

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Antena**

##### **2.1.1. Pengertian Antena**

Antena adalah sebuah komponen yang dirancang untuk bisa memancarkan dan atau menerima gelombang elektromagnetik radio[1]. Energi listrik dari antena pemancar dikonversi menjadi gelombang elektromagnetik lalu oleh sebuah antena gelombang tersebut dipancarkan menuju udara bebas[1]. Pada penerima akhir gelombang elektromagnetik dikonversi menjadi energi listrik dengan menggunakan antena. Antena merupakan batangan konduktor yang dialiri arus listrik yang akan menimbulkan induksi magnet dan kuat medan magnet[1].

Jadi, secara umum dapat diartikan bahwa antena adalah suatu alat listrik yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnetik kemudian memancarkannya ke ruang bebas atau sebaliknya yaitu menangkap gelombang elektromagnetik dari ruang bebas dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Dimana, panjang antena untuk radiasi efektif tergantung pada frekuensi sinyal yang dipancarkan. Antena pendek untuk frekuensi tinggi, dan antena panjang untuk frekuensi rendah.

##### **2.1.2. Fungsi Antena**

Antena adalah salah satu perangkat yang mengubah sinyal-sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnetik dan memancarkannya ke udara bebas atau sebaliknya menangkap sinyal gelombang elektromagnetik dari udara bebas dan mengubahnya menjadi sinyal listrik[7]. Berdasarkan definisi tersebut maka antena memiliki tiga fungsi pokok, yaitu :

1. Antena berfungsi sebagai konverter. Dikatakan sebagai konverter karena antena tersebut mengubah bentuk sinyal, yaitu dari sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik, atau sebaliknya.
2. Antena berfungsi sebagai *radiator*. Dikatakan sebagai radiator karena antena tersebut meradiasikan (memancarkan) gelombang elektromagnetik ke udara bebas sekelilingnya. Jika sebaliknya (antena menerima atau

menangkap energi radiasi gelombang elektromagnetik dari udara bebas), maka fungsinya dikatakan *re-radiator*.

3. Antena berfungsi sebagai *impedance matching* (penyesuai impedansi). Dikatakan sebagai *impedance matching* karena antena tersebut akan selalu menyesuaikan impedansi sistem. Sistem yang dimaksud adalah saluran transmisi dan udara bebas. Pada saat antena tersebut bekerja atau beroperasi maka antena akan menyesuaikan impedansi karakteristik saluran dengan impedansi karakteristik udara.

Pada radar atau sistem komunikasi satelit, sering dijumpai sebuah antena yang melakukan kedua fungsi sekaligus yaitu sebagai pemancar yang mengubah sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik lalu memancarkannya ke ruangan bebas atau sebaliknya sebagai penerima yang menerima sinyal elektromagnetik (penerima energi elektromagnetik dari ruang bebas) dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Sifat antena yang bisa sebagai pemancar dan penerima dikatakan *reciprocal*. Namun, pada sebuah teleskop radio, antena hanya menjalankan fungsi penerima saja[7].

### 2.1.3. Jeni-Jenis Antena

Jenis – jenis atau macam – macam antena dapat dibagi kedalam 5 kategori, yaitu[1] :

1. Berdasarkan Fungsi

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

2. Berdasarkan *Gain*-nya

Berdasarkan besarnya gainnya antena dibedakan menjadi 2 macam antena yaitu VHF dan UHF. Kedua antena 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 antena.

Besarnya *gain* antena dipengaruhi oleh jumlah dan susunan *director* serta frekuensi yang digunakan. Antena 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.

### 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. Oleh karena itu, antena *dipole* banyak dimanfaatkan untuk sistem komunikasi dengan wilayah cakupan yang luas.

### 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[8]. Yang termasuk antena *directional* adalah antena model Yagi seperti kebanyakan yang dipakai sebagai antena penerima siaran TV. Contoh antena *omnidirectional* adalah antena model *groundplane* seperti antena mikrostrip.

### 5. Berdasarkan Bentuknya

Antena berdasarkan bentuknya antara lain[9]: mikrostrip, parabola, *vee*, *horn*, *helix*, dan *loop*. Walaupun 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 *Cosmic Microwave Background (CMB)*. Antena parabola merupakan antena yang berbentuk parabola, pancaran sinyal akan dikonsentrasikan pada titik tengah antena. Antena parabola biasanya didesain untuk *Ultra High Frequency (UHF)*, penerima siaran TV Satelit, dan transmisi gelombang mikro.

