

BAB 2

DASAR TEORI

2.1. KAJIAN PUSTAKA

Penelitian ini membahas mengenai tersebut melakukan perancangan dan realisasi antenna *dipole* silang dengan *reflector planar* horizontal untuk aplikasi TV digital DVB-T2 menggunakan bahan tembaga, Dimana hasil pada realisasi antenna dapat bekerja pada frekuensi UHF 470-806 MHz dimana *bandwidth* yang dihasilkan sebesar 466 MHz dengan pola radiasi *omnidirectional* kemudian diperoleh *Gain* maksimal 5,821 dBi, VSWR 1.28 pada rentang frekuensi 470-806 MHz. Pada hasil akhir terdapat perbedaan antara simulasi dengan pengukuran hal ini disebabkan oleh tingkat ketelitian pada saat fabrikasi antenna dan pengaruh dari lingkungan yang tidak terkendali [5].

Pada penelitian ini membahas mengenai antenna mikrostrip *circular* dengan *u-slot* untuk aplikasi 5G dimana pada penelitian tersebut menggunakan mikrostrip berbentuk *circular* dan metode yang digunakan menggunakan *u-slot* dimana metode tersebut digunakan untuk mendapatkan *bandwidth* yang lebih lebar. dimana pada penelitian ini 5G di Indonesia bekerja pada dua frekuensi yaitu 26 GHz dan 38 GHz. pada frekuensi 26 GHz diperoleh nilai *return loss* -21,75 dB, VSWR 1,17 dan *bandwidth* 236 MHz dan pada frekuensi 38 GHz *return loss* -25,49 dB, VSWR 1,11 dan *bandwidth* 719 MHz dengan nilai *Gain* 8,12 dBi dengan pola radiasi *unidirectional* [6].

Pada penelitian tersebut menggunakan antenna mikrostrip dengan bentuk *circular* untuk yang digunakan untuk aplikasi *Ultra-Wideband Radio Frequency Identification* (UWB-RFID) yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz. Pada perancangan dan realisasi antenna mikrostrip dengan menggunakan *slot egg* menggunakan substrat bahan FR-2. Pada penelitian tersebut menggunakan metode *slot* dengan bentuk *egg* yang digunakan untuk melebarkan *bandwidth* dan dan penambahan stub pada *ground plane* menunjukkan frekuensi kerja antenna pada frekuensi 1700 – 2700 MHz dengan *bandwidth* yang dihasilkan mencapai

1000 MHz Nilai *Gain* pada frekuensi 2,4 GHz sebesar 2,35 dBi. Memiliki polarisasi *elips* dengan jenis pola radiasi *bidirectional* [7].

Pada penelitian tersebut membahas mengenai pengaruh *Defected Ground Structure* (DGS) geometri vertikal terhadap antenna mikrostrip dengan bahan dielektrik *artifisial*. Penelitian ini menggunakan antenna microstrip dengan bentuk *circular* dan metode yang digunakan *Defected Ground Structure* (DGS) dimana metode tersebut untuk meningkatkan *bandwidth* dari antenna, Bahan yang digunakan *Styrofoam* yang memudahkan untuk memodifikasi *artifisial* dielektrik yang digunakan untuk menembuskan kawat konduktor, bahan tersebut juga mudah untuk dicari di pasaran dengan harga yang lebih murah dibandingkan FR-4 Epoxy, pada penelitian tersebut antenna bekerja pada frekuensi 3,5 GHz dan memperoleh *bandwidth* sebesar 285 MHz *return loss* 20,1 dB, pada nilai *return loss* -10 dB diperoleh *Gain* sebesar 20,31 dBi. Penggunaan bahan dielektrik *artifisial* dapat menurunkan dimensi dari antenna mikrostrip sebesar 37,14% dan nilai *Gain* yang naik sebesar 57% dibandingkan antenna mikrostrip pada umumnya dan Penggunaan *defected ground structure* berhasil memperlebar *bandwidth* sebesar 31 % dibandingkan antenna konvensional [8].

Penelitian ini membahas mengenai desain antenna mikrostrip *circular* untuk aplikasi ultra *wideband*. pada penelitian tersebut menggunakan *patch* berbentuk *circular* yang bekerja pada frekuensi 3.6 – 10.6 GHz bahan substrat yang digunakan pada penelitian ini menggunakan FR-4 dengan ketebalan 1,6 mm, dengan radius *patch* 20 mm. Dimana metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan *Defected Ground Structure* (DGS) yang digunakan untuk melebarkan *bandwidth*. *Bandwidth* yang dihasilkan pada penelitian tersebut sebesar 10 GHz pada frekuensi 1.58 – 11,58 GHz. *Return loss* tertinggi pada frekuensi 10,21 GHz terkecil -24.97 dB. *Gain* tertinggi dengan nilai 5.53 dBi [9].

