

## BAB 2

### DASAR TEORI

#### 2.1 KAJIAN PUSTAKA

Pada penelitian [4] membahas tentang desain antenna *microstrip yagi* yang beroperasi pada frekuensi tengah UHF yaitu 642 MHz sebagai penerima tv *digital video broadcasting terrestrial second generation* (DVB-T2). Penggunaan antenna *yagi* dikarenakan antenna ini memiliki struktur yang sederhana namun dapat bekerja dengan baik dan juga bersifat *unidirectional* sehingga baik digunakan sebagai antenna penerima TV. Penelitian antenna ini menggunakan PCB dengan jenis FR4 *epoxy*. Hasil yang diperoleh yaitu *Return Loss* -32,176 dB, *VSWR* sebesar 1,058, *Gain* antenna sebesar 4,76 dB, dan *Bandwidth* sebesar 25 MHz. Antenna *microstrip yagi* ini telah diuji dapat menerima siaran *digital* pada 27 saluran dengan kualitas audio dan video yang baik tanpa *flicker* dan *freeze* pada layar siaran TV *digital* [4].

Pada penelitian [5] membahas tentang antenna *wideband* dengan bentuk *Bowtie* menggunakan metode *Incision Gap* untuk aplikasi DVB-T2. Sistem transmisi *terrestrial* generasi kedua atau DVB-T2 beroperasi pada pita frekuensi 470 - 862 MHz. Penelitian ini mengusulkan menggunakan metode *incision gap* atau celah udara untuk meningkatkan *bandwidth* impedansi elemen antenna panel UHF. Hasil dari pengujian tersebut memperoleh nilai *return loss*  $\leq -10$  dB pada rentang frekuensi 450 - 1080 MHz yang mencakup pita frekuensi DVB-T2. Penggunaan teknik *incision gap* mendapatkan hasil parameter cukup baik dengan *Gain* yang diperoleh sebesar 6.10 - 8.42 dBi, *bandwidth* mencapai 82.35%, dan *beamwidth* pada bidang *horizontal* mencapai 60,5°, 54°, 94° pada frekuensi 470, 666, dan 862 MHz [5].

Pada penelitian [6] membahas tentang antenna *microstrip patch triangular* yang bekerja pada frekuensi 5,4 GHz untuk aplikasi *Wireless Fidelity* (Wi-fi). Metode yang digunakan yaitu *array* 2x1 yang bertujuan untuk mengamplifikasi *Gain* dengan *Bandwidth* yang lebar. Metode *array* adalah menggandakan suatu elemen pada antenna. Penelitian ini dibedakan menjadi 3 model yaitu MTA-A,

MTA-B, dan MTA-C. MTA-A merupakan antenna mikrostrip bentuk segitiga yang disusun *array* 2x1 sedangkan MTA-B dan MTA-C merupakan hasil optimasi *ground plane* dan *patch* dari model MTA-A. Dari ketiga model tersebut yang memperoleh *bandwidth* paling lebar yaitu MTA-C sebesar 2,63 GHz karena dipengaruhi oleh bentuk *patch*-nya yang diperbesar namun juga mengalami penurunan pada frekuensi maksimum disebabkan *ground plane* yang diperbesar. Pemilihan *patch triangular* dikarenakan *patch* tersebut memiliki kelebihan dibanding bentuk *patch* yang lain yaitu penekanan level *side lobe* yang baik dan memiliki karakteristik radiasi yang sama dan merata maka dari itu pada penelitian ini menghasilkan pancaran gelombang elektromagnetik secara merata [6].

Pada penelitian [7] membahas tentang antenna *microstrip patch triangular* menggunakan MIMO 2x1 untuk aplikasi Wi-fi. Penelitian ini bekerja dengan frekuensi 2,4 GHz. Sistem *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) yang menggunakan lebih dari satu antenna baik di sisi pengirim maupun penerima dan juga mampu meningkatkan kecepatan transmisi dan performa konektivitas *wireless* serta menghasilkan *bandwidth* yang lebih besar. Pemilihan antenna *patch triangular* karena bentuk tersebut menghasilkan radiasi yang sama dan luas, yang dibutuhkan bentuk *patch* segitiga lebih kecil dibandingkan dengan bentuk *patch* yang lain. Hal ini dapat menguntungkan dari segi fabrikasi. Hasil parameter dari *Return Loss*, *VSWR*, *Bandwidth* dan *Gain* pada penelitian tersebut mendapatkan hasil yang lebih baik setelah dilakukan optimasi. Memperoleh nilai *Return Loss* -35,9 dB, *VSWR* 1,032, *Bandwidth* sebesar 171 MHz, dan *Gain* 9,536 dB [7].

Pada penelitian [8] ini membahas tentang rancang bangun pada antenna *microstrip patch* segitiga *array* yang bekerja pada frekuensi 5,8 GHz. Pemilihan metode pada penelitian ini menggunakan teknik *Defected Ground Structure* (DGS) bertujuan untuk meningkatkan *Gain* dan memperlebar *Bandwidth* dikarenakan pada antenna *microstrip* memiliki kekurangan yaitu *Bandwidth* yang sempit. Pada perancangan ini juga menggunakan *array*, jadi pada desain ini terdapat 3 buah antenna dengan bentuk *patch triangular* yang sama. Untuk teknik *Defected Ground Structure* (DGS) dengan cara menghilangkan sebagian pada bagian *groundplane*. Hasil yang diperoleh tanpa menggunakan DGS yaitu *Return Loss* sebesar -39,9 dB, *VSWR* sebesar 1,006, *Bandwidth* sebesar 206 MHz, dan *Gain* sebesar 4,669

dB. Sedangkan hasil yang diperoleh saat menggunakan DGS yaitu *Return Loss* sebesar -15,9 dB, *VSWR* sebesar 1,381, *Bandwidth* sebesar 335 MHz, dan *Gain* sebesar 5,593 dB. Perbandingan yang didapatkan pada antenna *microstrip* sebelum menggunakan metode DGS memperoleh *Bandwidth* sebesar 206 MHz sedangkan saat menggunakan metode DGS memperoleh *Bandwidth* sebesar 335 MHz. Jadi dari hasil simulasi yang sudah di optimasi menunjukkan bahwa menggunakan teknik *Defected Ground Structure* mengalami kenaikan *Bandwidth* yang lebar. Namun, setelah difabrikasi dilakukan pengukuran dan memperoleh *Bandwidth* sebesar 242 MHz [8].

