BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Definisi Antena

Definisi suatu antena dapat diartikan menurut beberapa versi sebagai berikut:

1. R. Johnson & Jasik (1961, 1984) dan Kraus J.D (1988).

Antena adalah struktur yang berkaitan dengan wilayah transisi antara suatu gelombang terbimbing dan suatu ruang bebas, atau sebaliknya.

2. Webster's Dictionary (Balanis, 1982).

Antena adalah sebuah device berupa tongkat logam atau kawat untuk meradiasikan atau menerima gelombang radio.

Dari beberapa defenisi di atas dapat diartikan bahwa antena merupakan suatu *transformator* struktur transmisi antara gelombang terbimbing (saluran transmisi) dengan gelombang ruang bebas berupa suatu gelombang elektromagnetik (GEM) atau sebaliknya. Antena merupakan *interface* antara daerah transmisi dengan udara bebas. Antena berfungsi sebagai pelepas energi elektromagnetik ke udara ruang bebas dan penerima energi elektromagnetik dari ruang bebas. Karakteristik antena sebagai pemancar juga berlaku pada antena sebagai penerima sesuai dengan Teorema Resiprositas Carson.

2.2 Parameter Antena

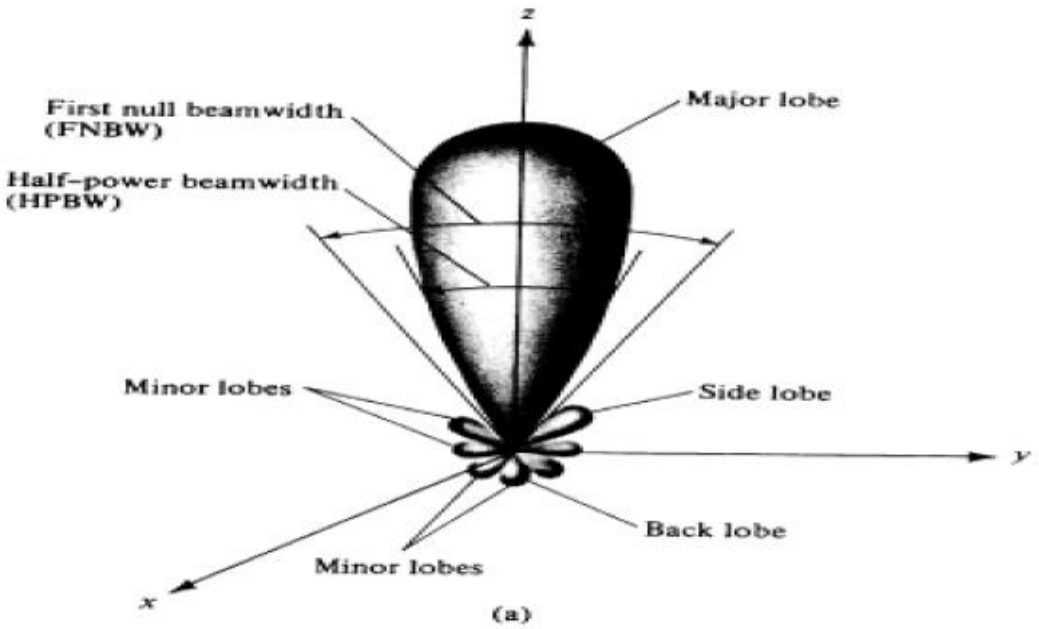
Dalam perancangan dan pembuatan antena, diperlukan beberapa parameter untuk mengetahui apakah hasil perancangan sesuai dengan realisasi sehingga ante

dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Adapun parameter-parameter tersebut adalah sebagai berikut.

2.2.1 Pola radiasi

Pola radiasi adalah representasi intensitas pancaran antena sebagai fungsi dari parameter koordinat bola (θ,φ). Komponen-komponen dalam gambaran pola radiasi adalah *mainlobe*, *sidelobe*, dan *backlobe*. *Mainlobe* adalah *lobe* yang terdapat nilai *gain* maksimum dimana didalam *mainlobe* bisa didapatkan parameter penting dalam suatu antenna yaitu *Half Power Beamwidth* (HPBW) dan *First Null Beamwidth* (FNBW).

Pola radiasi antena diukur pada daerah medan jauh antena, karena pada daerah tersebut gelombang elektromagnetik yang terpancar bersifat transversal penuh dan antena tidak dipengaruhi oleh benda di sekelilingnya.