#### **2.1.4. Cara Kerja Antena**

Pada umumnya antena terdiri dari elemen atau susunan bahan logam yang terhubung dengan saluran transmisi dari pemancar maupun penerima yang berkaitan dengan gelombang elektromagnetik[10]. Untuk membahas lebih lanjut, mengenai cara kerja antena, kita dapat mengambil sebuah contoh pada sebuah stasiun pemancar radio yang ingin memancarkan programnya, pertama kali stasiun pemancar tersebut harus merekam musik atau menangkap suara si pembicara melalui *mikrophone* yang dapat mengubah suara menjadi sinyal listrik. Sinyal listrik tersebut akan masuk ke rangkaian pemancar untuk dimodulasi dan diperkuat sinyal RF-nya[1].

Dari rangkaian pemancar radio tersebut, sinyal listrik akan mengalir ke sepanjang kabel transmisi antena hingga mencapai antenanya. Elektron yang terdapat dalam sinyal listrik tersebut bergerak naik dan turun (bolak-balik) sehingga menciptakan radiasi elektromagnetik dalam bentuk gelombang radio. Gelombang yang menyertakan program radio tersebut kemudian akan dipancarkan dan melakukan perjalanan secepat kecepatan cahaya[1].

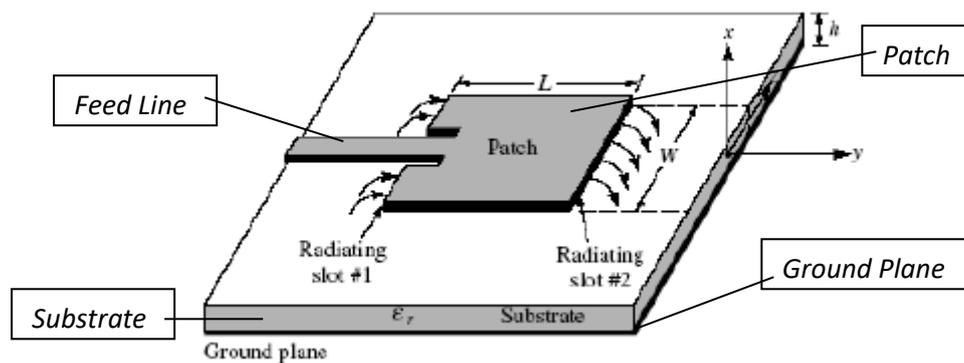
Pada saat ada orang mengaktifkan radio sesuai dengan frekuensi pemancar di jarak beberapa kilometer kemudian, gelombang radio yang dikirimkan tersebut akan mengalir melalui antena dan menyebabkan elektron bergerak naik dan turun (bolak-balik) pada antena yang bersangkutan sehingga menimbulkan energi listrik. Energi listrik ini kemudian diteruskan ke rangkaian penerima radio sehingga kita dapat mendengarkan berbagai program dari Stasiun Radio.

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

## 2.2 Antena Mikrostrip

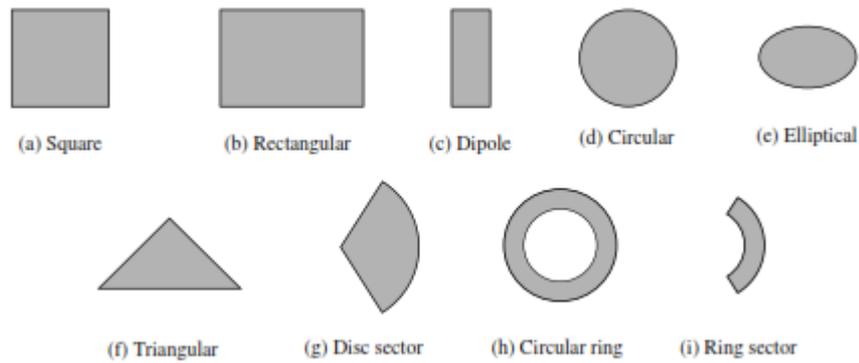
### 2.2.1 Pengertian Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip (*microstrip antenna*) atau yang dikenal juga sebagai antenna *patch* merupakan antenna yang terbuat dari PCB dan terdiri atas beberapa lempengan-lempengan yang berbeda-beda fungsinya[6]. pada setiap lempengan. Lempengan-lempengan ini terdiri dari lempengan konduktor tipis (*patch*) yang dipisahkan oleh lempengan berbahan isolator (*substrate*) sebelum akhirnya terdapat lempengan *ground* (*ground plane*) dibawahnya. Dimana lempengan konduktor yang berada diatas (*patch*) berfungsi sebagai elemen peradiasi yang akan beresonansi sesuai dengan frekuensi kerjanya[4].