Pada penelitian [9] membahas tentang antenna *wearable* menggunakan *patch triangular* untuk aplikasi kesehatan. Antena *wearable* adalah antenna *microstrip* yang dapat dipasangkan pada pakaian atau langsung diletakkan di atas kulit manusia. Untuk frekuensi kerja dari antenna *wearable* yang umumnya digunakan di dunia termasuk Indonesia pada frekuensi ISM-Band yaitu 2,4 GHz dan 5,2 GHz sebagai frekuensi kerja perangkat nirkabel dan sensor. Untuk meningkatkan performa dari antenna ini, maka dilakukan pencacatan pada *ground plane* atau disebut dengan *Defected Ground Structure* (DGS). Hasil yang didapatkan pada penelitian ini diperoleh *Return Loss* -26,07 dB, *VSWR* 1,104 dB, *Gain* 2,7 dBi, dan *Bandwidth* 1618 MHz. Dengan penggunaan metode DGS dapat melebarkan *Bandwidth* sehingga tercapai untuk *Ultra Wideband* dan pengurangan dimensi pada *ground* dapat mempengaruhi terhadap beberapa parameter [9].

## **2.2 DASAR TEORI**

### **2.2.1 Televisi**

Televisi merupakan sarana komunikasi yang menawarkan berbagai informasi yang *ter-update* dan disebarluaskan kepada masyarakat. Kemudian para ahli yang mengetahui tentang televisi menyatakan bahwa televisi merupakan hasil produk berteknologi tinggi yang menyampaikan isi pesan berupa gerakan *audio visual*. Isi media *audiovisual* memiliki dampak yang sangat besar pada cara orang berpikir dan bertindak individu. Fungsi dari televisi yaitu [10]:

### 1. Alat Informasi

Kehadiran televisi telah menjadi sarana interaksi yang sangat penting terhadap isu-isu di belahan dunia ini. Dalam hal ini menjadi subjek pemberitaan televisi dan diolah sebagai paket data dalam pengolahan data *audio visual* [10].

### 2. Media Edukasi

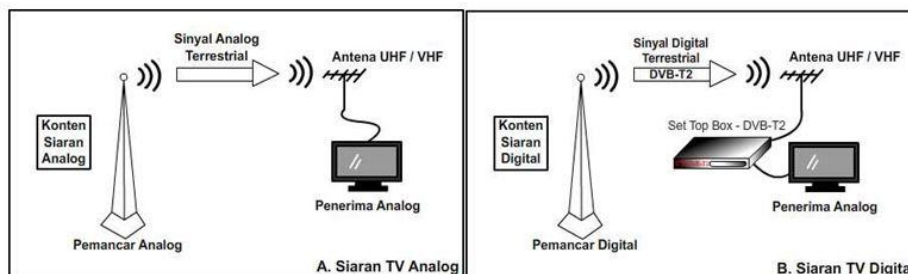
Media pendidikan merupakan sarana, cara, dan strategi yang meningkatkan komunikasi dan interaksi antara guru dan siswa dalam proses belajar-mengajar. Media pendidikan menganggap siaran televisi sebagai media, dengan mempertimbangkan program-program tersebut dapat menyajikan informasi yang berkualitas dan bernilai pendidikan moral dan ilmiah.[10].

### 3. Fungsi hiburan

Kemajuan yang begitu pesat di berbagai bidang termasuk industri hiburan dan seterusnya, merupakan salah satu hal yang menggugah ambisi untuk mengejar *rating* di hati publik[10].

## 2.2.2 Teknologi Televisi *Digital*

*Digital TV* (DTV) adalah teknologi televisi yang memanfaatkan modulasi *digital* dan kompresi sistem untuk mengirimkan sinyal, *audio*, dan data ke perangkat televisi. Televisi *digital* merupakan perangkat yang digunakan untuk menerima siaran televisi *digital* dalam format *digital*, menggantikan sistem transmisi *analog* dengan format *digital* yang memetakan informasi menjadi bit data [11].



**Gambar 2.1** Arsitektur Televisi *Analog* dan *Digital* [11]

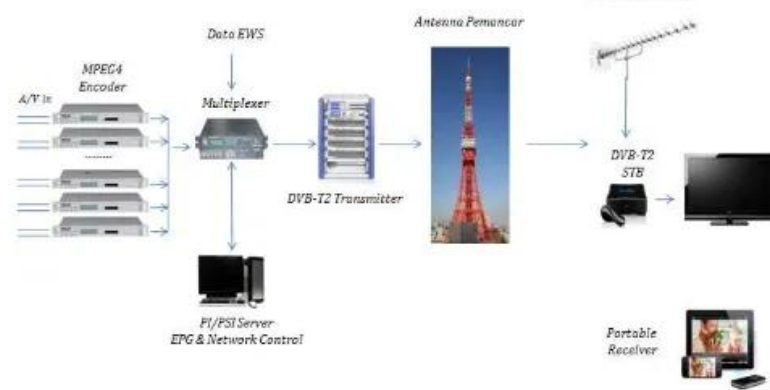
Pada Gambar 2.1 menjelaskan bahwa keunggulan penyiaran *digital* dibandingkan dengan sistem penyiaran *analog* terletak pada penggunaan frekuensi yang optimal, kualitas gambar dan suara yang semakin baik, kekebalan interferensi dan peluang munculnya industri/bisnis baru di industri telekomunikasi, elektronik serta perangkat keras dan perangkat lunak serta sinyal analog dan sinyal digital menggunakan antena yang sama yaitu *Ultra High Frequency* (UHF) atau *Very High Frequency* (VHF) [12].

Ada empat standar utama yang menjadi arah standar siaran di seluruh dunia, yaitu standar TV *digital* satelit *digital video broadcasting* (DVB) yang dianut negara-negara Eropa, standar ATSC atau Digital TV (DTV) yang dianut Amerika Serikat, dan standar ISDB yang berasal dari Jepang dan dianut oleh Brazil, standar penyiaran TV *digital* dan standar DMB dari Korea [12].