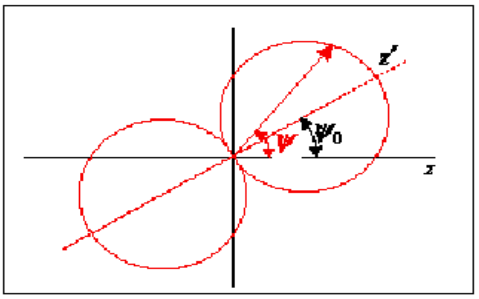
Gambar 2.1 Pola Radiasi Antena[4]

2.2.2 Polarisasi antena

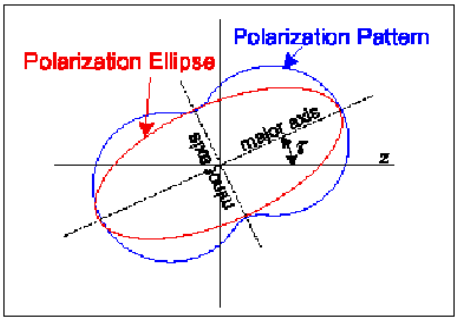
Polarisasi gelombang teradiasi adalah karakteristik gelombang elektromagnetik teradiasi yang menggambarkan arah fungsi waktu dan magnitude relatif dari vektor medan listrik yang diamati sepanjang arah propagasi. Polarisasi dapat dikelompokkan menjadi polarisasi eliptik, sirkular dan linier.

Polarisasi antena dapat didefinisikan jejak kurva yang dibentuk oleh kuat medan listrik, yang diamati pada bidang konstan tegak lurus arah perambatan. Biasanya arah yang dimaksud adalah arah *gain* maksimum.

Polarisasi medan perlu diketahui agar pemasangan antena penerima sesuai dengan antena pemancar atau sebaliknya sehingga tidak ada daya yang hilang disebabkan oleh *polarization loss factor* (PLF). Selain itu dengan polarisasi bisa digunakan untuk mencegah interferensi sinyal antena lain.



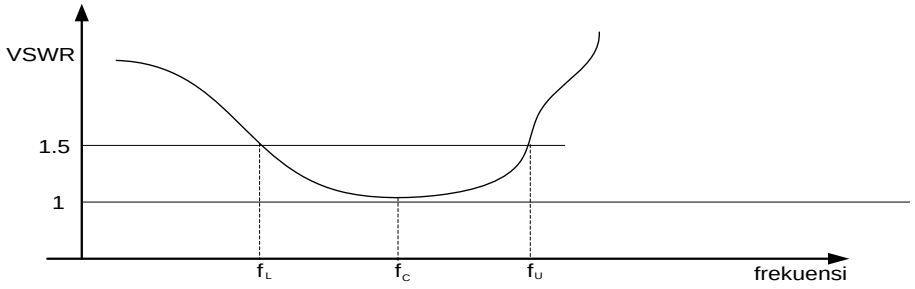
Gambar 2.2a Polarisasi Linear[4]



Gambar 2.2b Polarisasi Elips[4]

2.2.3 *Bandwidth*

Bandwidth sebuah antena adalah daerah/range frekuensi antena bekerja dengan baik yang bergantung pada beberapa karakteristik, berada pada standar tertentu. Biasanya memakai standar nilai SWR.



Gambar 2.3 *Bandwidth* Antena[4]

Bandwidth bisa dinyatakan dengan 2 cara :

1. Untuk *Bandwidth* yang sempit (*narrowband*)

Bandwidth dihitung perbandingan antara frekuensi *upper* dikurangi dengan frekuensi *lower* dengan frekuensi *center. Bandwidth* dinyatakan dalam bentuk persentase.

$$BW = \frac{f_u - f_L}{f_c} \times 100\% \quad [1] \ldots\ldots (2.1)$$

Keterangan: BW = *Bandwidth*

fu = frekuensi atas

fl = frekuensi bawah

fc = frekuensi tengah

2. Untuk *Bandwidth* lebar (*broadband*)

Dinyatakan dengan perbandingan antara frekuensi atas dengan frekuensi bawah.

$$BW = f_u - f_L \quad [1], \ldots\ldots (2.2)$$

Keterangan: BW = *Bandwidth*

fu = frekuensi atas

fl = frekuensi bawah

2.2.4 *Gain* antena

Gain antena merupakan besaran yang memperhitungkan efisiensi antena dan kemampuan direksionalnya. *Gain* suatu antena merupakan perbandingan intensitas radiasi maksimum suatu antena terhadap intensitas radiasi antena referensi. Besarnya *gain* dalam suatu antena tergantung pada aplikasinya karena setiap aplikasi tertentu memiliki besar *gain* tertentu.

