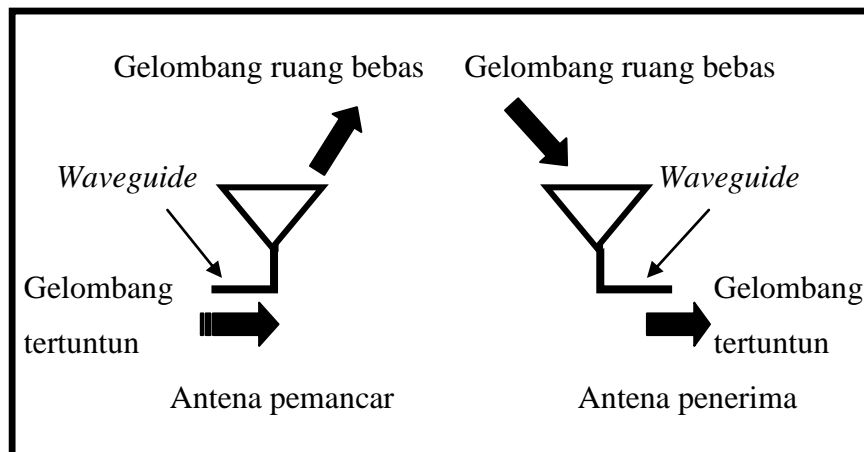


BAB II DASAR TEORI

2.1 ANTENA [1]

Pengertian antena menurut beberapa pendapat diantaranya :

1. *Webster's Dictionary* antena adalah suatu perangkat yang berbentuk logam (batang atau kawat) yang berfungsi untuk memancarkan atau menerima gelombang radio.
2. Istilah antena berdasarkan standar (IEEE std 145-1983) mendefinisikan antena sebagai sarana untuk memancarkan atau menerima gelombang radio, dengan kata lain antena adalah struktur transisi diantara ruang bebas dan sebagai perangkat penuntun gelombang elektromagnetik.

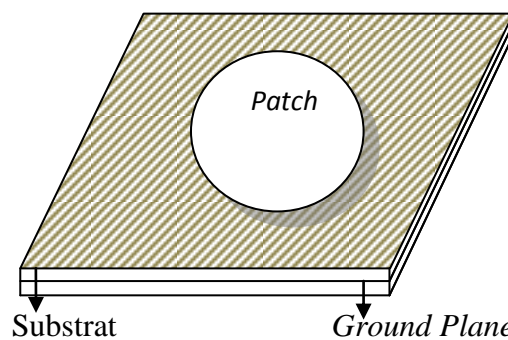


Gambar 2.1 Prinsip kerja Antena pada sistem komunikasi tanpa kabel. [2]

Berdasarkan prinsip kerja antena yang ditunjukkan dalam gambar 2.1. Antena merupakan sebuah alat pemanacar (*transmitting* antena) yaitu sebagai pengubah (transduser) elektromagnetik, pada antena ini gelombang elektromagnetik diubah menjadi gelombang tertuntun yang disalurkan pada transmisi kabel sehingga menjadi gelombang yang dapat merambat pada ruang bebas. Sebaliknya pada antena penerima (*receiver* antena) antena ini akan bekerja dengan mengubah gelombang yang ada pada ruang bebas hingga menjadi gelombang yang tertuntun. Maka antena memiliki fungsi yang mampu memancarkan serta menerima gelombang dengan baik pada suatu arah tertentu. [2]

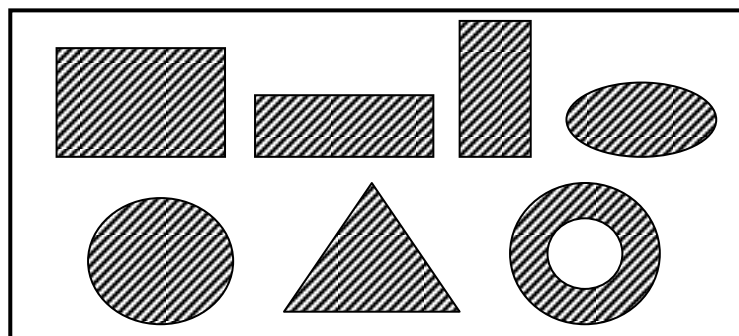
2.2 ANTENA MIKROSTRIP [1]

Antena mikrostrip adalah antena yang memiliki karakter fisik yang kecil dan memiliki bentuk papan yang kecil. Antena mikrostrip juga merupakan antena yang *low-profile* dan dapat dibuat sesuai kebutuhan. Struktur dasar pada mikrostrip terletak pada pemilihan substrat dengan *konstanta dielektrik* atau permitivitas (ϵ_r) ketebalan substrat (h). Umumnya antena mikrostrip ini terbuat dari tiga lapisan diantaranya lapisan (konduktor) *conducting patch*, dielektrik *substrate*, dan *ground plane*. Seperti yang tunjukan gambar 2.2



Gambar 2.2 Konfigurasi Antena Mikrostrip

- a. *Conducting patch* berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara berupa konduktor seperti tembaga. Lapisan *conducting patch* terletak pada bagian paling atas substrat dan *ground plane*. Umumnya *patch* memiliki berbagai macam konfigurasi seperti gambar 2.3 yang terdiri dari *square*, *rectangular*, *dipole*, *elliptical*, *circular*, *tringular*, *circular ring*



Gambar 2.3 Konfigurasi *Patch* Antena Mikrostrip.[1]

- b. Dielektrik Substrat merupakan lapisan antena mikrostrip yang terletak diantara *patch* dan *ground plane*. Lapisan ini berfungsi sebagai media

untuk menyalurkan gelombang elektromagnetik dari pencatu atau sebagai penyeimbang ukuran *conducting patch*. Ketebalan substrat dapat berpengaruh terhadap *bandwidth*, semakin tebal substrat yang digunakan dapat memperbesar *bandwidth*.