Penelitian ini membahas mengenai antenna *wideband* menggunakan bentuk bow tie dengan penambahan metode *incision gap* yang digunakan untuk aplikasi DVB-T2. Antena yang digunakan berjenis *bow tie* yang dengan hasil pengujian antenna bekerja pada frekuensi 450-1080 MHz dimana metode yang digunakan untuk melebarkan *bandwidth* menggunakan *incision gap*, memperoleh *Gain* 6,10-8,42 dBi sepanjang frekuensi operasi 470-862 MHz [10].

2.2. Penyiaran Televisi digital

Penyiaran televisi digital merupakan perkembangan dari penyiaran televisi analog menjadi penyiaran televisi digital. dimana pada penyiaran TV digital menggunakan modulasi digital dan kualitas dari sinyal video dan audio sangat jernih dan memungkinkan dilakukan siaran televisi berdefinisi tinggi (HD). dibandingkan siaran analog. pada sinyal digital berbentuk bit data dimana ketika penerima sinyal dapat menerima sinyal maka program siaran dapat muncul dan sebaliknya ketika tidak dapat menerima sinyal maka program siaran tidak muncul [11].

Banyak manfaat yang didapatkan masyarakat dari penggunaan televisi digital antara lain

1. Kualitas video dan audio yang lebih tajam dan halus dibandingkan penyiaran analog.
2. Pengurangan terhadap gangguan *noise*.
3. TV digital dapat menampung program yang lebih banyak dalam satu kanal dibandingkan tv analog.

TV digital dapat menggunakan pita frekuensi radio yang digunakan untuk televisi analog. dimana perbandingan lebar frekuensi antara penyiaran TV analog dan penyiaran TV digital adalah 1 : 6. dimana hal tersebut menyebabkan penyiaran TV analog lebih boros frekuensi dibandingkan penyiaran TV digital. Jika teknologi analog membutuhkan lebar pita sebesar 8 MHz untuk satu kanal transmisi, maka teknologi digital dengan lebar pita yang sama dapat mengirimkan hingga 6 hingga 8 kanal transmisi yang berbeda-beda dengan menggunakan teknik multipleks. Standar sistem pemancar TV digital didasarkan pada teknik OFDM.

Dari kelebihan tersebutlah pemerintah melakukan migrasi dari televisi analog ke televisi digital pada peraturan menteri kominfo nomor 6 tahun 2019 mengenai rencana induk frekuensi radio untuk keperluan penyelenggaraan televisi siaran digital terrestrial pada pita frekuensi radio *ultra high frequency* [4].

Oleh karena itu pemerintah gencar melakukan sosialisasi mengenai migrasi dari tv analog ke digital. Kementerian Komunikasi dan Informatika terus menyosialisasikan program *Analog Switch Off (ASO)* yang bertujuan untuk melakukan peralihan dari siaran televisi analog menuju televisi digital. Mereka

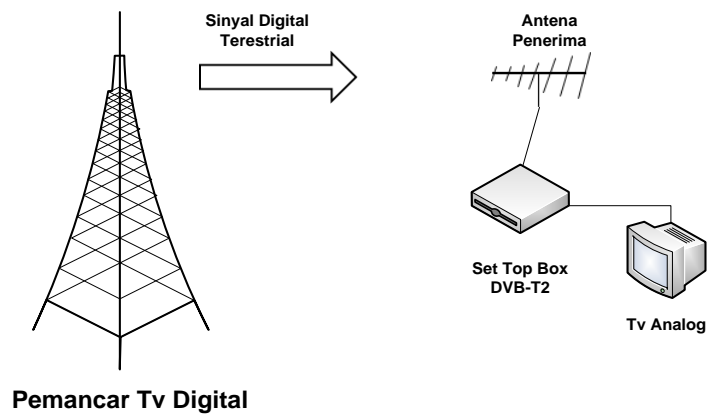
bekerja sama dengan mitra seperti Lembaga Penyiaran Swasta (LPS) dan Lembaga Penyiaran Publik (LPP) untuk menyebarluaskan informasi program ini melalui berbagai kanal. Telah diterapkan pada tanggal 2 November 2022 sebagai batas akhir dari Peralihan siaran televisi analog ke digital yang merupakan amanat undang-undang. Yakni, Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja. Untuk bisa menerima siaran digital, kata dia, perlu disiapkan alat yang namanya *Set Top Box - DVB-T2*, dimana perangkat tersebut digunakan untuk tv yang masih analog sedangkan tv digital pada zaman sekarang tidak memerlukan perangkat tersebut dikarenakan sudah terintegrasi di dalam tv tersebut.

Penyiaran tv digital di Indonesia sudah diatur dalam peraturan menteri komunikasi dan informatika republik Indonesia nomor 6 tahun 2019 tentang rencana induk frekuensi radio untuk keperluan penyelenggaraan televisi siaran digital terrestrial pada pita frekuensi radio *ultra high frequency* (UHF). Dimana pada bab 2 pasal 4 mengenai :

1. Pita Frekuensi Radio UHF untuk keperluan penyelenggaraan televisi siaran digital terrestrial sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a yaitu pada rentang frekuensi radio 478 MHz – 694 MHz.
2. Pita Frekuensi Radio UHF sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibagi menjadi beberapa Kanal Frekuensi Radio dengan bandwidth 8 MHz [4].