Penguatan merupakan perbandingan intensitas radiasi maksimum suatu antena terhadap instensitas radiasi antena pembanding/referensi dengan daya maksimum yang sama dengan faktor efisiensi antena. *Gain* antena sebagai parameter yang penting dalam suatu perancangan antenna.

Besaran *gain* akan sama dengan besarnya direktivitas bila antena mempunyai η sama dengan satu. Hubungan antara *gain* dan direktivitas dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$G = \eta D \quad [1] \ldots\ldots (2.3)$$

Keterangan : G = *Gain* antena

η = faktor efisiensi antena ($0 \leq \eta \leq 1$).

D = Direktivitas

2.2.5 VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio)*

VSWR adalah perbandingan antara tegangan maksimum dan minimum pada suatu gelombang berdiri akibat adanya pantulan gelombang yang disebabkan tidak *matching* nya impedansi input antena dengan saluran *feeder*.

$$VSWR = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \frac{1+|\Gamma(z)|}{1-|\Gamma(z)|} \quad [1] \text{ ,} \quad (2.4)$$

Keterangan : Vmax = Tegangan tertinggi

Vmin = Tegangan terendah

Γ = Koefisien Pantul

$$\Gamma = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \quad (2.5)$$

dimana: Γ = Koefisien Pantul

Z_L = Impedansi beban

Z_0 = Impedansi karakteristik

Dengan $0 \le |\Gamma(z)| \le 1$, sehingga nilai VSWR adalah $1 \le VSWR \le \infty$. Semakin besar nilai dari VSWR maka semakin besar pula ketidaksesuaian antara antena dengan saluran transmisi.

2.2.6 *Return loss*

Return Loss adalah perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan. *Return Loss* digambarkan sebagai peningkatan amplitudo dari gelombang yang direfleksikan dibanding dengan gelombang yang dikirim. *Return Loss* dapat terjadi akibat

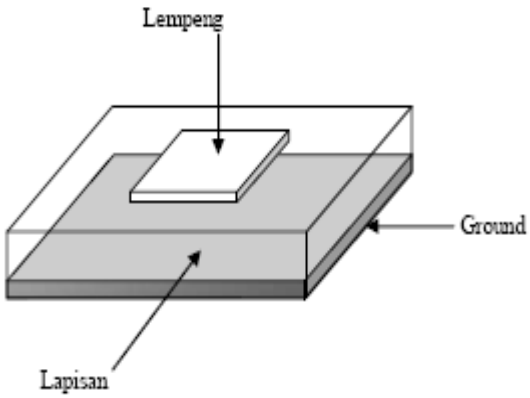
adanya diskontinuitas diantara saluran transmisi dengan impedansi masukan beban (antena).

$$Return\ Loss = 20\ log_{10}|\Gamma| \quad [1] \quad \text{.....(2.6)}$$

2.3 Antena *Mikrostrip*

Antena *mikrostrip* adalah salah satu jenis antena radio yang dibentuk dengan salah satu ujung (outer) dari antenna dipole di ground dan ujung lainya (inner) disambung dengan logam (tembaga).

Pada dasarnya antena mikrostrip dapat disamakan dengan kapasitor plat paralel. Keduanya memiliki dua buah lempeng metal yang dipasang paralel dan diantara lempeng tersebut terdapat substrat dielektrik. Akan tetapi pada antena mikrostrip, salah satu lempengnya berukuran lebih besar disebut sebagai ground plane dan lempeng yang lebih kecil sebagai *radiating patch.* Antena mikrostrip atau disebut juga *patch antenna* memiliki berbagai bentuk diantaranya antena mikrostrip *rectangular*, *cirkular*, *semicirkular*, *tringular,* bentuk cincin (*ring*) dan berbagai bentuk modifikasi lainnya.