Di Indonesia, standar penyiaran *digital* yang diperkenalkan pemerintah sejak tahun 2012 memperkenalkan standar penyiaran *digital terrestrial* DVB-T2. Siaran *terrestrial digital* sama dengan televisi *analog* yang masih ada dan menggunakan frekuensi radio VHF/UHF, hanya berbeda dalam bentuk konten yang dikompresi secara *digital*. Dalam sistem transmisi televisi *analog* semakin jauh lokasi penerima, semakin sedikit sinyal yang diterima [11].

### **2.2.3 Digital Video Broadcasting-Second Generation Terrestrial (DVB-T2)**

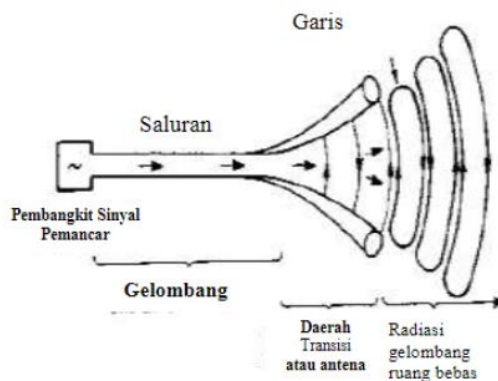
Perubahan Indonesia dari DVB-T ke DVB-T2 didasarkan pada Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika No. 05/PER/M.KOMINFO/2/2012. DVB-T2 memiliki sistem yang lebih kompleks, tetapi DVB-T2 memiliki kemampuan anti-interferensi yang lebih tinggi. Gambar 2.2 menunjukkan arsitektur DVB-T2, *input* format MPEG4 di-*multiplex* sebelum diteruskan melalui pemancar DVB-T2, pengguna dapat menerima siaran jika mereka memiliki *set top box* DVB-T2. Dengan *multiplexing*, saluran dapat berisi lebih dari satu konten [14]. *Digital Video Broadcasting-Second Generation Terrestrial* (DVB-T2) adalah teknologi transmisi televisi *digital terrestrial* yang diterbitkan pada bulan September 2009 oleh *European Telecommunication Standards Institute* (ETSI). Standar DVB-T2 1.1.1, dikenal sebagai EN 302 755 didasarkan pada DVB *blue-book* yang diterbitkan sebelumnya [15].



**Gambar 2.2 Arsitektur DVB-T2 [14]**

### 2.2.4 Definisi Antena

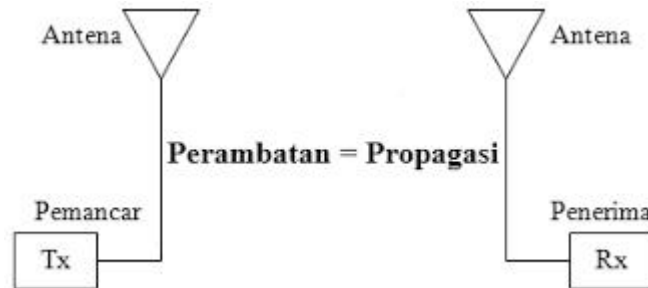
Antena merupakan perangkat yang berfungsi sebagai perantara antara saluran transmisi dan ruang hampa. Biasanya, antena terbuat dari bahan logam yang membentuk batang atau kabel, dan digunakan untuk mengirim atau menerima gelombang radio atau sinyal komunikasi lainnya. Ilustrasi dari konsep antena dasar untuk penjelasan diatas dapat dilihat pada Gambar 2.3 [16].



**Gambar 2.3 Konsep Antena Dasar [16]**

Antena sebagai alat pemancar adalah sebuah transduser (pengubah) elektromagnetis yang digunakan untuk mengubah gelombang dalam saluran transmisi kabel menjadi gelombang yang merambat diruang bebas, dan sebagai alat penerima mengubah gelombang ruang bebas. Dalam perjalanannya dari pemancar menuju penerima ke penerima jarak jauh, hal itu menyebabkan penurunan energi gelombang elektromagnetik yang mengalami pengurangan sinyal saat diterima oleh penerima. Agar penerima dapat menerima dengan baik,

diperlukan antenna dengan pola radiasi, polarisasi, penguatan *gain* tinggi dan *directivity* yang lebar. Dari penjelasan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.4 [17].



**Gambar 2.4 Peranan Antena dalam Komunikasi [17]**

Terdapat beberapa jenis dan karakteristik antenna serta kegunaan dari antenna tersebut sebagai berikut ini [18]:

1. *Antena Dipole*

*Antena dipole* adalah antenna yang terdiri dari dua kabel terpisah. *Antena dipole* adalah *omnidirectional*, yaitu memancarkan energi di area tertentu atau sama ke segala arah. Bentuk antenna *dipole* dapat dilihat pada Gambar 2.5 [18].



**Gambar 2.5 Antena Dipole [18]**

2. *Antena Monopole*

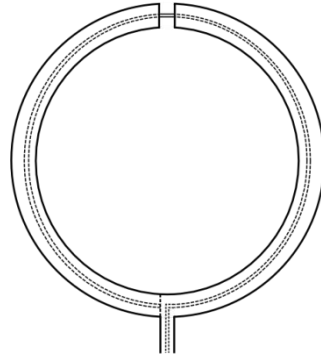
*Antena monopole* adalah jenis antenna yang memiliki kabel koaksial yang terhubung ke bagian antenna dan kabel koaksial luar terhubung ke *ground*. *Antena monopole* memiliki pola radiasi *omnidirectional*. Bentuk antenna *monopole* dapat dilihat pada Gambar 2.6 [18].



**Gambar 2.6 Antena Monopole [18]**

### 3. Antena *Loop*

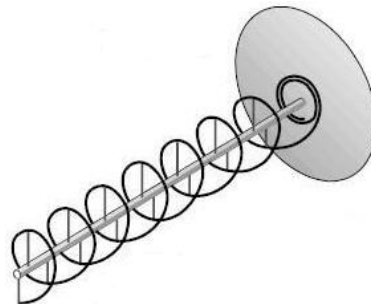
Antena *loop* adalah jenis antena yang memiliki jalur sinyal kontinu dari satu kabel melalui saluran transmisi ke kabel lainnya. Antena *loop* dapat dilihat pada Gambar 2.7. Untuk bentuk fisik dari antena *loop* dapat beragam berupa segitiga, persegi, lingkaran atau *spiral* [18].