Gambar 2.1. Struktur Dasar Antena Mikrostrip[11].

Bentuk dari elemen *patch*-nya sendiri sangat bervariasi sesuai dengan rancangan yang diinginkan.



Gambar 2.2. Bentuk-Bentuk *Patch* Pada Antena Mikrostrip[11].

### 2.2.2 Parameter Antena Mikrostrip

Adapun parameter-parameter antena mikrostrip antara lain : *return loss*, *bandwidth*, *VSWR* (*Voltage Standing Wave Ratio*), *radiation pattern*, *gain*, *polarization*, *directivity*, dan *efficiency*.

#### a. *Return Loss*

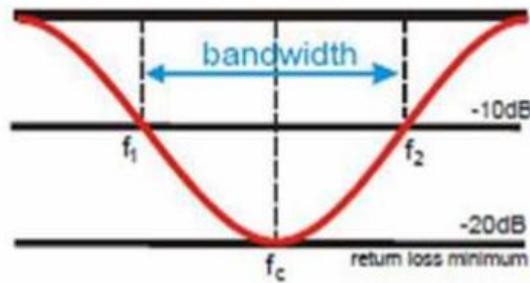
*Return Loss* adalah koefisien refleksi dalam bentuk logaritmik yang menunjukkan daya yang hilang karena antena dan saluran transmisi tidak *matching*[7]. *Return Loss* terjadi diakibatkan karena ketidakcocokan antara saluran transmisi dengan impedansi antena. Perhitungan *return loss* dapat dilihat pada persamaan (2.1)[5].

$$\text{Return loss (dB)} = 20 \log |r| \quad (2.1)$$

Dimana  $|r|$  adalah refleksi koefisien.

#### b. *Bandwidth*

*Bandwidth* adalah rentang frekuensi kerja dimana berhubungan dengan beberapa karakteristik lainnya seperti *radiation pattern*, *VSWR*, *return loss gain*, *efficiency* untuk memenuhi spesifikasi standard pada antena tersebut[5]. *Bandwidth* dapat diukur dengan persamaan (2.2)[5].



Gambar 2.3 *Bandwidth*[5].

$$\text{Bandwidth (MHz)} = f_2 - f_1 \quad (2.2)$$

Dimana :

- $f_1$  = frekuensi terendah (MHz)
- $f_2$  = frekuensi tertinggi (MHz)

c. *VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)*

*VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)* merupakan perbandingan dari besarnya gelombang pantul dengan gelombang yang akan dipancarkan. Perhitungan *VSWR* dapat dilihat pada persamaan (2.3)[5].

$$VSWR = \frac{1 + |r|}{1 - |r|} \quad (2.3)$$

Dimana  $|r|$  adalah refleksi koefisien.

*VSWR* selalu merupakan bilangan riil dan positif untuk antenna. Dimana semakin kecil nilai *VSWR*, maka semakin baik antenna tersebut. Untuk nilai minimum dari *VSWR* sendiri adalah 1, yang berarti tidak ada daya yang dipantulkan kembali dari antenna. Dan hal tersebut sangat ideal untuk sebuah antenna.

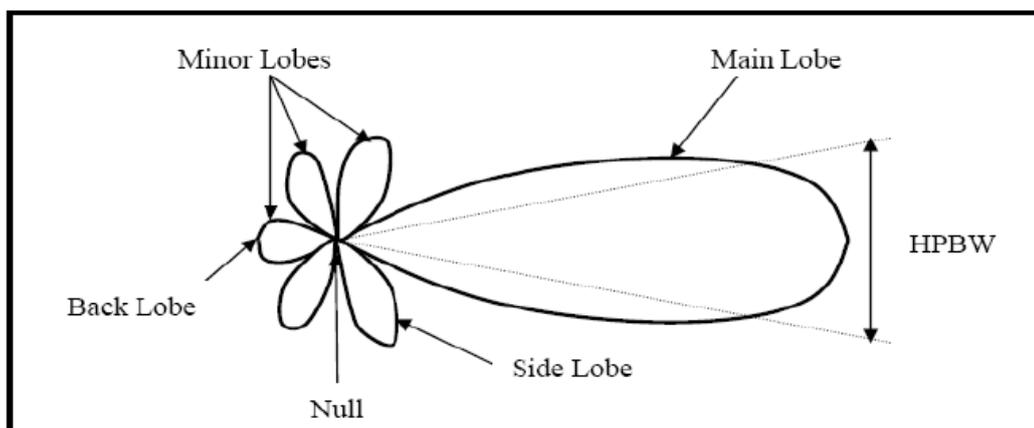
d. *Radiation Pattern*

*Radiation Pattern* atau pola radiasi antenna adalah fungsi matematika atau representasi grafik dari sifat-sifat radiasi antenna sebagai fungsi dari koordinat ruang[5]. Pola radiasi sebuah antenna didefinisikan sebagai gambaran grafis dari sifat-sifat pancaran antenna sebagai fungsi dari koordinat ruang. Adapun pola radiasi antenna dibedakan menjadi tiga yaitu :

