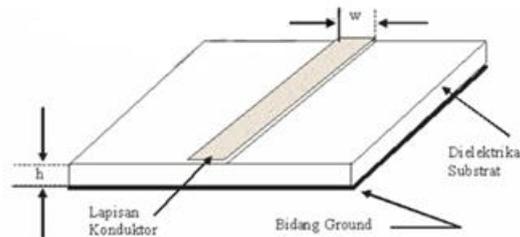
Gambar 2.7 *Electromagnetically coupled*<sup>[5]</sup>

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* antenna. 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 antenna membutuhkan substrat yang relatif lebih tebal dengan nilai konstanta dielektrik yang relatif kecil. Hal tersebut meningkatkan bandwidth dan performa radiasi dari antenna. Substrat bagian bawah yaitu substrat dengan saluran pencatu membutuhkan substrat yang tipis dengan konstanta dielektrik yang relatif lebih tinggi dari substrat pada bagian atas.

### 2.6.2 *Microstrip Feeding*

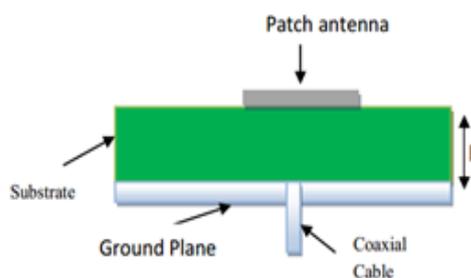
Saluran transmisi mikrostrip tersusun dari dua konduktor, yaitu sebuah *strip* dengan lebar  $w$  dan bidang pentanahan, keduanya dipisahkan oleh suatu substrat yang memiliki permitivitas relatif  $\epsilon_r$  dengan tinggi  $h$ . Parameter utama yang penting untuk diketahui pada suatu saluran transmisi adalah impedansi karakteristiknya  $Z_0$ . Impedansi karakteristik  $Z_0$  dari saluran mikrostrip ditentukan oleh lebar strip ( $w$ ) dan tinggi substrat ( $h$ ).[5]



Gambar 2.8 Saluran Mikrostrip<sup>[5]</sup>

### 2.6.3 *Coaxial Feeding*

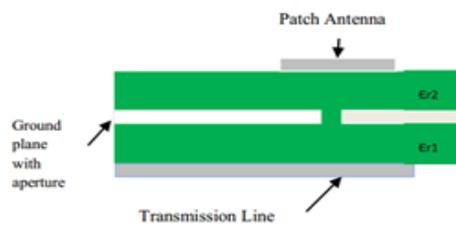
Coaxial feeding merupakan salah satu teknik pencatuan yang mana konduktor dalam coaxialnya disematkan pada elemen peradiasi yang konduktor luarnya terhubung dengan ground plane. Keuntungan menggunakan coaxial feeding adalah pembuatan yang mudah, mudah di *matching*kan, dan kerugiannya bandwidthnya sempit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



Gambar 2.9 *Coaxial Feeding*<sup>[5]</sup>

#### 2.6.4 Aperture Feeding

Dalam teknik ini, Saluran transmisi dipisahkan dari antena menggunakan sebuah plat konduktor yang mempunyai aperture untuk melewatkan energi ke antena. 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<sup>[5]</sup>

#### 2.7 LTE (Long Term Evolution)

**Long Term Evolution** atau yang biasa disingkat **LTE** adalah sebuah standar komunikasi akses data nirkabel tingkat tinggi yang berbasis pada jaringan *GSM/EDGE* dan *UMTS/HSPA*. Teknologi ini mampu mengunduh sampai dengan kecepatan 300 mbps dan upload 75 mbps. Layanan LTE pertama kali dibuka oleh perusahaan [TeliaSonera](#) di [Stockholm](#) dan [Oslo](#) pada tanggal 14 desember 2009.[8]

#### 2.8 Teknologi Jaringan 4G LTE

4G adalah singkatan dari istilah dalam bahasa Inggris: *fourth-generation technology*. Istilah ini umumnya digunakan mengacu kepada standar generasi keempat dari teknologi telepon seluler. 4G merupakan pengembangan dari teknologi 3G dan 2G. Sistem 4G menyediakan jaringan pita lebar ultra untuk berbagai perlengkapan elektronik, contohnya telepon pintar dan laptop menggunakan modem USB. Terdapat dua kandidat standar untuk 4G yang dikomersilkan di dunia yaitu standar WiMAX (Korea Selatan sejak 2006) dan standar Long Term Evolution (LTE) (Swedia sejak 2009).

Sistem 4G menyediakan solusi IP yang komprehensif di mana suara, data, dan arus multimedia dapat sampai kepada pengguna kapan saja dan di mana saja, pada rata-rata data lebih tinggi dari generasi sebelumnya. Bagaimanapun, terdapat beberapa pendapat yang ditujukan untuk 4G, yakni: 4G akan merupakan sistem berbasis IP terintegrasi penuh. Ini akan dicapai setelah teknologi kabel dan nirkabel dapat dikonversikan dan mampu menghasilkan kecepatan 100Mb/detik dan 1Gb/detik baik dalam maupun luar ruang dengan kualitas premium dan keamanan tinggi. 4G akan menawarkan segala jenis layanan dengan harga yang terjangkau. Setiap *handset* 4G akan langsung mempunyai nomor IP v6 dilengkapi dengan kemampuan untuk berinteraksi internet telephony yang berbasis (SIP) *Session Initiation Protocol*. Semua jenis radio transmisi seperti GSM, TDMA, EDGE, CDMA 2G, 2.5G akan dapat digunakan, dan dapat berintegrasi dengan mudah dengan radio yang dioperasikan tanpa lisensi seperti IEEE 802.11 di frekuensi 2.4 GHz & 5-5.8Ghz, bluetooth, dan seluler. Integrasi *voice* dan data dalam *channel* yang sama. Integrasi *voice* dan data aplikasi SIP-enabled.[8]