Gambar 2.4 Bagan Antena Mikrostrip Bentuk *Rectangular*[5]

1. Lempeng

Lempeng merupakan lapisan paling atas dari antena mikrostrip yang sangat tipis (t<<l) dan biasanya terbuat dari bahan konduktor. Lapisan ini berfungsi sebagai elemen radiasi dan bentuknya dapat diubah-ubah untuk mendapatkan pola radiasi yang diinginkan dalam perancangan. Bentuk *patch* seperti yang diperlihatkan pada **Gambar 2.4**, bisa bermacam-macam bentuknya seperti *circular*(lingkaran), *rectangular* (persegi), segitiga, *annular ring* ataupun bentuk-bentuk lainnya.

2. Substrat dielektrik

Substrat dielektrik yaitu lapisan yang terbuat dari bahan dielektrik yang memiliki jarak atau ketebalan sebesar h. Nilai h akan mempengaruhi parameter antena dimana semakin tebal substrat maka *Bandwidth* antena akan semakin lebar. Selain itu nilai permitivitas substrat juga akan mempengaruhi ukuran *conducting patch.*

Semakin tebal substat atau semakin kecil permetivitas relatif maka akan memperbesar *Bandwidth*.

3. *Groundplane*

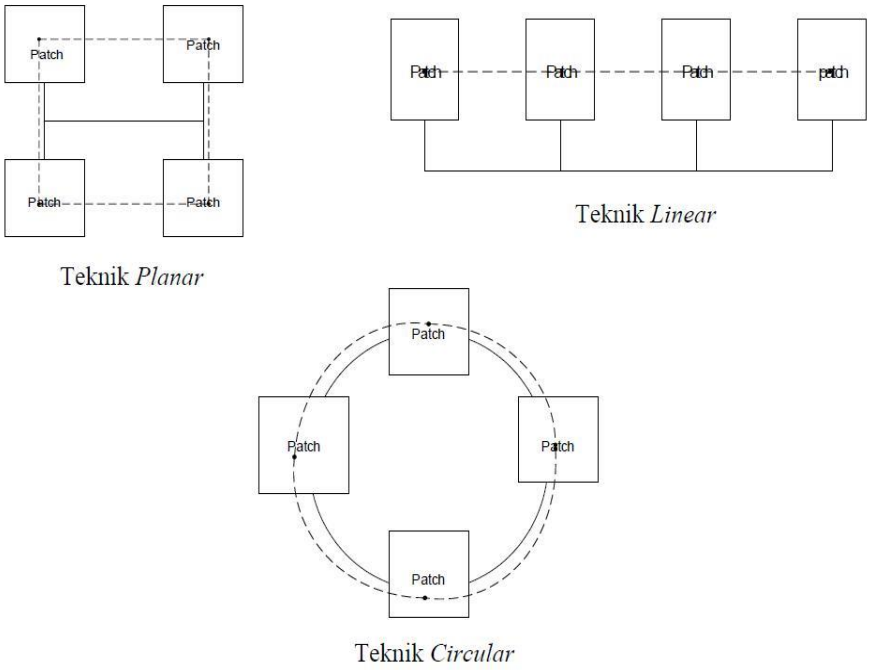
Groundplane merupakan lapisan yang berfungsi sebagai *reflektor* yang biasanya terbuat dari bahan konduktor.

2.4 Antena *Array*

Antena *array* adalah antena dengan susunan dua buah atau lebih elemen antena untuk menaikkan *gain* dan memperoleh pola radiasi. Beberapa antena dapat disusun dalam *space* untuk menghasilkan suatu pola radiasi yang terarah. Antena *array* adalah konfigurasi dari beberapa elemen radiasi.

Antena menawarkan suatu kemampuan khusus yaitu *scanning beam* utama. Dengan cara mengubah fasa arus pembangkit pada setiap elemen antena *array*, pola radiasi dapat ditinjau melalui *space*. Konfigurasi paling dasar adalah bentuk konfigurasi array linier (*Uniform Linier*). Setiap elemen disusun membentuk garis lurus, tiap elemen bisa memiliki jarak yang sama maupun tidak sama. Ketika pusat elemen array diletakkan dalam suatu bidang, maka konfigurasi ini biasa disebut dengan array bidang (*Planar*). Jenis dari konfigurasi array bidang adalah circular array (*Uniform Circullar*) dan *rectangular* array (*Uniform Rectangular*) yang mana pusat elemen diatur membentuk suatu lingkaran atau diisikan membentuk suatu daerah kotak. Faktor merupakan pola yang diperoleh dengan mengabaikan pola radiasi dari tiap-tiap elemen. Jika mengganti tiap elemen dengan suatu sumber titik isotropik, pola radiasi yang dihasilkan adalah faktor. Sumber titik isotropik merupakan suatu antena hipotesis yang menempati suatu titik pada ruang dan memiliki pola radiasi yang seragam pada semua arah. Antena dengan *N* elemen dimana tiap elemen dipisahkan dengan jarak dan memiliki amplitudo yang sama memiliki faktor ternormalisasi.