**Gambar 2.7 Antena *Loop* [18]**

### 4. Antena *Helix*

Antena *helix* adalah antena yang terdiri dari kawat konduktif yang melilit di media penyangga. Antena *helix* adalah antena berbentuk tiga dimensi. Bentuk asli antena *helix* menyerupai pegas, yang diameternya sesuai dengan kumparan dan jarak antar kumparan berukuran tertentu. Bentuk antena *helix* dapat dilihat pada Gambar 2.8 [18].



**Gambar 2.8 Antena *Helix* [18]**

#### 2.2.5 Antena *Microstrip*

Perkembangan asal usul teknologi antena *microstrip* sangat erat kaitannya dengan perkembangan teknologi struktur gelombang *microstrip* (*microstrip line*). Gelombang *microstrip* dapat diselaraskan menggunakan sirkuit *printed circuit board* (PCB), sering digunakan dalam elektronika berfrekuensi rendah di atas *substrate* bahan dielektrik. Antena *microstrip* juga dapat dikatakan sebagai



konduktor logam yang dipasang pada bagian atas *ground plane* dan mengandung bahan dielektrik [17].

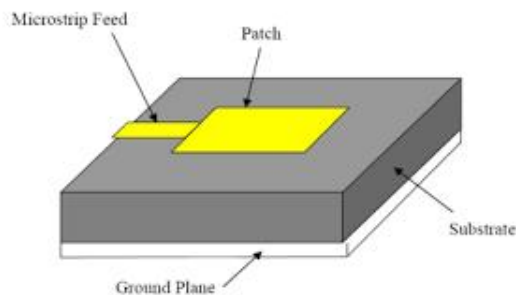
Antena *microstrip* adalah jenis antena yang memiliki beberapa keunggulan, antara lain sederhana dan ringan dalam desainnya, serta dapat disesuaikan dengan kebutuhan tertentu. Antena ini sangat cocok digunakan dalam perangkat lunak atau aplikasi yang membutuhkan antena berukuran kecil, seperti pesawat terbang, pesawat ruang angkasa, satelit, dan peluru kendali. Fitur-fitur ini memungkinkan antena *microstrip* untuk diintegrasikan ke perangkat telekomunikasi kecil lainnya. Antena *microstrip* memiliki beberapa keunggulan, antara lain [19]:

1. Ukuran kecil dan ringan.
2. Polarisasi ganda dan frekuensi ganda dapat dilakukan dengan mudah.
3. Mudah dicetak dan tidak membutuhkan biaya banyak.
4. Dengan mudah diintegrasikan ke dalam sirkuit terpadu gelombang mikro.

Namun, selain kelebihan yang telah dijelaskan diatas, antena *microstrip* juga memiliki kekurangan [19]:

1. Memiliki *Bandwidth* sempit.
2. Mempunyai *Gain* rendah.
3. Efisiensi rendah.
4. Radiasi yang tidak diinginkan dapat terjadi di *feedline*-nya.
5. Timbulnya gelombang permukaan (*surface wave*).

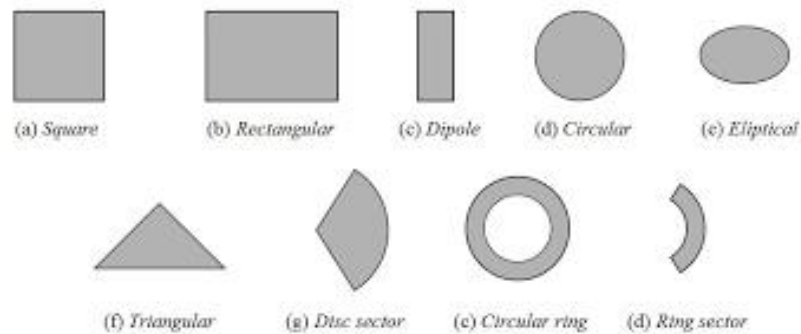
Pada Gambar 2.9 antena *microstrip* terdiri dari tiga lapisan utama yaitu *substrate*, *groundplane*, dan *patch*. Setiap lapisan menggunakan jenis material berbeda yang berbeda untuk membentuk komponen antena *microstrip*. Lapisan *patch* memiliki bentuk yang beragam dan dapat disesuaikan sesuai dengan kebutuhan dan fungsi yang diinginkan untuk antena tersebut [18].



**Gambar 2.9 Struktur pada Antena *Microstrip* [18]**

### 1. Patch

*Patch* adalah lapisan yang memiliki bentuk profil tertentu, merupakan hasil dari proses *etching* atau yang fungsinya untuk memancarkan gelombang elektromagnetik ke udara dan terletak di bagian atas dari seluruh sistem antena. Pada Gambar 2.10 terdapat beberapa *patch* yang memiliki bermacam-macam bentuk seperti persegi (*rectangular*), segitiga (*triangular*), lingkaran (*circular*), dll.



**Gambar 2.10 Jenis-jenis Patch Antena Microstrip [18]**

### 2. Substrate

*Substrate* adalah lapisan bahan isolasi dengan lapisan logam atau substrate dielektrik dibawahnya. Sifat-sifat *substrate* mempengaruhi parameter dari antena. Pengaruh ketebalan *substrate* dielektrik mempengaruhi *bandwidth* yang dihasilkan. Ada beberapa substrate untuk perancangan antena *microstrip*, yaitu : *silicon*, *duroid*, dan FR-4, *substrate* tersebut memiliki perbedaan konstanta dielektrik atau *relative permittivity* ( $\epsilon_r$ ). Bahan *substrate Epoxy FR-4* dengan konstanta dielektrik 4.3 digunakan dalam penelitian ini.