1. *Isotropis* adalah arah pancaran antenna ke berbagai arah dengan energi sama besar pada seluruh bidang.
2. *Directional* adalah arah pancaran antenna ke satu arah.
3. *Omnidirectional* adalah arah pancaran antenna ke berbagai arah dengan energi pada satu bidang sama besar.

Ada beberapa bagian yang merupakan bagian penting dari pola radiasi antenna yaitu :

1. *Half Power Beamwidth (HPBW)* adalah daerah sudut yang dibatasi oleh titik-titik  $\frac{1}{2}$  daya atau -3 dB atau 0,707 dari medan maksimum pada lobe utama.
2. *Main lobe* adalah bagian dari daerah radiasi yang arah radiasi antenna maksimum.
3. *Minor lobe* adalah bagian ini menyatakan daerah radiasi yang tidak diinginkan. Level dari *minor lobe* ini menyatakan besarnya rasio densitas daya atau *side lobe level*.
4. *Back lobe* adalah bagian dari *minor lobe* yang berlawanan dengan *main lobe*.
5. *Side lobe* adalah bagian dari *minor lobe* yang bersebelahan dengan *main lobe*.
6. *First Null Beamwidth(FNBW)* adalah besar sudut bidang diantara dua arah pada main lobe yang intensitas radiasinya nol.



Gambar 2.4. Pola Radiasi Dari Antena[1].

e. *Gain*

*Gain* adalah perbandingan antara intensitas radiasi maksimum antena dengan intensitas radiasi maksimum antenna referensi yang diberi daya inputan yang sama[8]. *Gain* bukanlah kuantitas yang dapat diukur dalam satuan watt, ohm, atau lainnya, melainkan suatu bentuk perbandingan. Oleh karena itu, satuan yang digunakan untuk *gain* adalah desibel (dB). Pengukuran *gain* yang termasuk parameter medan jauh antena dan harus memperhatikan jarak medan jauh antena (2.4) dan panjang diagonal antena (2.5)[6]. Perhitungan *gain* dapat dilihat pada persamaan (2.6)[6].

$$R > 2\frac{D^2}{\lambda} \quad (2.4)$$

Dengan :

- R = jarak medan jauh
- D = panjang diagonal antena
- $\lambda$  = panjang gelombang

$$D = \sqrt{\text{lebar antena}^2 + \text{panjang antena}^2} \quad (2.5)$$

$$G_{\text{AUT(dBi)}} = P_{\text{AUT(dBm)}} - P_{\text{REF(dBm)}} + G_{\text{REF(dBi)}} \quad (2.6)$$

Dengan:

- $G_{\text{AUT(dBi)}}$  = gain antena yang diukur
- $P_{\text{AUT(dBm)}}$  = level daya terima antena yang diukur
- $P_{\text{REF(dBm)}}$  = level daya terima antena referensi
- $G_{\text{REF(dBi)}}$  = gain antena referensi

f. *Polarization*

*Polarization* atau polarisasi adalah sifat dari gelombang elektromagnetik yang menggambarkan magnitudo relatif dari vektor medan listrik (E) sebagai fungsi waktu pada titik tertentu di suatu ruang[5].

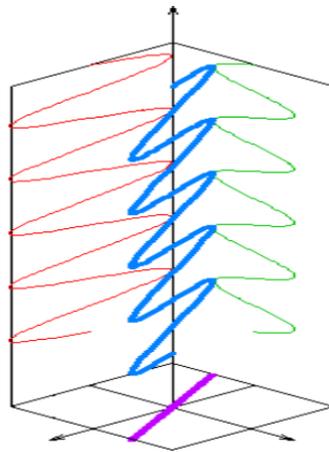
Polarisasi antenna adalah polarisasi dari gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh antenna itu[6]. Ada beberapa jenis polarisasi yang dapat terjadi pada gelombang elektromagnetik. Suatu polarisasi disebut polarisasi vertikal jika medan listrik dari gelombang yang dipancarkan antenna berarah vertikal terhadap permukaan bumi. Jika medan listriknya berarah horizontal terhadap permukaan bumi disebut polarisasi horizontal.