Faktor array bukanlah merupakan pola radiasi sesungguhnya dari antena, karena pola radiasi sesungguhnya bukanlah berasal dari sumber isotropis melainkan dari elemen antena. Untuk mencari pola radiasi sesungguhnya, faktor array tetap merupakan bagian penting yang harus di perhitungkan. Antena linier uniform, elemennya dapat disusun sejajar satu sama lain dengan jarak dan amplitudo yang sama. Antena dengan elemen uniform yang disusun segaris dan arus pada tiap elemen mengalir searah dengan garis tersebut biasa disebut dengan *collinear.*



Gambar 2.5 Antena Mikrostrip dengan Teknik *Array*[4]

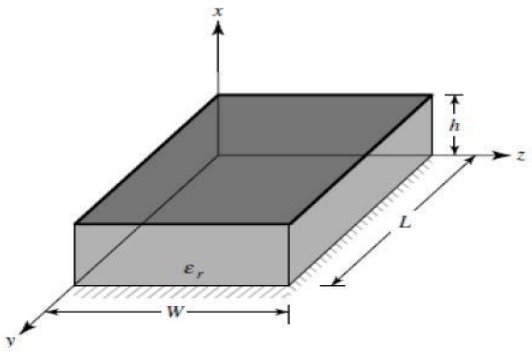
2.5 Antena Mikrostrip Array dengan *Patch Rectangular*

Antena mikrostrip array dengan *patch rectangular* merupakan salah satu jenis antena mikrostrip berbentuk persegi yang memiliki polaradiasi ke satu arah (unidirectional) dan memiliki ukuran yang kecil. Antena mikrostrip array *patch rectangular* ini menawarkan berbagai macam keuntungan, yaitu antena ini dapat dibuat dengan ukuran yang kecil dan dapat mengoptimalkan *gain*.

Pada tugas akhir ini antena akan dirancang dengan *patch* berbentuk *rectangular* yang dapat bekerja pada range frekuensi 9,4 GHz. Antena ini menggunakan konektor terminal 50 Ω dengan elemen radiasi bentuk *rectangular* yang nanti akan disusun agar dapat meningkatkan *gain* dari antena itu sendiri, yang akan dicetak menggunakan substrat *Roger 5880* dengan tebal 1,57 mm dan memiliki permitivitas relatif (Er) sebesar 2,2. Desain antena ini akan dirancang

dapat dilihat menggunakan software CST. Pada tugas akhir ini akan menggunakan antena *patch rectangular* dimana *ground plane* diletakkan di belakang *patch* sehingga ujung konektor yang satu akan tersambung ke lengan *rectangular* yang berupa tembaga yang dicetak pada substrat dan ujung lainya akan tersambung ke tembaga di sisi sebaliknya yang berfungsi sebagai *ground plane*.

Alasan dibuatnya antena *patch rectangular* adalah karena antena ini memiliki karakteristik yang lebih ramping dibanding antena lainya, karena posisinya dapat diletakkan secara tegak maupun horizontal sehingga dapat diaplikasikan pada tempat yang relatif sempit dengan posisi yang beragam. Selain itu antena dengan *patch rectangular* memiliki kecepatan transmisi yang tinggi dan konsumsi daya rendah. Antena *mikrostrip patch rectangular* memiliki pola radiasi bidirectional (dua arah) .