### 3. Groundplane

*Groundplane* dari suatu bentuk antena *microstrip* dapat dibuat dari jenis bahan konduktif yang fungsinya untuk memantulkan gelombang elektromagnetik. Sedangkan *Microstrip feed* terdapat saluran yang sangat penting karena dapat mempengaruhi kedudukan antena *microstrip*. Untuk memperoleh dimensi dari *groundplane* dapat menggunakan persamaan 2.1 dan 2.2.

$$W_s : W_g = 2 \times a_{eff} \quad (2.1)$$

$$L_s : L_g = 2 \times a_{eff} \quad (2.2)$$

Keterangan :

$W_s$  : Lebar *Substrate*

$W_g$  : Lebar *Groundplane*

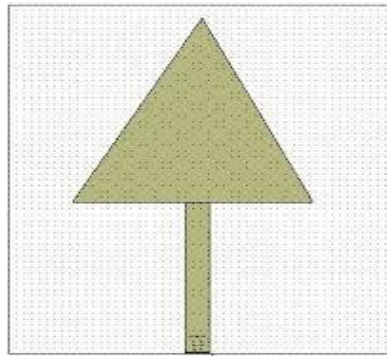
$L_s$  : Panjang *Substrate*

$L_g$  : Panjang *Groundplane*

$a_{eff}$  : panjang sisi efektif (mm)

### 2.2.6 Antena *Microstrip Patch Triangular* (Segitiga)

Radiasi antena yang umum digunakan adalah antena microstrip yang menggunakan elemen pancar berbentuk segitiga. Elemen radiasi segitiga dipilih karena bentuknya yang mengarah ke dimensi antena yang lebih sederhana dibandingkan dengan bentuk elemen radiasi lainnya. Dalam perancangan antena *microstrip triangular*, terdapat beberapa aspek yang perlu diperhatikan terutama dalam memilih *substrate* yang akan digunakan, artinya ada beberapa jenis antena *microstrip* ini yang menggunakan *substrate* yang sama dengan antena *microstrip rectangular*. Pada Gambar 2.11 merupakan bentuk antena *microstrip patch triangular* [19].



**Gambar 2.11 Bentuk *Patch Triangular* [17]**

Untuk suatu ukuran *patch* antena *segitiga* sama sisi dapat dilakukan dengan analisa terhadap panjang setiap sisinya didasarkan dari frekuensi resonansi yang digunakan dan konstanta dielektrik bahan yang digunakan. Untuk menentukan dimensi segitiga sama sisi dapat menggunakan persamaan :

$$a = \frac{2c}{3fr\sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.3)$$

$$a_{eff} = a + \frac{h}{\sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.4)$$

Keterangan :

$a$  = Panjang sisi segitiga (mm)

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

$f_r$  = Frekuensi resonansi (MHz)

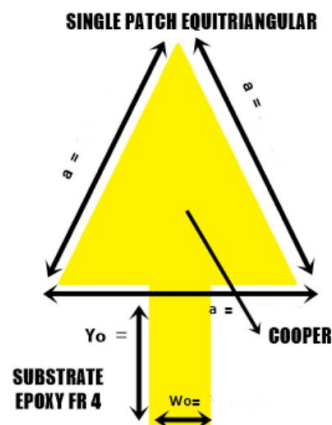
$\epsilon_r$  = Konstanta relatif dielektrik bahan

$a_{eff}$  = panjang sisi efektif (mm)

$h$  = ketebalan *substrate* (mm)

### 2.2.7 Teknik Pencatuan *Microstrip Line*

Pencatuan merupakan aspek yang sangat penting dalam perancangan antenna *microstrip* karena *feed* antenna berperan sebagai sumber daya bagi antenna tersebut. Dalam konteks antenna *microstrip*, pencatuan wilayah dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu pencatuan langsung dan pencatuan tidak langsung.[17]. Terdapat empat jenis *feeding* (teknik pencatuan) yang umum digunakan pada antenna *microstrip*, yaitu *coaxial probe*, *proximity coupling*, *aperture coupling*, dan *microstrip line*. Keempat teknik *feeding* ini memberikan fleksibilitas dan variasi dalam perancangan antenna *microstrip*, memungkinkan untuk memilih metode yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik antenna yang diinginkan. Pencatuan *microstrip line* dapat ditunjukkan pada gambar 2.12 [19].



Gambar 2.12 *Feedline* [19]

Keterangan :

$a$  = Dimensi *patch*

$Y_o$  = Panjang *Feedline*

$W_o$  = Lebar *Feedline*

Teknik pencatuan *microstrip line* pada antenna *microstrip* diimplementasikan dengan menghubungkan *feedline* langsung ke *patch* antenna. Selain itu, penting untuk memastikan bahwa material yang digunakan di *patch* adalah sama dengan material yang digunakan di *feedline*. Salah satu parameter yang sangat penting yang harus diperhatikan dalam perancangan saluran transmisi adalah impedansi karakteristik ( $Z_0$ ). Nilai dari impedansi karakteristik dari saluran mikrostrip ditentukan oleh lebar saluran pencatu ( $W_f$ ) dan tinggi *substrate*  $h$ . Namun impedansi / redaman menggunakan 50 ohm maka perhitungan dimensi saluran transmisi menggunakan persamaan (2.5) [19].

$$B = \frac{377 \pi}{2 \times Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.5)$$

$$W_f = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[ \ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right] \right\} \quad (2.6)$$

$$L_f = \frac{\lambda_g}{4} \quad (2.7)$$

$$\lambda_g = \frac{c}{f \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.8)$$

Keterangan :

$B$  = Besarnya impedansi pada saluran

$Z_0$  = Impedansi karakteristik ( $\Omega$ )

$\pi$  = nilai konstanta (3,14)

$W_f$  = Lebar saluran pencatu (mm)

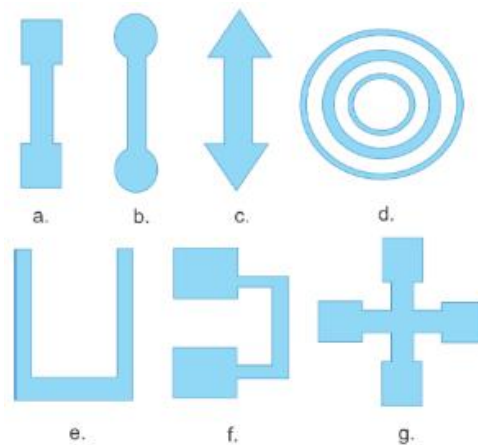
$L_f$  = Panjang saluran pencatu (mm)