2.3. *Digital Video Broadcasting Second Generation Terrestrial (DVB-T2)*

DVB-T2 merupakan kepanjangan dari *Digital Video Broadcasting Second Generation Terrestrial* adalah standar dari teknologi penyiaran digital yang merupakan pengembangan dari standar sebelumnya yaitu DVB-T, dimana memiliki kapasitas transmisi yang lebih tinggi dari teknologi sebelumnya. Dimana pada sistem tersebut dapat dapat mengecilkan ukuran file dari video tanpa mengubah kualitas video tersebut dan memiliki lebih banyak saluran digital. Jenis sinyal pada DVB-T2 merupakan sinyal digital yang dapat dibaca dan diterjemahkan dari sistem pengolahan transmisi digital. Jika dibandingkan dengan televisi analog DVB-T2 tidak sama sekali berpengaruh pada cuaca oleh karena itu pengguna dapat menikmati siaran televisi digital dengan kualitas HD dengan suara yang jernih secara gratis tanpa terpengaruh dengan cuaca [3].



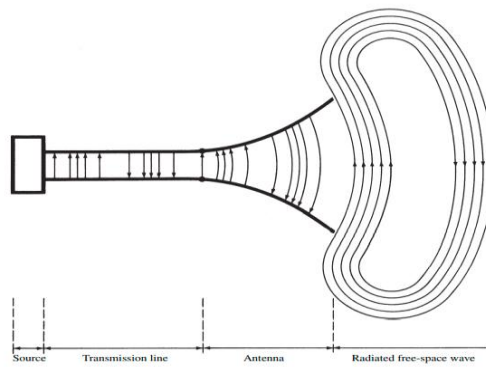
Gambar 2. 1 Penyiaran tv digital DVB-T2

Pada gambar 2.1 merupakan penyiaran tv digital, sinyal yang dipancarkan berupa digital dan dipancarkan pada frekuensi radio uhf/vhf oleh pemancar digital, dimana akan diterima dengan antena biasa uhf/vhf yang sudah dilengkapi dengan perangkat penerima *set top box* DVB-T2 yang digunakan untuk mengubah sinyal tv digital menjadi sinyal yang bisa diterima oleh tv analog. Namun untuk tv digital tidak memerlukan lagi *set top box* (penerima sinyal digital) dikarenakan tv digital sudah terintegrasi di dalamnya.

2.4. Pengertian Antena

Antena pada umumnya merupakan sebuah perangkat yang digunakan untuk menerima sinyal dari sebuah stasiun pemancar. Ia juga dikenal sebagai perangkat komunikasi yang tidak membutuhkan kabel untuk menghubungkan satu sama lain, tetapi menggunakan sinyal gelombang elektromagnetik yang diteruskan ke atmosfer melalui antena [12].

Antena merupakan sebuah perangkat yang digunakan untuk transisi dari sebuah saluran transmisi dengan ruang bebas atau sebaliknya. Pada dasarnya antena sendiri terbuat dari bahan logam yang bersifat konduktor dan memiliki bentuk batang, kawat atau *patch* yang digunakan untuk memancarkan atau menerima sinyal gelombang elektromagnetik. Selain memancarkan gelombang radio antena juga digunakan untuk mengarahkan energi pancaran dari gelombang radio ke suatu arah tujuan. Ilustrasi konsep dasar dari antena untuk penerima atau pemancar gelombang elektromagnetik dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Konsep Dasar Antena [13]

Untuk lebih dalam membahas mengenai antena, maka dari itu perlu mengetahui jenis-jenis antena dan karakteristik serta fungsi dan kegunaan antena itu sendiri. Berikut merupakan beberapa jenis antena yang ada antara lain:

a. *Antena Monopole*

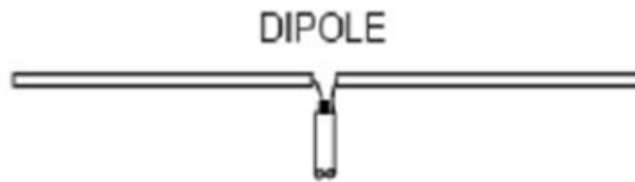
Antena Monopole adalah jenis antena yang paling sederhana dimana antena terdiri dari hanya satu elemen konduktif yang dapat digunakan untuk pemancar atau menerima sinyal radio. antena *monopole* memiliki pola radiasi *omnidirectional*. antena *Monopole* sendiri memiliki dimensi setengah dari antena *dipole* dikarenakan hanya menggunakan satu elemen konduktor. Gambar 2.3 merupakan antena *monopole*.



Gambar 2. 3 Antena Monopole [14]

b. *Antena Dipole*

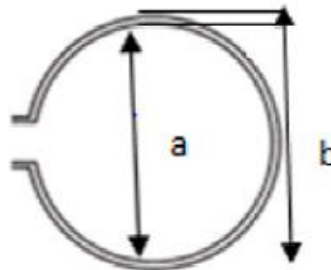
Antena dipole adalah salah satu antena yang terdiri dari dua elemen konduktif yang biasanya terbuat dari kawat atau logam yang keduanya terpisah. *Dipole* memiliki kelebihan bentuknya yang sederhana dan karakteristik antena sesuai dengan kebutuhan antena untuk pemancar atau penerima. Gambar 2.4 merupakan antena *dipole*.