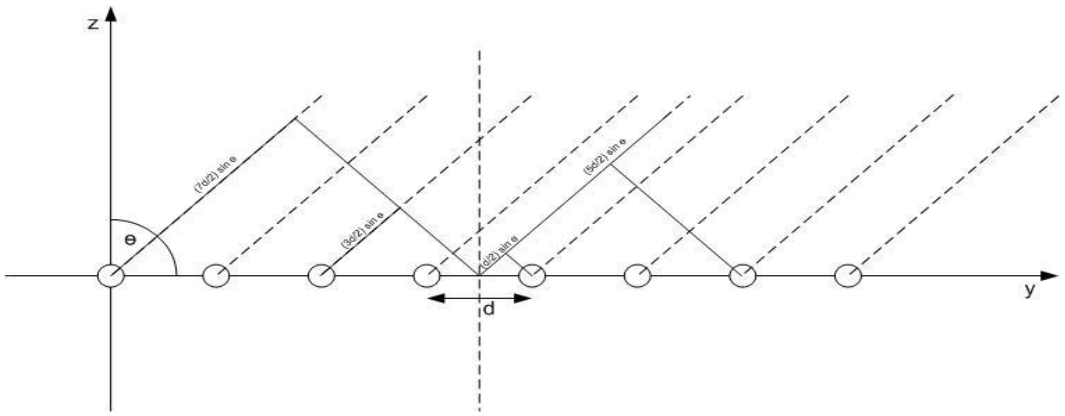
Gambar 2.6 Bentuk Geometri Mikrostrip *Patch* Segiempat[4]

2.6 Jarak Antara Elemen Mikrostrip

Penentuan jarak antar elemen atau *patch* antena mikrostrip dapat mempengaruhi *pola radiasidari antena. Antena radar adalah antenna yang memiliki pola radiasi* ke satu arah tertentu (*unidirectional*) dan memiliki *gain*

yang tinggi. Antena susunan mikrostrip delapan elemen rektangular ini, memiliki *beam* tunggal yang tegak lurus terhadap antena tersebut.

Agar spesifikasi diatas terpenuhi, maka jarak antara *elemen mikrostrip* dapat dicari menggunakan pendekatan *array factor* delapan elemen isotropis berikut:



Gambar 2.7 Analisis Medan Jauh 8 Elemen Isotropis[1]

$$E(r) = \sum_{n=1}^{N} E_n(r) = \sum_{n=1}^{8} E_n(r) \quad \text{.....(2.7)}$$

$$\frac{E_t}{E_0} = AF = 2\left[Cos\frac{\varphi}{2} + Cos\frac{3\varphi}{2} + Cos\frac{5\varphi}{2} + Cos\frac{7\varphi}{2}\right] \text{ [1] ,.....(2.8)}$$

Dimana r = jarak antar elemen

AF = Array Factor

Φ = sudut fasa

$$\frac{\varphi}{2} = kd\ Sin\ \theta \quad \text{.....(2.9)}$$

Antena ini dirancang untuk memiliki karakteristik *beam* tunggal yang tegak lurus terhadap antena mengarah ke θ = 0°, dengan demikian:

$$\frac{\varphi}{2} = 0$$

Sehingga

$$Cos\ \frac{N\varphi}{2} = 1 \qquad N = 1,3,5,7$$

Dengan demikian nilai AF pada persamaan (2.9) akan selalu maksimum, tidak dipengaruhi oleh nilai *d* dan *k*. Dapat disimpulkan bahwa nilai *d* dan *k* yang sembarang tetap membuat *array factor* bernilai maksimum.

Antena ini memiliki distribusi arus yang *uniform*, dimana syarat distribusi arus *uniform* adalah masing-masing elemen memiliki beda fasa yang sama. Agar setiap elemen memiliki beda fasa yang sama maka:

$$\beta d = N2\pi \text{ [1] ,} \quad (2.10)$$

β = bilangan gelombang (2π/λ)

λ : panjang gelombang

$$\frac{2\pi}{\lambda_d} d = N2\pi \quad (2.11)$$

$d = N\lambda_d$ $N = 1,2,3, \dots n = jumlah\ elemen$

Dengan mengambil nilai N terkecil yaitu 1, maka jarak antar elemen (d) adalah λ_d, dimana λ_d adalah panjang gelombang yang merambat pada bahan dalam hal ini substrat RT/*Duroid 5880* ($\varepsilon_r = 2.2$).