$\lambda_g$  = Panjang gelombang bahan dielektrik

### 2.2.8 Defected Ground Structure (DGS)

Terdapat berbagai cara untuk meningkatkan *Bandwidth* antenna mikrostrip. Salah satunya adalah dengan menggunakan model *substrate* yang lebih tebal, artinya meningkatkan ketebalan bahan dielektrik pada antenna. Selain itu, menggunakan *substrate* ganda yang menggabungkan dua lapisan *substrate* dengan karakteristik yang berbeda untuk meningkatkan *bandwidth*. Namun cara ini dianggap tidak efektif karena ukuran antenna akan sia-sia dan biaya produksi antenna menjadi dua kali lipat. Teknik yang benar adalah dengan menggunakan

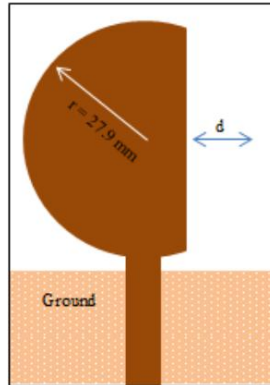
teknik *Defected Ground Structure* (DGS). Dengan cara pencacatan *ground* dan menghilangkan bagian dari bidang *ground plane* sehingga gelombang permukaan dapat ditekan dan kinerja *Bandwidth* antenna dapat ditingkatkan [21]. Dengan menghilangkan sebagian bidang pada *ground plane* menyebabkan distribusi arus pada permukaan *ground plane* terganggu, hal ini dapat menghasilkan eksitasi dan propagasi gelombang elektromagnetik yang dapat dikendalikan dengan menyesuaikan bentuk DGS. Macam-macam geometris pencacatan *ground* seperti Gambar 2.13 [22].



**Gambar 2.13 Geometris DGS [21]**

### 2.2.9 Beveled Half Cut

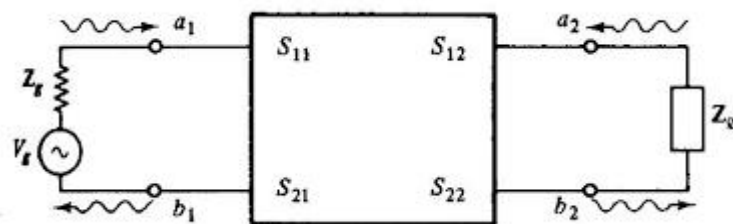
Pada antenna *microstrip*, metode *Beveled Half Cut* yang dimaksud atau teknik yang lebih dikenal dengan sebutan “*Beveling*” atau “*Half-cut*” pada sisi pinggiran / samping antenna. Dalam antenna *microstrip*, bagian samping merupakan area yang berbeda dari area yang lainnya, dan sinyal dapat mengalami pantulan di dekat bagian samping antenna. Tujuan dari teknik ini adalah untuk mengurangi efek tepi tersebut dan meningkatkan performa antenna dengan mengurangi pantulan yang tidak diinginkan. Teknik ini diterapkan dengan cara memotong sebagian sisi dari *patch* antenna *microstrip*. Dilakukan pemotongan pada sisi *patch* tersebut bertujuan untuk menghasilkan nilai *return loss* yang baik dan juga metode ini dapat meningkatkan *bandwidth* pada antenna [26]. Contoh bentuk *Beveled Half Cut* pada antenna *microstrip* dapat dilihat pada Gambar 2.14.



**Gambar 2.14 Desain Antena *Microstrip* dengan *Beveled Half Cut* [26]**

### 2.2.10 Parameter Antena

Kinerja antena *microstrip* dapat dilihat dari parameternya. Beberapa parameter antena dapat dijelaskan menggunakan S-Parameter. S-Parameter digunakan untuk menggambarkan bagaimana energi di jaringan listrik. S-Parameter sangat penting untuk menggambarkan jaringan sebagai fungsi amplitudo dan fase dengan frekuensi bukan tegangan dan arus [24].



**Gambar 2.15 Scattering Parameters Two Port Network [24]**

Pada Gambar 2.15 menunjukkan bahwa gelombang berjalan digunakan untuk menggambarkan perilaku jaringan yaitu gelombang masuk dan keluar dari *port 1* dan *port 2*. Untuk *a* disini merupakan amplitudo tegangan dari gelombang datang, sedangkan *b* adalah amplitudo tegangan yang meninggalkan *port*. Secara umum hubungan antara *a*, *b* dan matrik *S* adalah sebagai berikut [24] :

$$b = S \cdot a \quad (2.9)$$

Dengan *S* adalah *Scattering matriks*, Maka untuk jaringan dua *port* dapat dijabarkan seperti :

$$b_1 = S_{11} \cdot a_1 + S_{12} \cdot a_2 \quad (2.10)$$

$$b_2 = S_{21} \cdot a_1 + S_{22} \cdot a_2 \quad (2.11)$$

Pada pengujian antenna, terdapat beberapa parameter utama yang menjadi dasar untuk mengukur kualitas antenna. Beberapa parameter antenna utama yang terlibat dalam proses pengujian antara lain sebagai berikut [23]:

1. *Return Loss*

*Return loss* adalah ukuran dari rasio antara gelombang amplitudo yang dipantulkan dengan gelombang amplitudo yang dipancarkan dari antenna tersebut. Dalam gambaran visual, *Return loss* dapat dilihat sebagai perbedaan amplitudo antara gelombang yang dipantulkan ( $V_0^-$ ) dan gelombang yang ditransmisikan ( $V_0^+$ ). Dalam hal ini, tidak semua daya di-*transfer* dari sumber ke beban. Rugi-rugi ini dikenal sebagai *Return loss*. Rumus untuk mencari nilai *Return loss* adalah sebagai berikut ::

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} \tag{2.12}$$

$$Return Loss (dB) = 20 \log_{10} |\Gamma| \tag{2.13}$$

Keterangan :