Gambar 2. 4 Antena Dipole [14]

c. Antena Loop

Antena *loop* adalah antena yang memiliki jalur kumparan konduktor melingkar atau bentuk loop meskipun bentuknya yang sederhana namun memiliki kemampuan yang tinggi. Bentuk dari antena *loop* sendiri bervariasi antara lain ; *square*, *circular*, *spiral* dan *triangular*. Pada antena *loop* untuk mendapatkan nilai *Gain* yang lebih besar dan impedansi yang tinggi dapat dilakukan dengan cara menyusun menjadi beberapa *loop*.. Kelebihan antena *loop* termasuk sensitivitas yang tinggi terhadap medan magnetik dan kemampuan untuk menghilangkan kebisingan elektrik yang dihasilkan oleh peralatan listrik atau gangguan frekuensi tinggi. Antena *loop* juga dapat memiliki pola radiasi yang lebih fokus, yang dapat berguna dalam mengarahkan atau memusatkan penerimaan sinyal dari arah tertentu. Gambar 2.5 merupakan antena *loop*.



Gambar 2. 5 Antena Loop [15]

2.5. Antena mikrostrip

Antena merupakan sebuah alat yang memiliki fungsi untuk mengirim atau menerima sinyal gelombang elektromagnetik dari udara. dalam suatu sistem komunikasi perangkat antena merupakan alat yang sangat penting. Antena mikrostrip adalah antena yang mempunyai ukuran yang kecil, bobot yang ringan dan mudah untuk di fabrikasi dengan ukuran yang kecil. implementasi antena

mikrostrip sangat luas seperti antena seluler, satelit maupun antena televisi. antena mikrostrip memiliki fungsi yang sama seperti antena pada umumnya alat yang dapat menerima dan mengirim sinyal gelombang elektromagnetik. namun antena mikrostrip memiliki beberapa kekurangan diantaranya *Gain* yang kecil, *bandwidth* yang sempit dan efisiensi yang rendah [16].

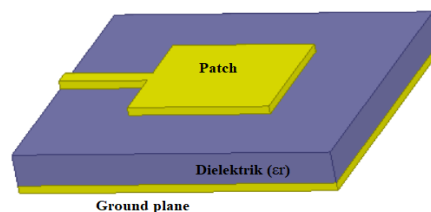
Antena mikrostrip memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan antena lain dimana kelebihanannya yaitu :

1. Memiliki diameter yang kecil dan bobot yang ringan.
2. Biaya fabrikasi yang lebih murah dibandingkan dengan antena lainnya.
3. Memiliki kemampuan dual frekuensi atau lebih.
4. Mendukung polarisasi *circular* dan linier

Dari beberapa kelebihan yang dimiliki, antena mikrostrip memiliki beberapa kekurangan yaitu :

1. *Bandwidth* yang dihasilkan sempit.
2. Mempunyai efisiensi yang rendah.
3. Penguatan yang rendah [17].

Pada umumnya antena mikrostrip terbagi menjadi 3 elemen antara lain *patch*, dielektrik dan *ground plane* seperti pada gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Antena mikrostrip [15]

1. *Patch*

Patch digunakan untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara, bagian tersebut biasanya terbuat dari tembaga atau emas. bentuk dari *patch* bermacam-macam diantaranya terdapat persegi, lingkaran, segitiga, persegi panjang atau *annular ring*.

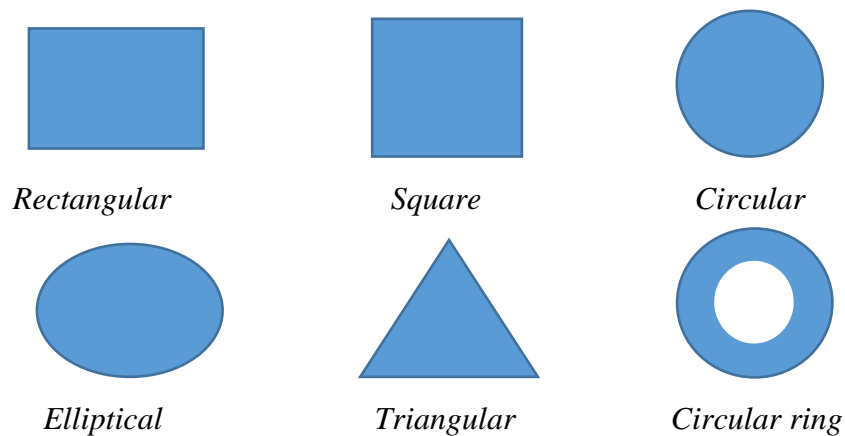
2. Substrat Dielektrik

Substrat dielektrik merupakan sebuah lapisan yang terletak antara *patch* dan *ground plane* yang berfungsi untuk penyalur gelombang elektromagnetik

dari catuan menuju daerah bawah *patch*. Bahan substrat biasanya FR-4 dan ketebalan yang bervariasi sesuai kebutuhan pembuat.