2.7 Dimensi Antena Mikrostrip

Untuk mencari dimensi antena *microstrip* (W dan L), harus diketahui terlebih dahulu parameter bahan yang digunakan yaitu tebal dielektrik (h), konstanta dielektrik (εr), tebal konduktor (t) dan rugi – rugi bahan. Panjang antena *microstrip* harus disesuaikan, karena apabila terlalu pendek maka *bandwidth* akan sempit sedangkan apabila terlalu panjang *bandwidth* akan menjadi lebih lebar tetapi efisiensi radiasi akan menjadi kecil. Dengan mengatur lebar dari antena *microstrip* (W) impedansi input juga akan berubah. Pendekatan yang digunakan untuk mencari panjang dan lebar antena *microstrip* dapat menggunakan

persamaan :

$$L = \frac{c}{2fc\sqrt{\varepsilon_{\varepsilon ff}}} - 2\Delta l \text{ [1]} \quad \text{.....(2.12)}$$

Dimana :

L : Panjang konduktor

c : kecepatan cahaya di ruang bebas ($3x10^8$)

fc : frekuensi kerja antena

Sementara itu untuk mencari nilai W (lebar) patch yaitu dengan menggunakan persamaan berikut:

$$W = \frac{\lambda_0}{2}\left(\frac{\varepsilon_r+1}{2}\right)^{-\frac{1}{2}} \text{[1]} \quad \text{.....(2.13)}$$

Dimana :

W: Lebar konduktor (patch)

ε_r : konstanta dielektrik

λ_0 = panjang gelombang (m)

Untuk mencarai panjang gelombang diuraikan oleh persamaan berikut:

$\lambda_0 = c/fc$[1] Dimana: λ_0 = panjang gelombang (m)

c = kecepatan gelombang cahaya $(3x10^8)$ m/s

Sementara itu untuk mencari nilai L(panjang) patch yaitu dengan menggunakan persamaan berikut:

$$L = \frac{c}{2fc\sqrt{\varepsilon_{\varepsilon ff}}} - 2\Delta l \text{ [1]} \quad \text{.....(2.14)}$$

Dengan : $\varepsilon_{eff} = \frac{\varepsilon_r + 1}{2} + \frac{\varepsilon_r - 1}{2}\left[\left(1 + \frac{12h}{W}\right)^{2}\right]$ [1] .....(2.15)

untuk h = tebal substrat bahan

Dan untuk $\Delta l = 0{,}412h\left(\frac{\varepsilon_{eff} + 0{,}3}{\varepsilon_{eff} - 0{,}258}\right)\left(\frac{W/h + 0{,}264}{W/h + 0{,}8}\right)$ [1].....(2.16)

2.8 Daerah Antena

Daerah atau ruang disekitar antena dibagi menjadi tiga, yaitu :

1. Daerah medan dekat reaktif

   Daerah yang berada disekeliling ntena dimana daerah ini bersifat reaktif (*nonradiating*) dimana kuat medan meluruh lebih cepat terhadap 1/r. Batas dari daerah ini adalah R.

   Dimana *r* : jarak pengukuran

   R : jarak titik pengamatan dengan suber

$$R < 0{,}62 \sqrt{\frac{D^3}{\lambda}} \quad [1] \qquad (2.17)$$

2. Daerah medan dekat radiasi

   Daerah ini berada diantara medan reaktif dan medan jauh. Pada daerh ini mulai terjadi distribusi medan bergantung pada jarak antena. Batas pada daerah ini adalah R.

$$0{,}62 \sqrt{\frac{D^3}{\lambda}} \leq R < 2 \frac{D^2}{\lambda} \quad [1] \qquad (2.18)$$

3. Daerah medan jauh

   Daerah antena yang memiliki distribusi medan yang tidak lagi tergantung pada jarak dari antena dan kuat medannya meluruh sebanding dengan 1/r dan dalam pengukuran pola radiasinya tidak tergantung pada jarak R. Pengukuran antena dilakukan pada daerah ini.

$$R > 2 \frac{D^2}{\lambda} \quad [1] \qquad (2.19)$$

2.9 Pencatuan Antena

Dalam aplikasi antena mikrostrip ada beberapa teknik pencatuan (*feeding*) yaitu *microstrip feeding, probe feeding,* dan *EMC feeding.*

1. Teknik *microstrip feeding*

   Teknik ini dapat dilakukan dengan cara menghubungkan *line* pencatuan ke *patch* menggunakn jalur *microstrip*, mempunyai karakteristik dapat di-*etching*-kan pada substrat yang sama sehingga stuktur antena sepenuhnya planar dan menggunkan bahan yang sama dengan *patch.* Tetapi tidak terjadi matching impedansi sehingga dibutuhkan penyepadan impedansi input dengan impedansi antena. Keuntungan dari teknik ini adalah kemudahannya dalam proses pabrikasi.

