

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Dasar Antena

Antena merupakan alat yang penting dalam suatu sistem komunikasi radio. Antena adalah suatu media peralihan antara ruang bebas dengan saluran transmisi yang digunakan untuk menggerakkan energi elektromagnetik dari sumber pemancar ke antena atau dari antena ke penerima. Berdasarkan hal ini maka antena dibedakan menjadi antena pemancar dan antena penerima (Balanis,1982 :17).

Perancangan antena yang baik adalah ketika antena dapat mengirimkan energi atau daya maksimum dalam arah yang diharapkan oleh penerima. Meskipun pada kenyataannya terdapat rugi – rugi yang terjadi ketika penjalaran gelombang seperti rugi-rugi pada saluran transmisi dan terjadi kondisi tidak *matching* antara saluran transmisi dan antena. Sehingga *matching* impedansi juga merupakan salah satu faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam perancangan sebuah antena.

2.2 Parameter Dasar Antena

Parameter – parameter antena adalah suatu hal yang sangat penting untuk menjelaskan cara kerja antena. Maka diperlukan parameter–parameter antena yang akan memberikan informasi suatu antena sebagai pemancar maupun sebagai penerima. Definisi parameter – parameter yang berhubungan dengan skripsi ini akan diberikan pada bab ini adalah:

2.2.1 Impedansi Masukan

Impedansi masukan didefinisikan sebagai impedansi yang ditunjukkan oleh antena pada terminal–terminalnya atau perbandingan tegangan terhadap arus pada pasangan terminalnya (Balanis, 1982: 53). Perbandingan tegangan dan arus pada terminal–terminal tanpa beban, memberikan impedansi masukan antena sebesar (Balanis, 1982: 54) :

$$Z_{in} = R_{in} + jX_{in} \quad (2-1)$$

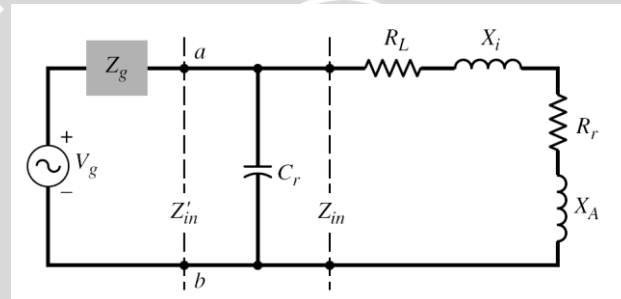
Keterangan :

Z_{in} = impedansi masukan antenna (Ω)

R_{in} = resistansi antenna (Ω)

X_{in} = reaktansi antenna (Ω)

Resistansi input (R_{in}) menyatakan tahanan disipasi. Daya dapat terdisipasi melalui dua cara yaitu, karena panas pada struktur antenna yang berkaitan pada perangkat keras dan daya yang meninggalkan antenna dan tidak kembali (teradiasi). Reaktansi input (X_{in}) menyatakan daya yang tersimpan pada medan dekat dari antenna. (Stutzman, 1980: 347)



Gambar 2.1 Rangkaian ekivalen antenna

Sumber: Balanis.2005:244

Pada Gambar 2.1 menunjukkan Z_{in} yang merupakan impedansi masukan pada antenna, sedangkan untuk Z'_{in} merupakan impedansi masukan pada terminal masukan suatu antenna atau yang biasa disebut sebagai saluran transmisi dimana pada gambar ditunjukkan dengan terminal a-b.

Persamaan untuk mencari nilai panjang gelombang di udara bebas diberikan oleh persamaan (2-3):

$$\lambda_o = \frac{c}{f} \quad (2-3)$$

dengan:

λ_o = panjang gelombang di udara bebas (m)

c = 3×10^8 (m)

f = frekuensi resonan (Hz)

Panjang gelombang pada saluran transmisi *microstrip* dapat diketahui dengan menggunakan persamaan (2-4) (Shakeeb, 35).

$$\lambda_d = \frac{\lambda_o}{\sqrt{\epsilon_r}} \quad (2-4)$$

dengan,

λ_d = panjang gelombang pada saluran transmisi *microstrip* (m)

λ_o = panjang gelombang ruang bebas (m)

ϵ_r = permitivitas dielektrik substrat

Koefisien pantul sangat menentukan besarnya VSWR antenna, karena dengan VSWR ini juga dapat menentukan performansi antenna.