### 1. Polarisasi *Linear*

Polarisasi *linear* (Gambar 2.6) terjadi apabila suatu gelombang yang berubah menurut waktu pada suatu titik di ruang memiliki *vector* medan elektrik (atau magnet) pada titik tersebut, dan selalu berorientasi pada garis lurus yang sama pada setiap waktu[1].

Hal ini dapat terjadi jika vektor (elektrik maupun magnet) memenuhi jika :

- Hanya ada satu komponen. Atau,
- Dua komponen yang saling tegak lurus secara *linear* yang berada pada perbedaan fasa waktu atau  $180^\circ$  atau kelipatannya.



Gambar 2.5. Polarisasi *Linear*[11].

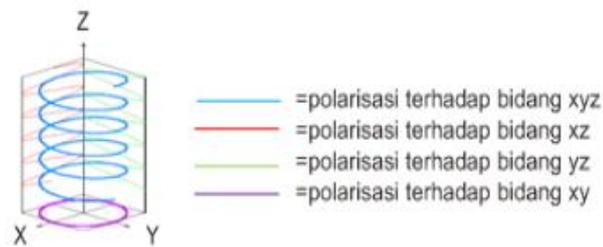
### 2. Polarisasi Sirkular

Polarisasi sirkular (melingkar) (Gambar 2.7) terjadi apabila 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[6].

Kondisi yang harus dipenuhi untuk mencapai jenis polarisasi ini adalah:

- Medan harus mempunyai dua komponen *orthogonal linear*.
- Kedua komponen harus mempunyai besaran yang sama.
- Kedua komponen harus mempunyai perbedaan fasa sebesar perkalian ganjil dari  $90^\circ$  dalam waktu.

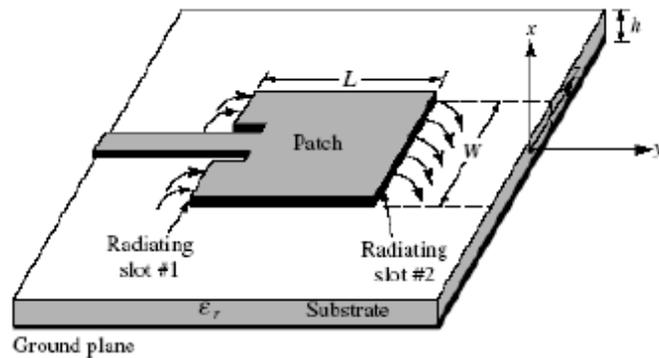


Gambar 2.6. Polarisasi Sirkular[6].

Polarisasi melingkar atau sirkular sendiri dibagi menjadi dua, yaitu *Left Hand Circular Polarization (LHCP)* dan *Right Hand Circular Polarization (RHCP)*. *LHCP* terjadi ketika  $\delta = +\pi / 2$ , sebaliknya *RHCP* terjadi ketika  $\delta = -\pi / 2$ [6].

### 2.2.3 Teknik Pencatuan Antena Mikrostrip

Pada umumnya, terdapat empat jenis metode pencatuan yang populer digunakan di dalam pembuatan antena mikrostrip, yaitu *feed line*, *coaxial probe*, *aperture-coupled*, dan *proximity-coupled*[9]. Metode pencatuan *feed line* (Gambar 2.9) adalah metode pencatuan yang paling mudah untuk diimplementasikan pada pembuatan antena mikrostrip.



Gambar 2.7. Metode Pencatuan *Feed Line*[1].

Terdapat beberapa macam teknik pencatuan, antara lain *coaxial feed*, *microstrip feed*, *proximity coupled microstrip feed* dan *aperture-coupled microstrip feed*

### 2.2.1 Coaxial Feeding

*Coaxial Feeding* adalah salah satu teknik dasar yang digunakan dalam pencatuan antenna mikrostrip[7]. Kabel *koaksial* terhubung ke antenna sehingga konduktor bagian luarnya terhubung pada bagian *ground*, sementara konduktor dalam disolder ke bagian *patch*.

*Coaxial feeding* cukup mudah untuk di desain, cukup mudah dalam fabrikasinya. Namun pencatuan *coaxial feeding* memiliki kelemahan, yaitu membutuhkan tingkat presisi yang tinggi dalam penyolderan. *Coaxial feeding* biasanya memberikan *bandwidth* yang sempit dan ketika fabrikasi menggunakan substrat yang tebal, *probe* yang lebih lebar akan dibutuhkan untuk meningkatkan *power* permukaan dan induktansi dari *feeding*.