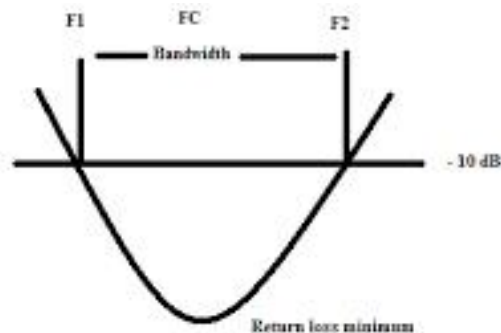
$\Gamma$  = Koefisien refleksi

$V_0^+$  = Gelombang amplitudo yang dikirimkan

$V_0^-$  = Gelombang amplitudo yang dipantulkan

$Z_L$  = Impedansi beban ( $\Omega$ )

$Z_0$  = Impedansi karakteristik ( $\Omega$ )



**Gambar 2.16 Return Loss [23]**

2. *Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)*

VSWR adalah rasio antara gelombang berdiri (*standing wave*) maksimum ( $|V|_{max}$ ) dan minimum ( $|V|_{min}$ ). Kondisi *Standing wave* ketika ketidaksesuaian antara impedansi input antenna dan saluran *feeder* menyebabkan pantulan gelombang. Penentuan koefisien refleksi tegangan  $|\Gamma|$



maka bisa menggunakan rumus persamaan (2.9). Rumus untuk mencari nilai VSWR adalah sebagai berikut :

$$VSWR = \frac{|V|_{max}}{|V|_{min}} = \frac{|1+\Gamma|}{|1-\Gamma|} \quad (2.14)$$

Dalam beberapa kasus sederhana, jika bagian *imaginer* dari koefisien refleksi ( $\Gamma$ ) adalah 0, maka dapat dinyatakan sebagai berikut :

- A.  $\Gamma = -1$  : Pantulan negatif maksimum, terjadi ketika saluran terhubung singkat.
- B.  $\Gamma = 0$  : Tidak terjadi pantulan, terjadi ketika saluran dalam keadaan *matched* sempurna.
- C.  $\Gamma = +1$  : Pantulan positif maksimum, terjadi ketika saluran dalam rangkaian terbuka.

Secara umum, antenna masih dapat berfungsi dengan baik atau standar  $VSWR \leq 2$ , dengan demikian dapat ditarik kesimpulan bahwa antenna yang dirancang pada frekuensi kerja memiliki VSWR yang rendah atau baik. Hal ini menunjukkan bahwa antenna memiliki kecocokan impedansi yang baik dan efisiensi transfer daya yang tinggi dalam rentang frekuensi kerja yang diinginkan

### 3. *Bandwidth*

*Bandwidth* antenna mengacu pada rentang frekuensi di mana antenna menunjukkan karakteristik kinerja sesuai dengan spesifikasi standar yang ditentukan. *Bandwidth* antenna dapat dihitung dari tepi atas dan tepi bawah rentang frekuensi yang telah ditentukan. Dengan memperhatikan *Bandwidth*, antenna dapat dioptimalkan agar mampu berfungsi dengan baik pada seluruh rentang frekuensi yang diinginkan, sehingga dapat digunakan secara efektif dalam berbagai aplikasi komunikasi dan pemancar.

$$BW = \frac{f_2 - f_1}{f_0} \times 100 \% \quad (2.15)$$

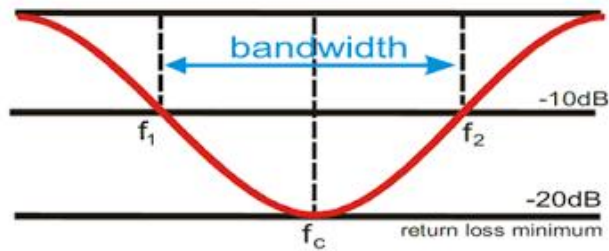
Keterangan :

BW : *Bandwidth*

$f_2$  = Tepi atas rentang frekuensi yang diperoleh

$f_1$  = Tepi bawah rentang frekuensi yang diperoleh

$f_0$  = Frekuensi tengah



**Gambar 2.17 Bandwidth [17]**

4. *Gain*

*Gain* (penguatan) adalah rasio intensitas radiasi antenna pada arah utama terhadap intensitas radiasi antenna *isotropik* dengan sumber daya masukan yang sama dan dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$G = D \cdot \eta \quad (2.16)$$

Keterangan :

$D = Directivity$

$\eta =$  Efisiensi antenna

Jika antenna digunakan dalam sistem, seberapa efisienkah antenna mengubah daya yang terdapat dalam terminal *input* menjadi daya yang dipancarkan. Untuk menunjukkan hal tersebut bahwa diketahui dari penguatan daya yang didefinisikan sebagai  $4\pi$  kali ratio intensitas searah dengan daya yang diterima antenna, dinyatakan dengan persamaan :

$$G = 4\pi \frac{Radiation Intensity}{Total Input Power} = 4\pi \frac{U(\theta, \phi)}{P_{in}} \quad (2.17)$$

Keterangan :

$P_{in} =$  Daya yang diterima oleh antenna

$U(\theta, \phi) =$  Intensitas radiasi

Ada juga *relative gain*. Gain relatif didefinisikan sebagai rasio antara gain daya arah tertentu dan gain daya pada arah antenna referensi, dengan asumsi bahwa daya input kedua antenna tersebut sama. Namun, antenna referensi diasumsikan sebagai sumber isotropik *lossless* dengan daya *input* yang sama ( $P_{in(lossless)}$ ). Secara umum, dapat dihubungkan sebagai berikut :

$$Gain = \frac{4\pi U(\theta, \phi)}{P_{in(lossless)}} \quad (2.18)$$

*Gain* adalah ukuran efisiensi suatu antenna dan diukur dalam satuan dBi. Dalam pengukuran gain, jarak medan jauh diperlukan untuk memastikan

bahwa antenna pemancar dan antenna penerima tidak saling mempengaruhi secara langsung. Dapat menggunakan rumus sebagai berikut [27]:

$$r_{min} = \frac{2D^2}{\lambda} \quad (2.19)$$

Keterangan :

$r_{min}$  = Jarak minimal pemancar dan penerima (m)

D = Dimensi terbesar dari antenna (m)