2.2.2 Return Loss

Return loss (RL) adalah salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui berapa besar daya yang hilang pada beban dan tidak kembali sebagai pantulan. *RL* adalah parameter seperti VSWR yang menentukan *matching* antara antenna dan *transmitter*.

Koefisien pantulan (*reflection coefficient*) adalah perbandingan antara tegangan pantulan dengan tegangan maju (*forward voltage*). Antena yang baik akan mempunyai nilai *return loss* dibawah -10 dB, yaitu 90% sinyal dapat diserap, dan 10%-nya terpantulkan kembali. Koefisien pantul dan *return loss* didefinisikan sebagai (Punit, 2004: 19) :

$$\Gamma = \frac{Z_{in} - Z_o}{Z_{in} + Z_o} \quad (2-5)$$

$$RL = 20 \cdot \log \Gamma \quad (dB) \quad (2-6)$$

Keterangan :

Γ = koefisien pantul

Z_{in} = impedansi masukan antenna

Z_o = impedansi karakteristik saluran transmisi

$RL = \text{return loss (dB)}$

Untuk *matching* sempurna antara *transmitter* dan antena, maka nilai $\Gamma = 0$ dan $RL = \infty$ yang berarti tidak ada daya yang dipantulkan, sebaliknya jika $\Gamma = 1$ dan $RL = 0$ dB maka semua daya dipantulkan.

Dengan mengetahui *return loss* maka juga dapat diketahui antena dapat mencapai resonan pada frekuensi tertentu. Keadaan resonan yaitu ketika antena dapat meradiasikan gelombang secara maksimal pada frekuensi tertentu dan tidak terjadi gelombang yang dipantulkan kembali ke transmitter. Keadaan resonan dapat terjadi tepat atau bergeser dari frekuensi yang telah direncanakan.

2.2.3 VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*)

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

$$VSWR = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} \quad (2-7)$$

Keterangan:

V_{\max} = tegangan maksimum (volt)

V_{\min} = tegangan minimum (volt)

$|\Gamma|$ = koefisien pantul

Dengan $0 \leq |\Gamma| \leq 1$, sehingga nilai VSWR adalah $1 \leq VSWR \leq 2$.

2.2.4 Gain (*Penguatan*)

Penguatan sangat erat hubungannya dengan *directivity*. Penguatan mempunyai pengertian perbandingan daya yang dipancarkan oleh antena tertentu dibandingkan dengan *radiator isotropis* yang bentuk pola radiasinya menyerupai bola. Secara fisik suatu *radiator isotropis* tidak ada, tapi sering kali digunakan sebagai referensi untuk menyatakan sifat – sifat keterarahan antena.

Penguatan daya disini mempunyai pengertian yang tidak sama dengan penguatan daya yang sering dijumpai pada amplifier. Penguatan daya disini

mempunyai pengertian perbandingan daya yang dipancarkan oleh suatu antena tertentu dibandingkan dengan daya yang dipancarkan oleh suatu antena isotropis yang bentuk polanya seperti bola. *Radiator* isotropis sebenarnya adalah konsep teoritis, sedang pada praktisnya *gain* antena biasanya dibandingkan dengan intensitas radiasi sebuah antena standar dipole $\frac{1}{2} \lambda$ yang kira-kira 1,64 kali atau 2,15 dB dibandingkan dengan suatu radiator isotropis. Sehingga besar *gain* terhadap sumber isotropis adalah :

$$G = 1,64 \times \frac{P_U}{P_R} \quad (2-8)$$

$$G(\text{dB}) = 10 \log 1,64 \frac{P_U}{P_R} \quad (2-9)$$

$$G = 2,15 + P_U(\text{dBm}) - P_R(\text{dBm}) \quad (2-10)$$

dengan :