- c. *Ground Plane* merupakan lapisan antena mikrostrip yang terletak pada bagian paling bawah. *Ground plane* berfungsi sebagai reflektor yang terbuat dari bahan konduktor, lapisan ini dapat memantulkan sinyal datang yang tidak diinginkan.

Antena mikrostrip dapat dipasang pada permukaan pesawat yang kinerjanya tinggi, seperti pada pesawat ruang angkasa, satelit, *missile*, mobil, dan juga telepon genggam. Terdapat beberapa kelebihan dan kekurangan pada antena mikrostrip yang ditunjukkan dalam tabel 2.1.[1]

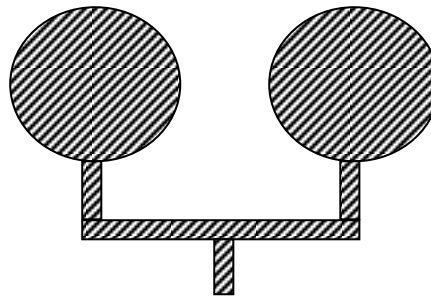
Tabel 2.1 Kelebihan dan Kekurangan Antena Mikrostrip.[1]

Kelebihan	Kekurangan
a) Mempunyai penampang yang tipis	a) <i>Bandwidth</i> yang relatif sempit
b) Mempunyai massa yang ringan	b) Kecilnya alat dapat mengakibatkan sulitnya dalam perancangan sehingga diperlukan ketelitian yang tinggi dalam hal perancangan
c) Mudah dalam pembuatannya	c) <i>Gain</i> yang rendah
d) Dapat diintegrasikan secara langsung	d) Memerlukan kualitas substrat yang baik (mahal)
e) Antena mikrostrip juga dapat beroperasi pada <i>single</i> , <i>dual</i> , dan dapat beroperasi pada <i>multi band</i>	e) Sistem pencatu yang kompleks untuk array

2.3 ANTENA MIKROSTRIP ARRAY [2]

Umumnya pada antena mikrostrip terdiri dari *patch* elemen tunggal memiliki pola radiasi yang lebar dan menghasilkan *directivity* pada nilai *gain* yang kurang baik. Untuk menaikkan *gain* dan memperoleh pola radiasi yang terarah maka antena elemen tunggal digabung menjadi beberapa elemen yang disusun dalam *space*. Antena mikrostrip yang

dikonfigurasi menjadi sejumlah elemen radisi disebut sebagai antenna array seperti gambar 2.4



Gambar 2.4 Konfigurasi Antena Mikrostrip Dalam Array

Pada antenna mikrostrip yang tersusun array hal yang harus diperhatikan adalah jarak antar elemen. Untuk menentukan jarak antar elemen yaitu menggunakan panjang gelombang seperempat ($\lambda/4$). Jarak antar elemen dapat ditentukan melalui persamaan (2.1) :

$$d = \frac{c}{\left(\frac{\lambda}{4}\right) \times f_c} \dots\dots\dots (2.1)$$

Pada antenna mikrostrip yang disusun array memiliki kelebihan pada sisi pencatuan, efisiensi dan kekurangannya pada penggabungan yang tersusun dari beberapa elemen menyebabkan terjadinya kondisi *unmatched*. Untuk mengatasi terjadinya kondisi *unmatched*, pada perancangan saluran antenna array menggunakan lebar strip yang sesuai.[2]

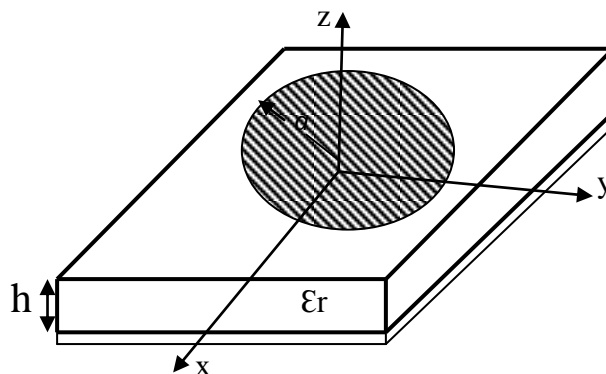
Masalah yang timbul akibat dari banyaknya elemen yang digabung menjadi susunan array adalah terbentuknya jaringan pengumpan (*feeding network*) yang sangat kompleks dan berpotensi untuk memberikan kontribusi pemancaran yang dapat mengganggu kontribusi pemancaran sebenarnya. Parameter-parameter yang digunakan untuk mengendalikan diagram radiasi pada susunan array, di antaranya : [2]

- 1) Konfigurasi Geometris array :
 - a. Konfigurasi *Linear* : Antena yang disusun pada suatu garis tertentu.
 - b. Konfigurasi *Circular* : Antena yang disusun di atas lingkaran.
 - c. Konfigurasi *Planar* : Antena yang disusun di atas bidang dua dimensi.

- d. Konfigurasi yang tersusun secara tiga dimensi di ruang.
- 2) Jarak dari satu elemen antena ke elemen yang lain.
- 3) Adanya amplitudo arus atau tegangan yang dipasang pada *feeding* elemen antena.
- 4) Adanya phase arus atau tegangan pada *feeding*.
- 5) Adanya diagram radiasi pada masing-masing elemen.