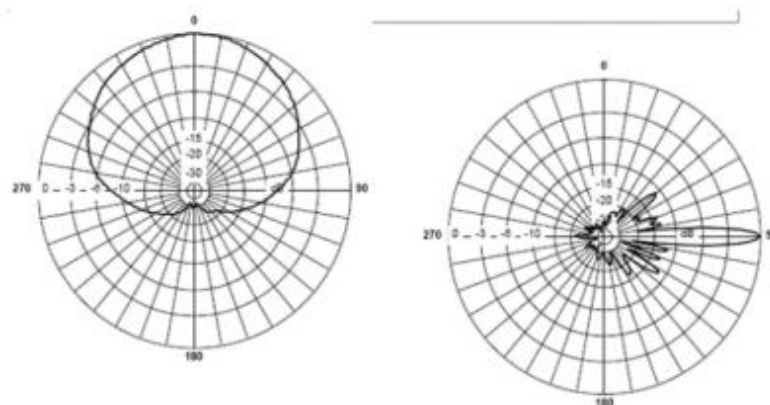
$\lambda$  = Panjang gelombang (m)

## 5. Pola Radiasi

Pola radiasi antenna dapat didefinisikan sebagai plot karakteristik radiasi antenna sebagai fungsi koordinat ruang. Tujuan dari pola radiasi adalah untuk menunjukkan bentuk pola arah pancaran yang dihasilkan oleh antenna. Dalam banyak kasus, ditentukan oleh pola daerah medan jauh. Antenna dapat diklasifikasikan sebagai antenna searah (*directional*) atau antenna segala arah (*omnidirectional*). Pada pola radiasi *directional* dibedakan menjadi dua jenis yang berbeda yaitu *Unidirectional* dan *Bidirectional*.

### A. Pola Radiasi *Unidirectional*

Merupakan pola radiasi ini dimana pancaran terkuat diarahkan ke arah tertentu tetapi dapat meluas pada jarak yang relatif besar. Bentuk pola radiasi *Unidirectional* dapat dilihat pada Gambar 2.18.

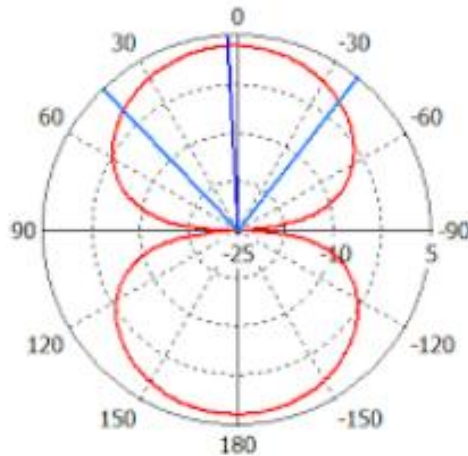


**Gambar 2.18 Pola Radiasi *Unidirectional* [23]**

### B. Pola Radiasi *Bidirectional*

Merupakan pola radiasi ini menggambarkan distribusi daya radiasi antenna yang simetris terhadap dia arah yang berlawanan. Dalam pola radiasi ini, antenna memancarkan sinyal dengan intensitas yang sama kuat

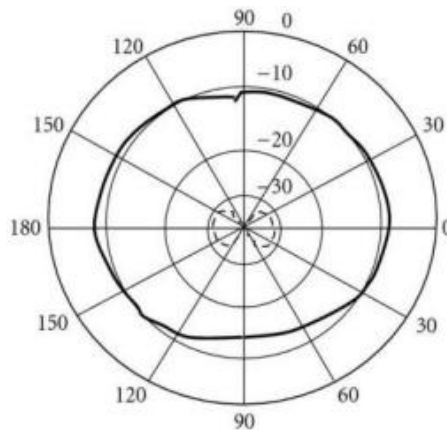
ke arah depan dan arah belakang. Bentuk pola radiasi *Bidirectional* dapat dilihat pada Gambar 2.19.



**Gambar 2.19 Pola Radiasi *Bidirectional* [17]**

C. Pola Radiasi *Omnidirectional*

Merupakan pola radiasi yang dibuat oleh antenna yang memancarkan atau menerima gelombang elektromagnetik di area yang sama atau pola radiasi 360°. Bentuk pola radiasi *Omnidirectional* dapat dilihat pada Gambar 2.20.

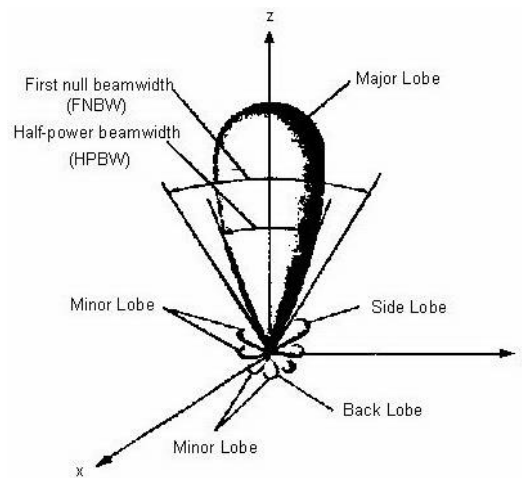


**Gambar 2.20 Pola Radiasi *Omnidirectional* [19]**

6. *Beamwidth*

*Beamwidth* merupakan sudut penerimaan yang ditentukan oleh sebagian daya yang dipancarkan oleh antenna, membentuk pola radiasi tertentu. Pada Gambar 2.21 terdapat diagram arah antenna yang memiliki beberapa istilah yang perlu dipahami, yaitu:

1. *Main Lobe*, adalah area pancaran terbesar dari daya yang dipancarkan oleh antenna.
2. *Side Lobe*, adalah area pancaran samping pada pola radiasi antenna. Lebar pancaran *side lobe* lebih kecil dibandingkan dengan *main lobe* dan sudut pancarannya juga lebih sempit.
3. *Back Lobe*, adalah area pancaran pada bagian belakang antenna. Ini berarti sinyal yang dipancarkan oleh antenna memantul kembali pada sudut tertentu, sehingga area di belakang antenna juga terkena radiasi antenna.



**Gambar 2.21 Lobe Radiasi Antena [23]**