G = *gain* antena uji (dB)

P_U = daya yang diterima antena uji (W)

P_R = daya yang diterima antena referensi (W)

Gain sebuah antena juga didefinisikan sebagai berikut (Krauss,1982:824):

$$G = k \cdot D \quad (2-11)$$

$$k = e_r \cdot e_c \cdot e_d \quad (2-12)$$

$$e_r = 1 - |\Gamma| \quad (2-13)$$

$$\Gamma = \text{antilog} \left(\frac{RL}{20} \right) \quad (2-14)$$

Dimana :

G = *gain*

k = faktor rugi-rugi *ohmic*

D = *directivity*

e_r = *reflection efficiency* ($0 < e_r < 1$)

e_c = *conduction efficiency*

e_d = *dielectric efficiency*

Γ = koefisien pantul

RL = *return loss*

2.2.5 Bandwidth (Lebar Pita)

Bandwidth antenna didefinisikan sebagai "range frekuensi antenna dengan beberapa karakteristik, sesuai dengan standar yang telah ditentukan". Untuk *broadband* antenna, lebar bidang dinyatakan sebagai perbandingan frekuensi operasi atas (*upper*) dengan frekuensi bawah (*lower*). Sedangkan untuk *narrowband* antenna, maka lebar bidang antenna dinyatakan sebagai persentase dari selisih frekuensi di atas frekuensi tengah dari lebar bidang (Balanis, 1982: 47), untuk persamaan *bandwidth* dalam persen (B_p) atau sebagai *bandwidth* rasio (B_r) dinyatakan sebagai (Punit, 2004: 22) :

$$B_p = \frac{f_h - f_l}{f_c} \times 100\% \quad (2-15)$$

$$f_c = \frac{f_h + f_l}{2} \quad (2-16)$$

$$B_r = \frac{f_h}{f_l} \quad (2-17)$$

Keterangan :

B_p = *bandwidth* dalam persen (%)

B_r = *bandwidth* rasio

f_h = jangkauan frekuensi atas (Hz)

f_l = jangkauan frekuensi bawah (Hz)

f_c = jangkauan frekuensi tengah (Hz)

Bandwidth Fraksional

Bandwidth fraksional biasanya digunakan untuk lebar pita antenna, didefinisikan sebagai (Boris Lambrikov, 2010:374):

$$BW = 2 \frac{(f_h - f_l)}{(f_h + f_l)} \text{ dan } f_h - f_l \geq 500 \text{ MHz} \quad (2-18)$$

Bandwidth fraksional adalah faktor yang digunakan untuk mengklasifikasikan sinyal sebagai *narrowband*, *wideband* dan *ultra wideband*.

Untuk *Bandwidth Fraksional* $\leq 1\%$ digunakan untuk *Narrowband*, untuk *Bandwidth Fraksional* $\leq 10\%$ digunakan untuk *Wideband*, dan untuk *Bandwidth Fraksional* $\geq 20\%$ digunakan untuk *Ultra Wideband*.

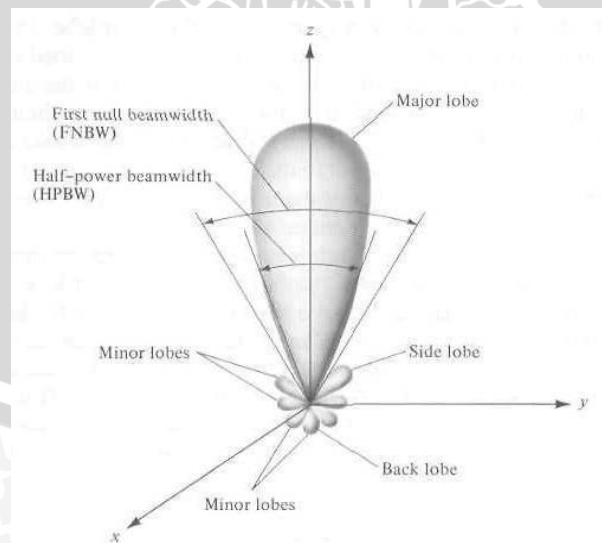
Bandwidth antenna secara umum adalah :