2.4 ANTENA MIKROSTRIP CIRCULAR

Selain *patch rectangular*, konfigurasi *patch* yang populer untuk digunakan yaitu *patch circular* yang ditunjukkan gambar 2.5.[1] Antena mikrostrip *patch circular* ialah bentuk antena mikrostrip yang paling sederhana dalam perancangannya kerana hanya membutuhkan satu parameter yaitu radius (jari-jari antena) serta antena mikrostrip *circular* memiliki kelebihan dari sisi pengoptimasiannya yang lebih mudah dari pada konfigurasi *patch* lainnya.



Gambar 2.5 Geometri *patch circular* antena mikrostrip. [1]

2.4.1 Dimensi *Patch Circular*

Untuk mendapatkan nilai dimensi antena *patch circular* maka dapat menggunakan beberapa persamaan-persamaan yang terkait, terutama menentukan dimensi radius dari *patch circular* yaitu menggunakan persamaan (2.2) : [1]

$$a_{e= a} \left\{ 1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[\ln \left(\frac{\pi F}{2h} \right) + 1,7726 \right] \right\}^{1/2} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dalam penentuan dimensi radius *patch circular* terutama menentukan nilai fungsi logaritmik (F) dari elemen peradiasi menggunakan persamaan (2.3) : [1]

$$F = \frac{8,791 \times 10^9}{fr \sqrt{\epsilon_r}} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan : fr = frekuensi resonansi (MHz)

ϵ_r = permitivitas dielektrik relatif substrat (F/m)

Maka, radius elemen peradiasi didapatkan melalui persamaan (2.4) : [1]

$$a = \frac{F}{\left\{1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[\ln \left(\frac{\pi F}{2h} \right) + 1,7726 \right] \right\}^{1/2}} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dengan : a = Dimensi radius *patch circular* (cm)

h = Ketebalan substrat (mm)

ϵ_r = permitivitas dielektrik relatif substrat (F/m)

F = fungsi logaritmik elemen peradiasi

Untuk dimensi panjang saluran transmisi yang terhubung pada *patch* diperoleh melalui persamaan (2.7). Namun sebelumnya ialah menentukan panjang gelombang di ruang bebas (λ_0) melalui persamaan (2.5) dan panjang gelombang saluran transmisi (λ_d) melalui persamaan (2.6) :

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_c} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$\lambda_d = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_r}} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dengan : c = Kecepatan cahaya

f_c = Frekuensi resonansi

ϵ_r = permitivitas dielektrik relatif substrat

Maka, panjang saluran transmisi antena diperoleh dengan persamaan (2.7):

$$L_t = \frac{1}{4} \times \lambda_d \dots\dots\dots (2.7)$$

Pada dimensi panjang minimal substrat (L_s) diperoleh melalui persamaan (2.8) dan lebar minimal substrat (W_s) diperoleh melalui persamaan (2.9) :

$$L_s = 6h + R \dots\dots\dots (2.8)$$

$$W_s = 6h + \frac{\pi}{2} R \dots\dots\dots (2.9)$$

Dengan : L_s = panjang minimum substrat (mm)

W_s = lebar minimum substrat (mm)

h = Ketebalan Substat

R = jari-jari *patch* (a)

Dimensi lebar saluran mikrostrip pada pencatu dengan impedansi 50Ω menggunakan persamaan (2.10) :

$$w = \frac{2h}{\pi} \left[B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r}{2\epsilon_r} \left(\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right) \right] \dots (2.10)$$

Sebelum menghitung lebar saluran pencatu terlebih dahulu mengetahui besarnya impedansi pada saluran pencatu (B) menggunakan persamaan (2.11) :

$$B = \frac{60 \pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dengan : W = lebar saluran transmisi

h = Ketebalan Substat

B = Besarnya impedansi pada saluran pencatu

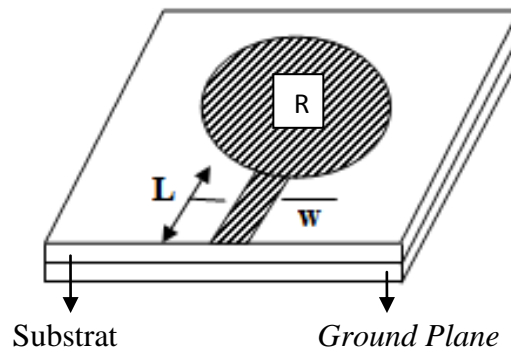
ϵ_r = permitivitas dielektrik relatif substrat (F/m)

2.5 PENCATUAN ANTENA MIKROSTRIP[1]

Pada perancangan antena mikrostrip diperlukan suatu teknik pencatuan. Pencatuan pada antena dapat berpengaruh terhadap karakteristik antena yang dihasilkan. Salah satu pencatu yang diperlukan pada antena mikrostrip ialah pencantu (*feeding*), pencatuan ini dapat menghantarkan energi dari sumbernya kepada antena. Pada teknik pencatuan *feeding* terbagi atas mikrostrip *feeding*, *probe feeding* dan *Electromagnetically Coupled* (EMC).

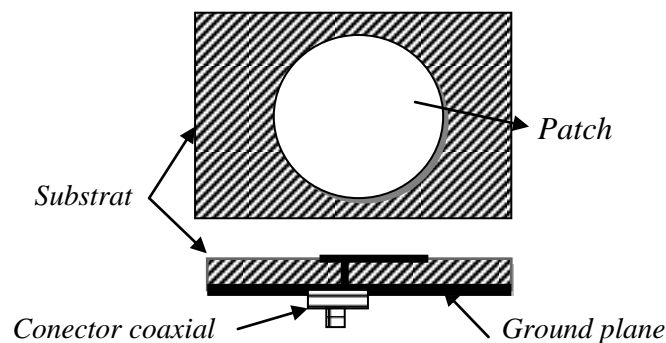
1. Pencatuan *Microstrip Line*

Teknik pencatuan dengan *microstrip line* merupakan suatu teknik yang dilakukan dengan menghubungkan pencatu *line* pada *patch* seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.6. Kekurangan dari teknik ini ialah pada *feeder* terdapat radiasi yang tidak diharapkan dan pencatuan ini terdapat impedansi yang tidak *matching*.