2. Teknik pencatuan *probe coaxial*

   Teknik ini dapat dilakukan dengan cara melubangi bagian *patch* untuk dihubungkan dengan elemen pencatu. Penentuan titik lubang menyebabkan antena ini tidak membutuhkan rangkain penyepadan. Tetapi mempunyai kelemahan yaitu *bandwith* yang dihasilakan sempit (*narroband*).

3. Teknik *EMC feeding*

   Teknik EMC (*electromagnetic feeding)* berbeda dengan teknik pencatuan yang lain. Tidak ada kontak fisik secara lansung antar elemen, tetapi dilakukan dengan cara kopling elkromagnetik dari elemen pencatunya. Kelebihannya yaitu menghasilkan bandwith yang lebih lebar.

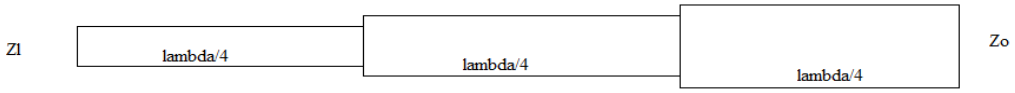
2.10 Penyepadanan Saluran

Teknik pencatuan langsung menggunakan saluran mikrostrip dicetak pada substrat

yang sama sehingga antara *patch* dan saluran mikrostrip saling terhubung langsung. Untuk mencapai transfer daya maksimum dari sumber, maka dibutuhkan kondisi sepadan (matching) antara impedansi saluran transmisi dengan impedansi antena. Ada beberapa teknik penyepadanan saluran yaitu transformator λ/4, transformator λ/4 bertingkat binomial, stub, tapper, dan lain-lain.

Pada tugas akhir ini digunakan teknik penyepadanan dengan menggunakan tranformator λ/4 bertingkat. Dengan menggunakan teknik penyepadanan ini, *Bandwidth* yang dihasilkan nantinya akan sedikit lebih lebar dibandingkan dengan menggunakan teknik penyepadanan transformator λ/4.

$$Z_{\lambda/4} = \sqrt{Z_0 Z_i}\ [1]\ , \quad \text{.....(2.20)}$$



Gambar 2.8 Penyepadan Saluran λ/4[3]

dimana:

Z_T : impedansi Z_T

Z_0 : Impedansi saluran 50 Ω

Z_L : Impedansi beban

Penyepadan saluran dengan menggunakan teknik lambda/4 bertingkat bertujuan untuk menyepadankan impedansi catuan dengan antenna dimana Zo berupa konektor SMA 50Ω dengan Zl berupa patch antenna tersebut. Penyepadanan ini akan membuat transfer daya maksimum terjadi sehingga loss yang ditimbulkan akan semakin sedikit.

2.11 Definisi Radar

Radar (*Radio Detection and Ranging*) adalah suatu sistem gelombang elektromagnetik yang berguna untuk mendeteksi, mengukur jarak, ketinggian dan memetakan suatu objek. Radar bisa di gunakan untuk mendeteksi pesawat, kapal, *spacecraft*, misil, kendaraan bermotor, cuaca dan lain seba*gain*ya. Antena radar mentransmisikan pulsa dari gelombang radio atau *microwave* yang akan memantul kembali apabila ada suatu objek di lintasannya. Objek tersebut akan mengembalikan sebagian kecil dari energi gelombang ke antena penerima di radar yang lokasinya sama dengan antena pemancar radar.

Panjang gelombang yang dipancarkan radar adalah beberapa milimeter hingga satu meter. Gelombang radio/sinyal yang dipancarkan dan dipantulkan dari suatu benda tertentu akan ditangkap oleh radar. Dengan menganalisa sinyal yang dipantulkan tersebut, pemantul sinyal dapat ditentukan lokasinya dan kadang-kadang dapat juga ditentukan jenisnya. Meskipun sinyal yang diterima relatif lemah/kecil, namun radio sinyal tersebut dapat dengan mudah dideteksi dan diperkuat oleh radar.

Informasi yang diberikan oleh radar antara lain termasuk jangkauan dan posisi objek dari pemindai radar. Dengan demikian fungsi ini digunakan di berbagai bidang di mana kebutuhan untuk menentukan posisi tersebut sangat penting. Penggunaan pertama dari radar adalah untuk keperluan militer untuk mencari target udara, darat dan laut. Selanjutnya berkembang di bidang sipil ke aplikasi untuk pesawat, kapal, dan lalu lintas.