3. *Ground plane*

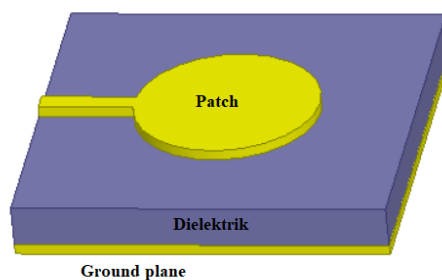
Ground plane berfungsi untuk reflektor dari gelombang elektromagnetik yang dipancarkan maupun diterima. Bahan dari *ground plane* terbuat dari bahan konduktor seperti tembaga. Bentuk dari antenna mikrostrip sangat bervariasi antara lain bentuk *rectangular*, *triangular*, *square*, *circular*, *elliptical* dan *circular ring*. Untuk gambar lebih jelas ditunjukkan pada gambar 2.7 berikut :



Gambar 2. 7 Bentuk *patch* antenna mikrostrip

2.4.1 Antena mikrostrip *circular*

Antena mikrostrip *circular* merupakan salah satu jenis antenna mikrostrip dengan bentuk *patch* lingkaran atau *patch circular*. Performa dari antenna dengan bentuk *patch circular* sendiri sama dengan antenna bentuk *patch* segi empat yang digunakan namun memiliki nilai direktivitas yang lebih baik. Berikut pada gambar 2.8 merupakan antenna mikrostrip dengan bentuk *patch circular* [18].



Gambar 2. 8 Antena mikrostrip *circular*

2.4.2 Perhitungan antena mikrostrip *circular*

Persamaan perhitungan antena mikrostrip perhitungan radius *patch* (a) antena mikrostrip *circular* dapat digunakan persamaan 2.1 [19].

$$a = \frac{F}{\left\{1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[\ln\left(\frac{\pi F}{2h}\right) + 1,7726 \right] \right\}^{\frac{1}{2}}} \quad (2.1)$$

Keterangan :

a = radius patch (mm)

h = ketebalan substrat (mm)

ϵ_r = konstanta dielektrik FR4

F = Fungsi logaritmik

Dimana nilai F dapat dihitung menggunakan rumus fungsi logaritmik seperti persamaan 2.2.

$$F = \frac{8,794 \times 10^9}{f_c \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.2)$$

Keterangan :

F_c = Frekuensi *center* (MHz)

ϵ_r = konstanta dielektrik FR4

Pada desain antena mikrostrip membutuhkan sebuah saluran pencatu antena mikrostrip, dimana untuk mencari dimensi lebar saluran pencatu memerlukan perhitungan, maka digunakan persamaan 2.3 dan 2.4.

$$Wf = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \quad (2.3)$$

Keterangan :

Wf = Lebar saluran pencatu (mm)

B = Besar impedansi saluran pencatu

ϵ_r = konstanta dielektrik FR4

Dimana nilai B merupakan besaran impedansi pada saluran pencatu dihitung menggunakan persamaan

$$B = \frac{60\pi r}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.4)$$

Keterangan :

Z_0 = impedansi karakteristik (Ω)

Untuk rumus mencari dimensi panjang dari saluran pencatu, maka sebelumnya mencari panjang gelombang ruang bebas (λ_0) menggunakan persamaan 2.5 dan panjang gelombang dari sebuah saluran transmisi (λ_d) dengan persamaan 2.6.

$$\lambda_0 = \frac{c}{fc} \quad (2.5)$$

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

Keterangan ;

C = kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)

Fc = frekuensi *center* (MHz)

ϵ_r = konstanta dielektrik FR4

Setelah melakukan perhitungan panjang gelombang dari saluran transmisi (λ_d) maka dapat dihitung panjang saluran transmisi (L_f) menggunakan persamaan 2.7 [8].

$$L_f = \frac{1}{4} \lambda_d \quad (2.7)$$

Menghitung dimensi panjang *ground plane* (L_g) (mm) dan panjang substrat (L_s) (mm) menggunakan persamaan 2.8.

$$L_g = L_s = 2 \times 2a \quad (2.8)$$

Menghitung lebar *ground plane* (W_g) (mm) dan lebar substrat (W_s) (mm) menggunakan persamaan 2.9.

$$W_g = W_s = 2 \times 2a \quad (2.9)$$

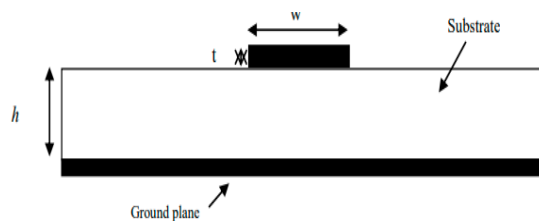
2.6. Teknik pencatuan antena mikrostrip

Teknik pencatuan pada antena mikrostrip adalah metode untuk mengirimkan energi elektromagnetik ke antena tersebut. Ada berbagai macam konfigurasi teknik yang telah dikembangkan, masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Teknik yang digunakan untuk mentransmisikan energi

elektromagnetik ke antena mikrostrip yaitu mikrostrip *line feed*, *probe coaxial* dan *electromagnetic coupling*. Salah satu teknik yang populer, sederhana, dan mudah diproduksi adalah teknik mikrostrip *line feed*.