Gambar 2.6 Microstrip Line Feed.[1]

2. Pencatuan Probe Coaxial

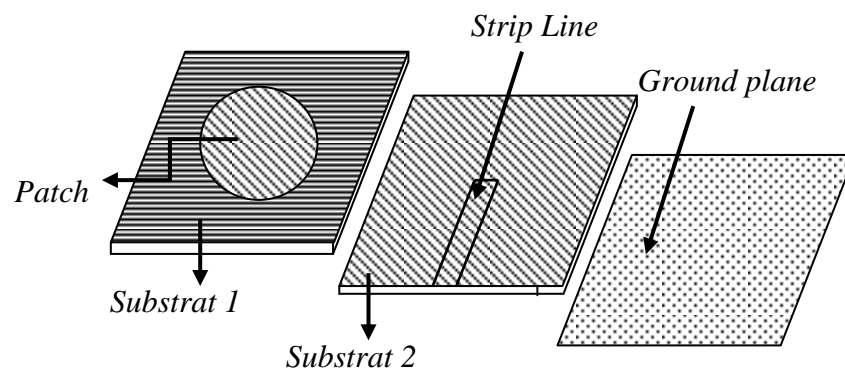


Gambar 2.7 Teknik Pencatuan Probe Feed.[1]

Pencatuan antenna mikrostrip menggunakan teknik catu *Probe Coaxial* dilakukan dengan melubangi *patch* ditengah-tengah agar elemen pencatu konektor dapat dihubungkan seperti gambar 2.7. Pada bagian lapisan bawah *ground plane* PCB dibor hingga mengenai *patch*. Pada bagian dalam yang telah bor dimasukan suatu penghantar saluran transmisi untuk disolder dan pada bagian luar saluran transmisi yang telah disolder pada konektor dihubungkan dengan bahan metal lapisan bawah. Untuk mempermudah pencatuan biasanya diberi tanda koordinat (X_s , Y_s). Peletakan konektor pada teknik catu ini dapat di tempatkan di tempat yang diinginkan pada *patch*, sehingga pencatuan ini tidak memerlukan suatu penyepadan karena impedansi antenna sudah *matching*.

3. Pencatuan Electromagnetically Coupled (EMC)

Pencatuan antenna mikrostrip yang dilakukan dengan *Electromagnetically Coupled* (EMC) merupakan teknik catu kopling elektromagnetik pada elemen. Teknik pencatuan ini dengan menempatkan *line feed* di antara *patch* dan *ground plane*, di mana pada teknik ini menggunakan dua buah lapisan substrat seperti pada gambar 2.8. Kelebihan teknik ini yaitu mampu meningkatkan *bandwidth* dan tidak memerlukan penyepadan pada pencatuan. Namun, pada penggunaan teknik ini sulit untuk menentukan ukuran substrat yang tepat.

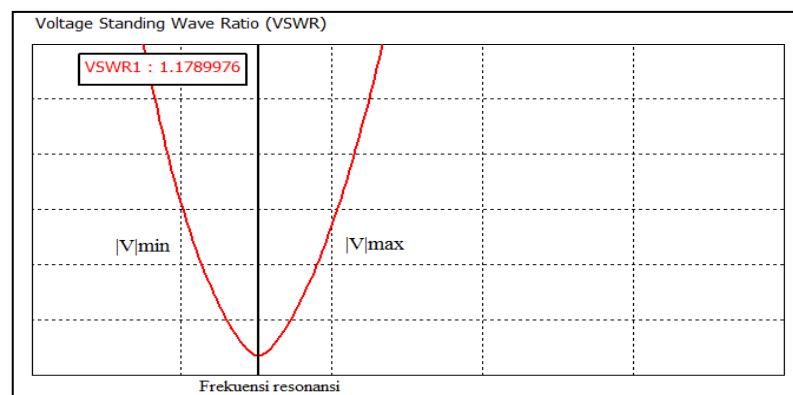


Gambar 2.8 Pencatuan *Electromagnetically Coupled* (EMC).

2.6 KARAKTERISTIK ANTENA MIKROSTRIP

Beberapa karakteristik yang saling terkait untuk menggambarkan kinerja antenna terdiri dari paramater *Return Loss*, *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR), *Bandwidth*, Impedansi Input, *Gain*, Pola radiasi dan Polarisasi.

2.6.1 Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) [3]



Gambar 2.9 Grafik *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR).

Grafik VSWR ditunjukkan oleh gambar 2.9 di mana *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) merupakan sebuah perbandingan antara amplitudo gelombang maksimum dengan gelombang minimum pada gelombang berdiri yang disebabkan adanya gelombang pantul akibat tidak *matching* nya impedansi input dengan *feeder*. Untuk menentukan perbandingan nilai VSWR menggunakan persamaan (2.12) :

$$\text{VSWR} = \frac{|V|_{\max}}{|V|_{\min}} = \frac{1+|\Gamma(z)|}{1-|\Gamma(z)|} \dots\dots\dots (2.12)$$

Dengan : $|V_{\max}|$ = Tegangan maksimum

$|V_{\min}|$ = Tegangan minimum

$|\Gamma(z)|$ = Koefisien pantul

Koefisien refleksi adalah perbandingan antara tegangan gelombang yang direfleksikan (V_0^-) dengan gelombang yang dikirimkan (V_0^+). Besarnya nilai koefisien refleksi yaitu bervariasi mulai dari 0 (nol) yang berarti tidak ada refleksi atau tanpa refleksi dan saluran tersebut dalam keadaan *matching* sempurna, hingga bernilai 1 (satu) dengan refleksi dan dalam kondisi ideal. Pada VSWR untuk koefisien refleksi bernilai 0 sulit untuk dicapai sehingga untuk kondisi ideal koefisien refleksi terhadap VSWR adalah bernilai 1.