$$BW = f_h - f_l \quad (2-19)$$

2.2.6 Pola Radiasi

Pola radiasi suatu antenna didefinisikan sebagai "Gambaran secara grafik dari sifat-sifat radiasi suatu antenna sebagai fungsi koordinat ruang". Dalam banyak keadaan, pola radiasi ditentukan pada pola daerah medan jauh dan digambarkan sebagai fungsi koordinat-koordinat arah sepanjang radius konstan, dan digambarkan pada koordinat ruang. Sifat-sifat radiasi ini mencakup intensitas radiasi, kekuatan medan (*field strength*) dan polarisasi (Balanis, 1982: 17). Sedangkan untuk pola radiasi antenna mikrostrip mempunyai fenomena yang sama dengan pola radiasi antenna konvensional.

Koordinat-koordinat yang sesuai ditunjukkan pada Gambar 2.2. Jejak daya yang diterima pada radius tetap disebut pola daya. Sedangkan grafik variasi ruang medan listrik dan medan magnet sepanjang radius tetap disebut pola medan.



Gambar 2.2 Pola Radiasi dan *beamwidth* antenna

Sumber: Balanis, 1982: 31

Lebar berkas $\frac{1}{2}$ daya (HPBW) adalah lebar sudut pada 3 dB dibawah maksimum. Untuk menyatakan lebar berkas biasanya dalam satuan derajat. Pada Gambar 2. tampak pola radiasi yang terdiri dari *lobe-lobe* radiasi yang meliputi *main lobe* dan *minor lobe (side lobe)*. *Main lobe* adalah *lobe* radiasi yang mempunyai arah radiasi maksimum. Sedangkan *minor lobe* adalah radiasi pada arah lain yang sebenarnya tidak diinginkan (Stutzman, 1981: 29). Pola radiasi antenna dapat dihitung dengan perbandingan antara daya pada sudut nol derajat (radiasi daya maksimum) dengan daya pada sudut tertentu. Maka pola radiasi (P) dinyatakan (Balanis, 1982) :

$$P(dB) = 10 \cdot \log \frac{P_o}{P_T} (dB) \quad (2-20)$$

$$P(dB) = 10 \cdot \log P_o - 10 \cdot \log P_T \quad (2-21)$$

Keterangan :

P = intensitas radiasi antenna pada sudut tertentu (dB)

P_o = daya yang diterima antenna pada sudut 0° (watt)

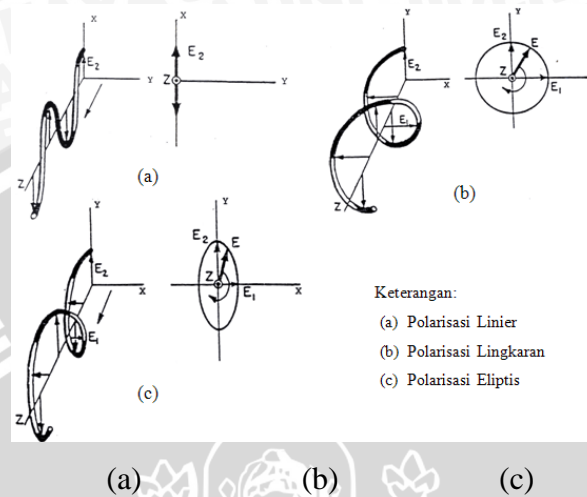
P_T = daya yang diterima antenna pada sudut tertentu (watt)

2.2.7 Polarisasi

Polarisasi suatu antenna didefinisikan sebagai "polarisasi dari gelombang yang diradiasikan pada saat antenna dibangkitkan/dioperasikan". Dengan kata lain, "polarisasi gelombang datang dari arah yang diberikan yang menghasilkan daya maksimum pada terminal antenna". Dalam praktek, polarisasi dari energi yang diradiasikan berubah menurut arah antenna, sehingga dengan pola yang berbeda akan memungkinkan mempunyai polarisasi yang berbeda pola. Polarisasi antenna dibedakan menjadi 3 : polarisasi linier, polarisasi lingkaran dan polarisasi elips (Balanis, 1982: 48).