1. Mikrostrip *Line Feed*

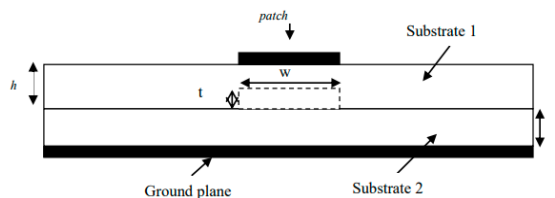
Teknik Mikrostrip *line feed* menggunakan strip yang menghubungkan *patch*. Karena itu, Mikrostrip *line feed* dianggap sebagai perluasan dari *patch*. Dengan demikian, jalur pencatu terhubung langsung dengan *patch* dan dibuat dari bahan yang sama seperti *patch* dan pencatu. Teknik ini sangat mudah diproduksi, memiliki model yang sederhana dan mudah untuk mengatur posisi *feed*. Pada gambar 2.9 merupakan mikrostrip *line feed* [20].



Gambar 2. 9 Mikrostrip *line feed* [20]

2. *Electromagnetic Coupling Feed*

Teknik ini menggunakan *line feed* yang diletakkan di antara *patch* dan *ground*, dipisahkan oleh dua buah substrate. Ini disebut teknik pencatuan *proximity coupled* yang merupakan teknik pencatuan tidak langsung. Keuntungan dari teknik ini adalah dapat meningkatkan bandwidth. Namun ada kekurangan sulit dalam menentukan ukuran substrate yang sesuai dan tepat. Pada gambar 2.10 merupakan *electromagnetic coupling feed*.

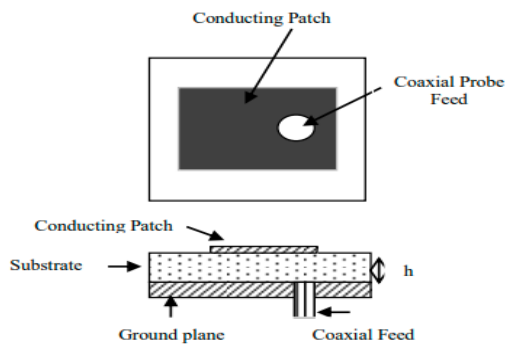


Gambar 2. 10 *Electromagnetic Coupling Feed* [20]

3. *Coaxial Probe Feed*

Coaxial probe adalah metode *feeding* yang paling umum digunakan. Konduktor tengah dari konektor *coaxial* disolder langsung ke bagian *patch*

melalui substrat dengan bagian luarnya terhubung ke *ground plane*. Keuntungan dari teknik ini adalah dapat menempatkan lokasi probe di mana saja selama masih berada di *patch* dan menghasilkan nilai impedansi masukan dan impedansi beban yang cocok. Kelemahannya adalah pada bagian substrat yang harus dilubangi dengan solder hingga bagian *ground*, sehingga bentuknya tidak planar. Pada gambar 2.11 merupakan *Coaxial Probe Feed* [21].



Gambar 2. 11 Coaxial Probe Feed [21]

2.7. Parameter antena

Untuk melihat kinerja dari sebuah antena mikrostrip, maka perlu mengamati beberapa parameter umum yang dari antena mikrostrip di antaranya adalah *return loss*, *bandwidth*, *VSWR*, *Gain* dan pola radiasi.

2.8.1 Voltage Wave Standing Ratio (VSWR)

Voltage Standing Wave (VSWR) Ratio adalah rasio antara tegangan maksimum dan minimum pada gelombang berdiri yang muncul karena adanya pantulan gelombang akibat perbedaan impedansi antara sumber gelombang dan saluran pencatu. VSWR dinyatakan dalam persamaan 2.10.

$$vswr = \frac{v_{max}}{v_{min}} = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} \quad (2.10)$$

Keterangan :

V_{MAX} = Tegangan tertinggi

V_{MIN} = Tegangan terendah

Γ = Koefisien pantul

Kondisi yang paling baik untuk nilai VSWR sendiri adalah pada posisi 1, ini berarti tidak ada refleksi atau saluran dalam keadaan matching sempurna, ini merupakan kondisi yang paling baik. Namun pada prakteknya nilai 1 sangat sulit didapatkan oleh karena itu nilai standar untuk simulasi dan fabrikasi untuk antena sendiri ≤ 2 [16].

Nilai VSWR ini sangat terpengaruh oleh dua hal, yaitu

- a. Perbedaan impedansi beban dengan impedansi saluran transmisi.
- b. Pemasangan dari konektor ke antena yang kurang bagus pada antena atau kerusakan pada konektornya itu sendiri.