Pada nilai koefisien refleksi memiliki nilai tegangan yang kompleks terhadap besarnya fasa dan magnitudo. Pada koefisien refleksi terdapat tiga permasalahan sederhana, pada saat imajiner koefisien refleksi (Γ) bernilai 0 maka :

$\Gamma = -1$ pemantulan negatif maksimum, pada saat saluran terhubung singkat

$\Gamma = 0$ tidak terjadi pemantulan atau refleksi, kondisi *matching* sempurna

$\Gamma = +1$ pemantulan positif maksimum, pada saat saluran dalam keadaan rangkaian terbuka.

2.6.2 *Return Loss*

Return loss merupakan suatu parameter koefisien pantul pada antena yang dinyatakan dalam bentuk dB (logaritmis). *Return loss* salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui seberapa banyak daya yang telah hilang terhadap beban dan tidak dapat kembali sebagai pantulan. Ketika beban terjadinya (*mismatched*) maka seluruh daya tidak dapat

dikirimkan ke beban dan adanya pemantulan daya sehingga disebut dengan (*loss*) hilang, pemantulan daya yang hilang disebut dengan *Return Loss*. Untuk persamaan *return loss* dan koefisien pantul diperoleh melalui persamaan (2.13) dan (2.14) :

$$Return Loss = 20 \text{ Log } 10 |\Gamma| = (\text{dB}) \dots\dots\dots(2.13)$$

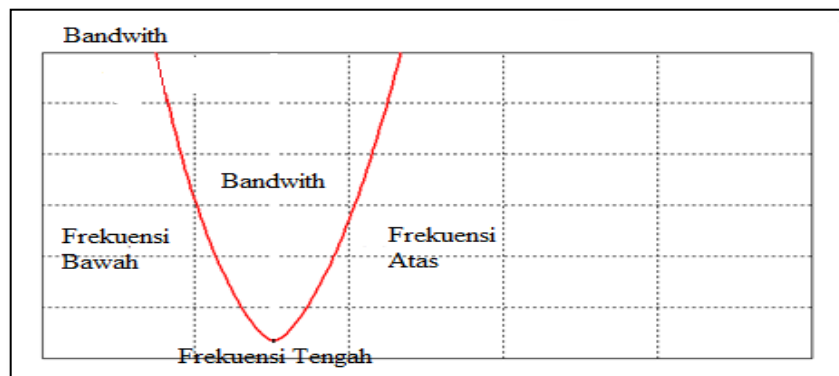
$$\text{Dimana, } |\Gamma| \text{ adalah } = \frac{V_{0-}}{V_{0+}} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} \dots\dots\dots(2.14)$$

- Dengan : $|\Gamma|$ = Koefisien Refleksi
- Z_L = Impedansi beban (Ω)
- Z_0 = Impedansi Karakteristik (Ω)
- (V_0^-) = tegangan gelombang pantul
- (V_0^+) = tegangan gelombang terkirim

Pada persamaan tersebut VSWR dengan *return loss* memiliki sebuah hubungan yang ketergantungan yaitu memiliki prinsip yang sama, namun pada VSWR menghasilkan sebuah perbandingan dalam rasio sedangkan *return loss* mengasilkan perbandingan ke dalam dB.[3] Antena dikatakan baik apabila memiliki nilai *return loss* di bawah -10 dB di mana 90 % sinyal yang diserap dan 10 % sinyal yang dipantulkan kembali. Dengan menggunakan spesifikasi nilai $VSWR \leq 1,5$ maka *return loss* yang diperlukan adalah ≤ -14 dB.

2.6.3 Bandwidth

Bandwidth merupakan interval dari rentang frekuensi yang terdiri dari frekuensi atas dengan frekuensi bawah seperti gambar yang ditunjukkan gambar 2.10.[2]



Gambar 2.10 Interval *Bandwidth*

Besar *bandwidth* dapat diperoleh melalui persamaan (2.15) dan (2.16):

$$BW = f_u - f_l \dots\dots\dots(2.15)$$

$$BW = \frac{f_u - f_l}{f_c} \times 100 \% \dots\dots\dots (2.16)$$

Dengan : $BW = \textit{Bandwidth}$
 $f_u = \textit{Frekuensi tertinggi}$
 $f_l = \textit{Frekuensi terendah}$
 $f_c = \textit{Frekuensi tengah}$

Dalam menentukan nilai *bandwidth* yaitu bekerterkaitan dengan nilai VSWR. keterbatasan utama dari antena mikrostrip adalah *bandwidth* yang sempit. Pada dasarnya ada empat metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan *bandwidth* yakni : [3]

- a. Menambahkan ketebalan substrat (h)
- b. Menggunakan suatu permitivitas dielektrik substrat yang lebih bagus
- c. Menaikan induktansi dari mikrostrip
- d. Menambah komponen reaktif agar nilai VSWR berkurang