### 2.2.2 Microstrip line feed

Dalam pencatuan jenis ini, *patch* dari mikrostrip di catu dengan jalur konduktor yang dilakukan di sisi yang sama pada elemen *patch*, atau biasa disebut dengan *microstrip line*. *Microstrip line feed* sangat mudah di desain, dihubungkan, dan di fabrikasi. Pencatuan jenis ini adalah pilihan yang baik jika digunakan untuk mencatu antenna[7] *array*. Bagaimanapun juga,

pencatuan jenis ini juga memiliki kelemahan, yaitu menghasilkan *bandwidth* yang sempit.

### **2.2.3 Proximity Coupled Feeding**

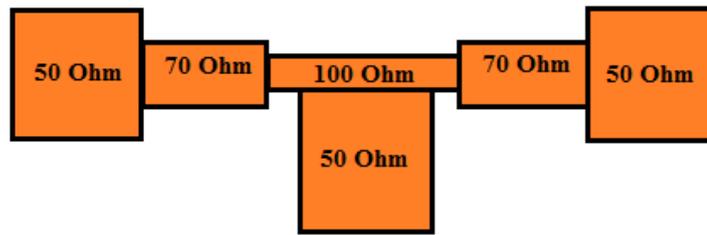
*Proximity coupled feeding* terdiri dari 2 *layer* atau tumpukan substrat dielektrik. *patch* dari antena mikrostrip terletak dibagian atas atau tumpukan atas substrat pertama dan jalur *feeding* atau pencatuannya terletak di bagian atas di *layer* kedua atau tumpukan bawah dari substrat[7]. Jadi pencatuannya dikopel secara elektromagnetis oleh bagian *feeding* secara tidak langsung yang dibatasi oleh substrat dielektrik. Pencatuan jenis ini mengurangi radiasi yang tidak dibutuhkan dan memperluas *bandwidth*. Kelemahannya yaitu dibutuhkan kecepatan dalam mendesain bagian atas dan bawah *layer*, agar energi dapat terkopel dengan baik.

### **2.2.4 Aperture Coupled Feeding**

Pencatuan jenis ini hampir sama dengan teknik pencatuan *proximity coupled feeding*, yaitu terdiri dari 2 *layer* substrat dengan bagian *ground* yang terletak bagian tengah diantara kedua substrat tersebut[7]. *patch* dari mikrostrip terletak di bagian atas dari *layer* teratas substrat, dan jalur *feeding* terletak di bagian bawah dari *layer* terbawah substrat, dimana pada bagian *ground* diberikan *slot* yang sama dengan ukuran *feed line* agar energi dapat terkopel ke bagian *patch*. Keuntungan dari teknik pencatuan ini adalah akan memperluas *bandwidth* dari antena dan meningkatkan kecepatan polarisasi yang diinginkan dan mengurangi polarisasi yang menyilang[16]. Tapi memiliki tingkat kesulitan yang sama dengan *proximity coupled feeding* dimana pembuatannya membutuhkan 2 *layer* substrat.

### **2.2.4 T-Junction**

*T-Junction* adalah merupakan sebuah teknik *power divider* pada antena, yang umumnya digunakan pada antena mikrostrip *array* (antena mikrostrip dengan beberapa elemen)[10].



Gambar 2.8. Metode *T-Junction* Pada Antena Mikrostrip[1]

### 2.2.5 Perancangan Dimensi Antena Mikrostrip *Rectangular*

- Lebar *Patch* ( $W_p$ )

Untuk merancang antena mikrostrip *rectangular patch* di frekuensi yang diinginkan, bisa diperoleh dengan mengatur lebar sisi *patch* ( $W_p$ ) antena tersebut dengan persamaan (2.7)[1].

$$W_p = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (2.7)$$

Dimana :

- $C$  = kecepatan cahaya ( $3 \times 10^8$ ) (m/s)
- $f_0$  = frekuensi kerja antena (GHz)
- $\epsilon_r$  = konstanta dielektrik substrat

- Panjang *Patch* ( $L_p$ )

Untuk merancang antena mikrostrip *rectangular patch* di frekuensi yang diinginkan, bisa diperoleh dengan mengatur panjang sisi *patch* ( $L_p$ ) antena tersebut dengan persamaan (2.8)[7].

$$L_p = L_{eff} - 2\Delta L \quad (2.8)$$

Dimana  $L_{eff}$  dan  $\Delta L$  dapat dicari dari persamaan (2.9) dan (2.10)[7]:

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (2.9)$$

$$\Delta L = 0,412 h \frac{(\epsilon_{reff} + 0,3) \left(\frac{W_p}{h} + 0,264\right)}{(\epsilon_{reff} - 0,258) \left(\frac{W_p}{h} + 0,8\right)} \quad (2.10)$$