2.8.2 Bandwidth

Bandwidth pada antena adalah rentang antara frekuensi yang dimana pada rentang tersebut sudah sesuai dengan karakteristik dari spesifikasi antena yang dibuat. *Bandwidth* diperoleh dari perbandingan antara frekuensi atas dengan frekuensi bawah. Pada gambar 2.12 merupakan rentang frekuensi dari *bandwidth*. Persamaan tersebut digunakan dalam persen :

$$BW = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100\% \quad (2.11)$$

Persamaan yang digunakan dalam mencari lebar *bandwidth* sebagai berikut:

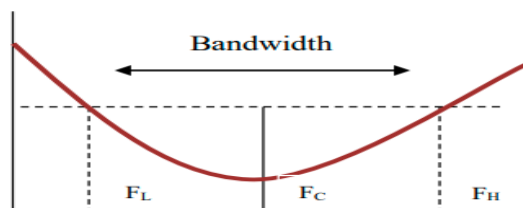
$$BW = F_2 - F_1 \quad (2.12)$$

Keterangan :

F_2 = Frekuensi atas

F_1 = Frekuensi bawah

F_c = Frekuensi tengah



Gambar 2. 12 Rentang frekuensi yang menjadi *bandwidth* [16]

2.8.3 Gain

Gain adalah suatu penguatan dari antenna merupakan sebuah perbandingan antara intensitas radiasi maksimum antenna terhadap intensitas radiasi maksimum yang berasal dari antenna referensi dengan daya yang sama. Nilai besar *Gain* tergantung penggunaan antenna tersebut dikarenakan setiap penggunaan memiliki besar *Gain* yang berbeda. Besar dari *Gain* tergantung pada nilai direktivitas dan efisiensi dari antenna hubungan antara *Gain* dan direktivitas dapat dinyatakan dalam persamaan 2.13.

$$G = \eta \cdot D \quad (2.13)$$

Keterangan :

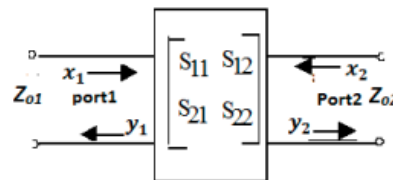
G : *Gain* antenna

η : faktor efisiensi antenna

D : *Direktivitas*

2.8.4 Scatring parameter (S-Parameter)

Scattering Parameters (S-Parameter) merupakan suatu metode pengukuran yang berhubungan dengan daya yang direfleksikan terhadap daya masuk ke dalam saluran transmisi [22]. Pada 2.13 ilustrasi dari S-parameter.



Gambar 2. 13 S-parameter two port network [23]

Dimana S_{11} adalah koefisien refleksi input, S_{12} adalah koefisien transmisi terbalik, S_{21} adalah koefisien transmisi terbalik dan S_{22} adalah koefisien refleksi keluar. parameter tersebut dapat di cari menggunakan persamaan :

$$S_{11} = \left. \frac{y_1}{x_1} \right|_{x_2=0} \quad (2.14)$$

$$S_{12} = \left. \frac{y_1}{x_2} \right|_{x_1=0} \quad (2.15)$$

$$S_{21} = \left. \frac{y_2}{x_1} \right|_{x_2=0} \quad (2.16)$$

$$S_{22} = \left. \frac{y_2}{x_2} \right|_{x_1=0} \quad (2.17)$$

2.8.5 Return loss

Return loss merupakan perbandingan antara tegangan yang datang dengan tegangan yang keluar, perbandingan tersebut disebut koefisien refleksi. *Return loss* terjadi dikarenakan impedansi yang tidak match antara saluran transmisi dengan impedansi masukan (antena). *Return loss* juga dikatakan rugi-rugi pada transmisi yang disebabkan tidak seimbangannya impedansi karakteristik dengan impedansi beban. Koefisien refleksi dapat dihitung menggunakan persamaan.

$$\text{Return loss} = 20 \log_{10}[\Gamma](\text{dB}) \quad (2.18)$$

Keterangan :

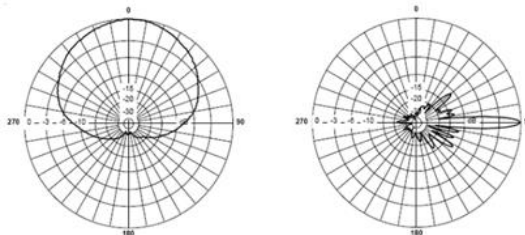
Γ : Koefisien refleksi

2.8.6 Pola radiasi antenna

Pola radiasi antenna adalah gambaran grafis dari sifat-sifat pancaran dari antenna sebagai fungsi koordinat ruang. pola radiasi antenna akan menjelaskan bagaimana antenna akan meradiasikan energi ke ruang bebas atau bagaimana antenna akan menerima energi dari ruang bebas. Beberapa contoh pola radiasi antenna :

1. Pola radiasi *Directional*

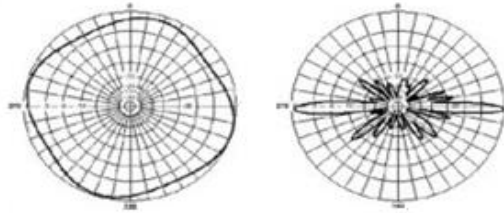
Pola radiasi *directional* adalah arah pancaran antenna ke satu arah dengan energi yang memiliki arah pancar yang besar di satu bidang, dengan arah pancarannya terarah dan dapat menjangkau arah yang lebih jauh. gambar 2.14 menggambarkan bentuk arah pancaran dari *directional*.