2.6.4 Impedansi Input [2]

Impedansi input merupakan perbandingan antara tegangan dan arus. Pentingnya impedansi masukan pada antena ialah untuk mencapai kondisi *matching* ketika antena dihubungkan kepada sumber tegangan, di mana semua sinyal yang dikirimkan pada antena akan dipancarkan atau apabila antena penerima dalam kondisi *matching* maka energi yang didapat oleh antena dapat dikirimkan pada *receiver* (penerima). Pada impedansi terdiri resistansi input dan reaktansi input. Resistansi ialah daya dihantarkan sedangkan reaktansi adalah daya yang disimpan antena. untuk menentukan impedansi input pada antena menggunakan persamaan (2.17) :

$$Z_{in} = R_{in} + j X_{in} \dots\dots\dots(2.17)$$

Dengan; $Z_{in} = \textit{impedansi antena}$
 $R_{in} = \textit{resistansi antena}$
 $X_{in} = \textit{reaktansi antena}$

2.6.5 Penguatan (*Gain*)

Pada *gain* suatu antenna memiliki hubungan yang berketerkaitan dengan direktivitas yaitu salah satu besaran yang memperhitungkan kemampuan direksional antenna dan efisiensi antenna. *Gain* didefinisikan sebagai perbandingan intensitas radiasi maksimum dengan intensitas radiasi maksimum pada suatu antenna referensi menggunakan inputan daya yang sama. Besarnya nilai *gain* pada suatu antenna untuk mengetahui karakteristik dari antenna yang digunakan. *Gain* pada suatu antenna yang dinyatakan dalam (dB) diperoleh melalui penurunan rumus (2.18) : [9]

$$Gain \text{ (dB)} = 10 \log \frac{P_{out}}{P_{in}} = \text{(dB)} \dots \dots \dots (2.18)$$

Untuk memperoleh *gain* relatif suatu antenna yang berketerkaitan dengan direktivitas yaitu menggunakan persamaan (2.19)

$$G = \eta \times D \dots \dots \dots (2.19)$$

Dalam pengukuran besarnya *gain* pada suatu antenna terdapat 2 metode dasar dalam yaitu *absolute-gain measurement* dan *gain-transfer/gain-comparison*. [1]

1. *Absolute-gain measurement*

Metode pengukuran *Absolute-gain* digunakan untuk menyesuaikan penguatan antenna yang kemudian dapat digunakan sebagai standar untuk pengukuran *gain*. Metode pengukuran *absolute-gain* terbagi menjadi 4 cara pengukuran di antaranya : [1]

a. *Two-Antenna Method* (Cara 2 Antena)

Pada metode pengukuran 2 Antena dilakukan dengan membandingkan daya masukan pada antenna Tx dengan daya masukan yang diterima antenna Rx menggunakan konsep tranmisi friss ketika jarak antara antenna Tx dan Rx diketahui. Untuk antenna yang digunakan yaitu 2 buah antenna identik, satu sebagai pemancar dan satu sebagai penerima. [1]

b. *Three-Antenna Method* (Cara 3 Antena)

Metode pengukuran 3 Antena dilakukan pada antenna yang tidak identik. *Three-Antenna Method* merupakan perbandingan dari 3 kombinasi daya masukan pada antenna Tx dengan daya terima

pada antenna Rx. Variabel yang diukur pada metode 3 antenna ialah jarak R , λ dan perbandingan daya terima dengan daya kirim.

c. *Extrapolation Method* (Ekstrapolasi Medan Dekat)

d. *Ground-Reflection Range Method* (Medan Refleksi Tanah)

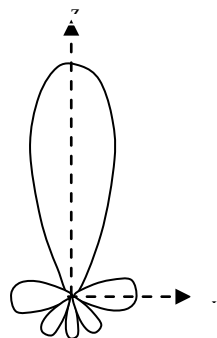
2. *Gain Transfer (Gain-Comparison) Measurement*

Metode *Gain Transfer* merupakan suatu teknik yang menggambarkan standar dari *gain* dengan *gain* yang telah diketahui untuk mengetahui nilai absolute *gain* sehingga pada metode tersebut memerlukan sebuah antenna referensi dimana nilai *gain* nya sudah pasti diketahui. Prinsip pengukuran *Gain Transfer Method* yaitu dilakukan 2 kali pengukuran, pada pengukuran pertama *antenna under test* (AUT) ditempatkan sebagai antenna penerima dengan polarisasi sesuai, kemudian pengukuran kedua ialah dengan menempatkan antenna referensi untuk diukur untuk diketahui daya yang diterima dengan cara yang sama. [1]

2.6.6 Pola Radiasi

Pola radiasi yaitu sebagai gambaran untuk menentukan arah sudut antenna dalam memancarkan energinya.[2] Pola radiasi antenna atau pola antenna didefinisikan sebagai fungsi matematika atau representasi grafis dari sifat radiasi antenna sebagai fungsi dari koordinat ruang, biasanya pola radiasi ditentukan oleh wilayah medan jauh dan direpresentasikan sebagai fungsi dari arah koordinat. Arah pola pancar antenna terdiri dari 3 bagian yaitu pola pancar *unidirectional*, *omnidirectional* dan *Bidirectional*.

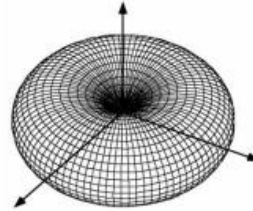
2.6.6.1 Pola radiasi *Uni-directional*



Gambar 2.11 Pola radiasi *Uni-directional*

Seperti yang ditunjukkan gambar 2.11 Pola radiasi *Uni-directional* ialah pola radiasi yang memiliki pola pancar yang hanya terpancar pada arah tertentu, di mana arah antenna ini akan memancarkan atau menerima sebuah gelombang elektromagnetik secara vertikal yang lebih kuat pada satu arah dari pada arah yang lain.