Dimana  $\epsilon_{reff}$  dapat dicari dari persamaan (2.11)[1]:

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[ 1 + 12 \frac{h}{W_p} \right]^{-\frac{1}{2}} \quad (2.11)$$

Dimana :

- $h$  = ketebalan substrat (mm)
- $\epsilon_r$  = konstanta dielektrik substrat
- Lebar Saluran Impedansi Karakteristik ( $\frac{W}{h}$ )

Untuk menentukan impedansi karakteristik ( $Z_0$ ), maka dilakukan pengaturan lebar saluran antenna mikrostrip. Hal ini terkait dengan *impedance matching* antara saluran antenna mikrostrip dengan saluran pencatunya. Untuk mencari lebar impedansi karakteristik ( $\frac{W}{h}$ ), dapat diperoleh melalui rumus (2.12)[11].

$$\frac{W}{h} = \frac{2}{\pi} \left[ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r} \{ \ln(B - 1) \} + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \quad (2.12)$$

Dengan B diperoleh dari persamaan (2.13):

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

Dimana :

- $Z_0$  = *impedance matching* ( $\Omega$ )
- $\pi$  =  $\frac{22}{7}$

- Panjang Saluran Pencatu ( $L_f$ )

Panjang saluran pencatu adalah panjang saluran yang berada pada jarak antara panjang *patch* ( $L_p$ ) dengan pencatu lain. Dimana di dalam hal ini dirumuskan pada (2.14)[9].

$$L_f = \frac{\lambda_g}{4} \quad (2.14)$$

Dimana untuk  $\lambda_g$  dapat dicari melalui persamaan (2.15)[9]:

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (2.15)$$

Dan  $\lambda_0$  dapat dicari dengan persamaan (2.16)[1]:

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_0} \quad (2.16)$$

- Jarak Antar Elemen ( $W_d$ )

Jarak antar elemen adalah jarak antara *patch* antena yang satu, ke elemen *patch* antena yang lainnya, dimana di dalam hal ini dapat diperoleh dengan rumus (2.17)[1].

$$W_d = \frac{\lambda_0}{4} \quad (2.17)$$

### 2.3 Sistem GSM

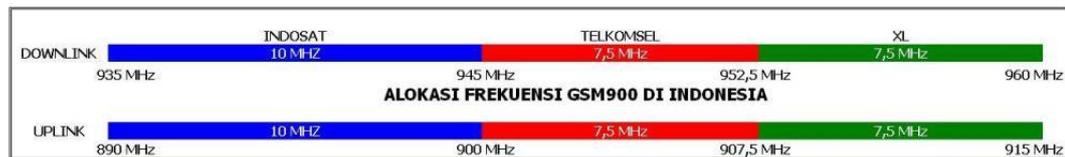
Global System for Mobile Communication (GSM mulanya singkatan dari Groupe Spécial Mobile) adalah sebuah teknologi komunikasi seluler yang bersifat digital. Teknologi GSM banyak diterapkan pada komunikasi bergerak, khususnya telepon genggam. Teknologi ini memanfaatkan gelombang mikro dan pengiriman sinyal yang dibagi berdasarkan waktu, sehingga sinyal informasi yang dikirim akan sampai pada tujuan. GSM dijadikan standar global untuk komunikasi seluler sekaligus sebagai teknologi seluler yang paling banyak digunakan orang di seluruh dunia[9].

Alokasi frekuensi GSM yang dipakai di Indonesia sama dengan yang dipakai di sebagian besar dunia terutama Eropa yaitu pada pita 900 Mhz, yang dikenal sebagai GSM900, dan pada pita 1800 Mhz, yang dikenal sebagai GSM1800 atau DCS (*Digital Communication System*). Dimana untuk frekuensi *uplink*nya digunakan frekuensi 890-915 Mhz, dan frekuensi *downlink*nya menggunakan frekuensi 935 – 960 Mhz. Dengan *bandwidth* sebesar 25 Mhz yang digunakan ini ( $915 - 890 = 960 - 935 = 25$  MHz), dan lebar kanal sebesar 200 Khz, maka akan didapat 125 kanal, dimana 124 kanal digunakan untuk *voice* dan 1 kanal untuk *signaling*.