Gambar 2. 14 Pola radiasi *directional* [16]

2. Pola radiasi *Omnidirectional*

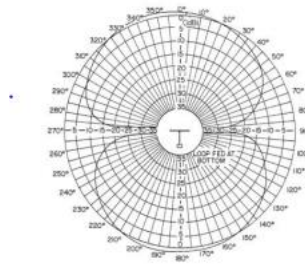
Omnidirectional adalah arah pancaran antenna ke segala arah dengan energi yang memiliki arah pancar yang sama besar di satu bidang. Sehingga, memiliki bentuk seperti donat. Pada gambar 2.15 menunjukkan gambar bentuk pancaran pola radiasi *omnidirectional*.



Gambar 2. 15 Pola radiasi *Omnidirectional* [16]

3. Pola radiasi *Bidirectional*

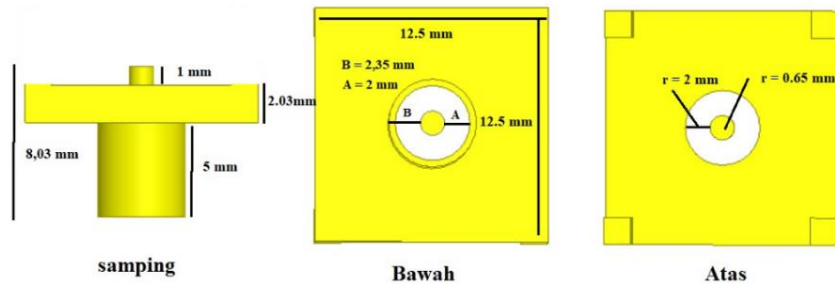
Pola radiasi *bidirectional* adalah suatu pola yang memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik dengan intensitas yang sama ke dua arah. Gambar 2.16 menunjukkan bentuk dari pola radiasi *bidirectional*.



Gambar 2. 16 Pola radiasi *Bidirectional* [24]

2.8. Konektor SMA

SMA adalah singkatan dari "*Sub Miniature version A*". SMA adalah jenis konektor radio *frequency* (RF) yang digunakan untuk menghubungkan peralatan elektronik seperti antenna, diplexer, dan peralatan RF lainnya. Konektor SMA memiliki ukuran yang kecil dan memiliki penguncian bayonet yang kuat, sehingga cocok digunakan dalam aplikasi yang memerlukan koneksi yang aman dan stabil. Konektor SMA dikembangkan pada tahun 1960-an yang untuk antarmuka konektor untuk kabel koaksial. Pada gambar 2.17 merupakan SMA konektor.

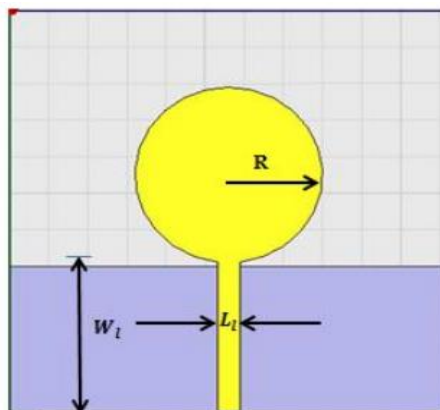


Gambar 2. 17 Ukuran konektor SMA

2.9. Defected Ground Structure (DGS)

Defected ground structure (DGS) merupakan salah satu metode untuk menekan gelombang permukaan dan digunakan untuk meningkatkan *bandwidth* yang dihasilkan, dimana DGS dilakukan dengan cara melakukan pencacatan pada *ground plane* atau menghilangkan sebagian *ground plane*. Bentuk dari DGS sangat bervariasi namun terdapat beberapa bentuk DGS yang sudah banyak digunakan yaitu seperti segiempat dan lingkaran [8]. Salah satu keuntungan teknik ini hanya menghilangkan bidang pada *ground plane* untuk mendapatkan kinerja *bandwidth* yang lebih baik sehingga memudahkan dalam proses pembuatannya.

Propagasi gelombang permukaan merupakan masalah yang muncul terutama pada antena mikrostrip. Dimana gelombang permukaan dapat mengurangi efisiensi dari *Gain*, *bandwidth* yang kecil, dan membatasi kinerja dari rentang frekuensi antena mikrostrip. Dengan penggunaan metode DGS dapat digunakan untuk meningkatkan *bandwidth* dan melebarkan rentang frekuensi dari antena mikrostrip. Gambar 2.19 merupakan contoh mikrostrip dengan DGS.



Gambar 2. 18 Antena mikrostrip dengan DGS [9]