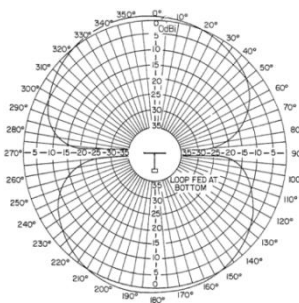
2.6.6.2 Pola radiasi *Omni-Directional*



Gambar 2.12 Pola Radiasi *Omni-directional*. [2]

Untuk pola radiasi *Omni-directional* ditunjukkan gambar 2.12. Pola radiasi *Omni-directional* ialah salah satu arah pancaran antenna yang mampu memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik dengan pancaran yang sama (ke segala arah) dalam satu bidang sebesar 360° secara vertikal. Pada antenna *Omni-directional* memiliki sifat pemancaran isotrop dengan intensitas pemancaran yang sama merata ke semua arah.

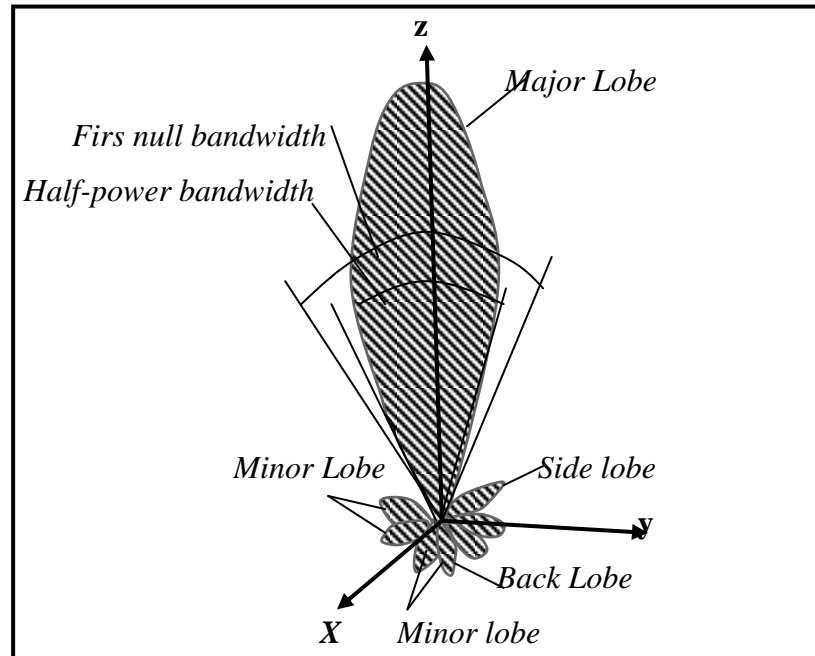
2.6.6.3 Pola radiasi *Bidirectional*



Gambar 2.13 Pola radiasi *Bi-directional*. [5]

Arah radiasi *bi-directional* ditunjukkan pada gambar 2.13. Pola radiasi *Bi-directional* merupakan arah pancar antenna yang mampu memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik pada dua titik yang sama besar. [8]

Bagian-bagian yang terdapat pada pola radiasi disebut sebagai *lobes* yang dikelompokkan ke dalam major atau main, minor, *side* dan *back lobes*, seperti gambar 2.14



Gambar 2.14 Lobes pola radiasi antenna

1. *Main lobe (major)* merupakan suatu daerah pancaran terbesar dengan menentukan arah radiasi serta daya pancaran yang besar.
2. *Side lobe* merupakan suatu parameter yang terdiri dari :
 - 1) *First side lobe* ialah *minor lobe* dengan lokasi paling dekat dengan *main lobe*
 - 2) *Second side lobe* ialah *minor lobe* yang lokasinya sesudah *first side lobe*.
 - 3) *Back lobe* ialah *minor lobe* yang lokasinya berlawanan dengan *main lobe*.
3. *Half Power Beamwidth (HPBW)* merupakan sudut antara dua arah di mana intensitas radiasi satu-setengah nilai *bandwidth* yang dibatasi oleh titik-titik berdasarkan medan maksimum pada *lobe* semula atau suatu batas pada wilayah efektif yang mempunyai lebar pancaran yang dibatasi dengan ke dua sudut batas daya 50 %.[2]
4. *First Null Beamwidth (FNBW)* merupakan suatu bidang yang berada diantara dua arah terhadap *main lobe* dengan intensitas

radiasinya adalah nol atau suatu sudut interval dengan dibatasi level nol ke nol.

5. *Side Lobe Level* (SLL) merupakan pernyataan oleh *side lobe* di mana suatu nilai perbandingan diantara *first lobe* dan juga *main lobe*.
6. *Front to Back Ratio* (FBR) merupakan nilai perbandingan antara *back lobe* dengan *main lobe*.

2.6.7 Polarisasi

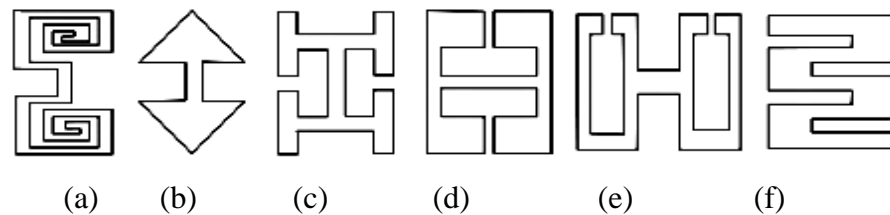
Polarisasi antenna didefinisikan sebagai polarisasi gelombang yang ditransmisikan (terpancar) atau diterima oleh antenna pada arah tertentu. Definisi lain dari polarisasi ialah sebuah gelombang elektromagnetik yang menggambarkan bentuk pergerakan medan listrik terhadap waktu. Polarisasi terbagi menjadi tiga bagian yaitu polarisasi *linier*, polarisasi lingkaran dan polarisasi *ellips*.