Pada perkembangannya, jumlah kanal sebanyak 124 kanal tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan yang disebabkan pesatnya penambahan jumlah *subscriber*. Untuk memenuhi kebutuhan kanal yang lebih banyak ini, maka regulator GSM di Eropa mencoba menggunakan tambahan frekuensi untuk GSM pada *band* frekuensi di *range* 1800 Mhz, yaitu *band* frekuensi pada 1710-1785 Mhz sebagai frekuensi *uplink* dan frekuensi 1805-1880 Mhz sebagai frekuensi *downlink*nya. Kemudian GSM

dengan *band* frekuensi 1800 Mhz ini dikenal dengan sebutan GSM 1800. Pada GSM 1800 ini tersedia *bandwidth* sebesar 75 Mhz ( $1880-1805 = 1785-1710 = 75$  Mhz). Dengan lebar kanal tap sama seperti GSM 900, yaitu 200 Khz, maka pada GSM 1900 akan tersedia kanal sebanyak 375 kanal.

Di Eropa, pada awalnya GSM didesain untuk beroperasi pada frekuensi 900 Mhz. Pada frekuensi ini, frekuensi uplinks-nya digunakan frekuensi 890–915 MHz, sedangkan frekuensi downlinksnya menggunakan frekuensi 935–960 MHz. Bandwith yang digunakan adalah 25 Mhz ( $915-890 = 960-935 = 25$  Mhz), dan lebar kanal sebesar 200 Khz[7].



Gambar 2.9 Alokasi Frekuensi GSM 900 di Indonesia

OPERATOR GSM	ALOKASI FREKUENSI		
	GSM900 (MHz)	GSM1800 (MHz)	TOTAL (MHz)
TELKOMSEL	7.5	22.5	30
INDOSAT	10	20	30
XL	7.5	7.5	15
AXIS	0	15	15
THREE	0	10	10
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	<b>75</b>	<b>100</b>

Gambar 2.10 Bandwith Frekuensi GSM di Indonesia

GSM, sebagai sistem telekomunikasi seluler digital memiliki keunggulan yang jauh lebih banyak dibanding sistem analog, di antaranya:

- Kapasitas sistem lebih besar, karena menggunakan teknologi digital di mana penggunaan sebuah kanal tidak hanya diperuntukkan bagi satu pengguna saja sehingga saat pengguna tidak mengirimkan informasi, kanal dapat digunakan oleh pengguna lain.

- Sifatnya yang sebagai standar internasional memungkinkan roaming mancanegara
- Dengan teknologi digital, tidak hanya mengantarkan suara, tetapi memungkinkan servis lain seperti teks, gambar, dan video.
- Keamanan sistem yang lebih baik
- Kualitas suara lebih jernih dan peka.

#### 2.4 Perbandingan Penelitian Sebelumnya

Sebelum ini sudah dilakukan beberapa penelitian mengenai antena mikrostrip *array* dengan menggunakan beberapa metode berbeda. Berikut adalah beberapa jurnal penelitian yang mendasari penulis untuk melakukan penelitian ini:

**Tabel 2.1** Perbandingan Metode Penelitian Sebelumnya

No.	Nama Penulis	Judul	Objek Penelitian	Tahun
1	Farid Saleh	Rancang Bangun Antena Mikrostrip Metode phase array peradiasi rectangular 4 element patch frekuensi 900 MHz	Merancang antena mikrostrip dengan 4 element pada frekuensi 900 MHz	2014
2	Siska Novita Posma, M. Yanuar Hariyawan, Ardiyan Khabzli	Rancang Bangun Antena Mikrostrip 900 MHz Siska	Merancang antena mikrostrip untuk frekuensi 900 MHz dengan path tunggal	2011
3	Ananta Wahyu P, Ari Endang Jayati, Sri Heranurweni	Rancang bangun antena microstrip 900 mhz untuk sistem gsm	Merancang antena mikrostrip dengan path tunggal pada frekuensi 900 MHz	2014

4	Maria Natalia Silalahi, dan Ali Hanafiah Rambe	Analisis Antena Mikrostrip <i>Patch</i> Segiempat dengan Teknik Planar Array	Merancang antena mikrostrip dengan <i>patch</i> segiempat dan metode planar <i>array</i>	2013
5	Eva Yovita Dwi Utami*, F. Dalu Setiaji, Daniel Pebrianto	Rancang bangun antena mikrostrip persegi panjang 2,4 ghz untuk aplikasi wireless fidelity (wi-fi)	Merancang Antena dengan 2 element	2017
7	M. Aqwam	Rancang Bangun Antena Array Mikrostrip Square Patch Dengan Sudut Terpotong 4X 4 Elemen pada Frekuensi S-Band (2,4 GHz) Polarisasi Sirkular	Merancang antena segi empat dengan substrate FR4 dengan metode Planar array 16 Elemen	2017