1. Polarisasi *linier* ialah apabila medan listrik memiliki arah pada titik y dan *Axial Ratio* (AR) = ∞ , AR ialah perbandingan *ratio* antara sumbu mayor dengan sumbu minor, di mana polarisasi *linear* memiliki bidang vertikal dan horizontal.
2. Polarisasi *Circular* (lingkaran) ialah apabila sumbu mayor sama dengan sumbu minor, serta *Axial Ratio* (AR) = 1, Pada polarisasi ini memiliki medan listrik yang sama besar serta berputar dengan lintasan melingkar (*circular*).
3. Polarisasi *ellips* merupakan polarisasi yang sama dengan polarisasi lingkaran. Untuk polarisasi *ellips* memiliki nilai *Axial Ratio* (AR) $\neq 1$ dan (AR) $\neq \infty$. Serta berputar dengan lintasan *ellips*.

2.7 DEFECTED GROUND STRUCTURE (DGS)

Defected Ground Structure (DGS) merupakan suatu teknik menekan gelombang permukaan dengan menghilangkan (*etch*) sebagian bidang *ground plane*. Penggunaan DGS merupakan suatu teknik yang baru untuk meningkatkan kinerja antenna mikrostrip dan array yang dicatikan pada bagian bidang *ground plane* antenna mikrostrip.[4] bentuk geometri dari DGS terdiri dari geometri yang sederhana hingga yang rumit

sekalipun, seperti yang ditunjukkan gambar 2.15. Untuk rangkaian ekuivalen DGS terdiri dari induktansi dan kapasitansi yang tersusun secara paralel. Ketika teknik DGS ini diterapkan pada antena mikrostrip, maka bagian induktif akan setara, hal ini dikarenakan DGS mampu meningkatkan dan menghasilkan ekuivalen yang tinggi terhadap konstanta dielektrik efektif.[4]



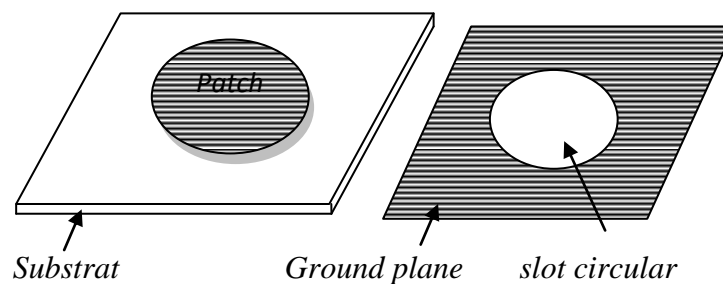
Gambar 2.15 Geometri slot DGS.[5]

Keuntungan utama yang terkait dengan penggunaan DGS yaitu :

1. Meningkatkan performansi *bandwidth* yang lebih luas dan menghasilkan efisiensi radiasi yang lebih baik.
2. Dapat mencegah adanya propagasi gelombang eletromagnetik pada pita frekuensi yang digunakan.

2.7.1 DGS Slot Circular

Slot circular ini memiliki hubungan yang baik dalam hal merespon sinyal refleksi dan radiasi. *Slot circular* merupakan tipe slot yang mudah dalam pembuatannya karena bentuknya yang melingkar maka hanya membutuhkan satu dimensi yaitu radius " a ", akan tetapi bentuk DGS *slot circular* ini mempunyai pengaruh pada karakterisasi posisi pada penempatan DGS yang dilakukan pergeseran secara horizontal ke kanan dan ke kiri dan secara vertikal ke atas maupun ke bawah. Konfigurasi slot *circular* ditunjukkan pada gambar 2.16



Gambar 2.16 Konfigurasi *slot circular*

2.8 TEKNOLOGI JARINGAN GSM 1800 MHz [6]

Global System for mobile (GSM) merupakan standarisasi dari generasi ke-dua yang digunakan untuk komunikasi radio. Berdasarkan alokasi frekuensi GSM yang digunakan oleh standar Indonesia, pada dasarnya menggunakan standar pita frkuensi yang sama dengan yang digunakan di Eropa. Mulanya negara Eropa menggunakan pita frekuensi 900 MHz untuk melakukan proses operasi pengiriman data dan suara. Namun ketersediaan jumlah kanal pada pita frekuensi 900 MHz tidak dapat memenuhi atau mengatasi meningkatkan permintaan yang begitu banyak di Negara Eropa. Oleh karena badan pemerintahan negara Eropa memberikan frekuensi tambahan pada range frekuensi GSM. Sistem tersebut dikenal dengan GSM 1800 MHz atau *Digital Communication System (DCS)*, di mana sistem ini menggunakan band frekuensi 1710 – 1785 MHz untuk frekuensi *uplink* dan 1805 – 1880 MHz untuk frekuensi *downlink* dengan total *bandwidth* 75 MHz. Alokasi band frekuensi GSM 1800 MHz ditampilkan dalam tabel 2.2

Tabel 2.2 Alokasi Jaringan GSM / DCS 1800 MHz.[7]

GSM 1800 MHz / <i>Digital Communication System (DCS) 1800 MHz</i>	
Frekuensi Kerja	1710 – 1880 MHz
<i>Uplink</i>	1710 – 1885 MHz
<i>Downlink</i>	1805 -1880 MHz
<i>RF Carrier</i>	75 MHz
<i>Bandwidth</i> Setiap Kanal	200 KHz
Kanal Frekuensi	374 KHz
Frekuensi <i>dupleks</i>	95 MHz
Isi satu frekuensi <i>Carrier</i>	8 timeslot
Kecepatan Pengiriman	13 Kbps (data) dan 9,6 Kbps (suara)