Polarisasi dari gelombang yang teradiasi, merupakan sifat – sifat gelombang elektromagnetik yang menggambarkan perubahan arah dan nilai relatif vektor medan listrik sebagai fungsi waktu. Jika vektor yang dilukiskan pada suatu titik sebagai fungsi dari waktu selalu terarah pada suatu garis, medan

ini dikatakan terpolarisasi linier. Bila jejak medan listrik berbentuk elips, maka medan dikatakan terpolarisasi elips. Suatu keadaan khusus dari polarisasi elips adalah polarisasi lingkaran dan polarisasi linier.



Keterangan:

- (a) Polarisasi Linier
 (b) Polarisasi Lingkaran
 (c) Polarisasi Eliptis

Gambar 2.3. Macam – macam Polarisasi

(Sumber: ab3duh.wordpress.com/2010/05/03/propagasi-gelombang-radio/, 12 Juni 2014)

a. Polarisasi Linear

Vektor yang menggambarkan medan listrik pada suatu titik di dalam ruang sebagai fungsi waktu, bergerak searah atau tegak lurus terhadap saluran maka medan ini dikatakan terpolarisasi secara *linear* (Stutzman, 1981: 53).

b. Polarisasi Lingkaran

Vektor medan listrik berputar secara lingkaran dengan jarak yang konstan sepanjang saluran maka hal ini disebut terpolarisasi secara lingkaran (Stutzman, 1980 : 53). Dengan frekuensi rotasi radian adalah ω , jika gelombang bergerak menuju pengamat dan vektor berotasi berlawanan dengan arah jarum jam, itu disebut dengan polarisasi tangan kanan (*Right-hand polarized*), begitu juga sebaliknya untuk polarisasi tangan kiri (*Left-hand polarized*). (Stutzman, 1981:54)

c. Polarisasi *Ellips*

Vektor medan listrik berputar secara *ellips* sepanjang saluran maka hal ini disebut terpolarisasi *ellips*, baik untuk terpolarisasi tangan kanan atau tangan kiri. (Stutzman, 1981 : 55).

2.3 Ultra Wideband (UWB)

UWB adalah sistem komunikasi jarak pendek yang mempunyai BW yang sangat lebar, agar dapat dikategorikan sebagai komunikasi UWB syarat lebar BW fraksional $\geq 20\%$ dari frekuensi tengahnya. BW fraksional merupakan faktor yang digunakan untuk mengklasifikasikan sinyal ke dalam kelompok *narrowband*, *wideband* atau *ultra wideband* dan didefinisikan oleh rasio BW pada nilai 10 dB ke frekuensi tengahnya (Boris Lambrikov, 2010:374)

$$\frac{B_f}{F_c} > 0,2 \quad (2-22)$$

Dengan B_f adalah *bandwidth* untuk penurunan diamati pada kuantitas 10dB dan F_c adalah frekuensi pusat dari *bandwidth*. Lebar *bandwidth* untuk aplikasi UWB sangat melebihi dari sistem pemancar radio yang biasanya terbatas pada frekuensi sempit untuk alokasi pelayanan jasa yang kapasitas informasinya terbatas. Walaupun daya pancarnya sangat rendah tetapi teknologi ini dapat digunakan untuk beberapa aplikasi. Aplikasi potensial UWB adalah pada jaringan tanpa kabel berkecepatan tinggi. Aplikasi lainnya seperti radar untuk survei geologi, penelitian dan pertolongan, pencitraan dinding dalam konstruksi, radar pada kendaraan untuk menghindari tabrakan, pencitraan medik, sistem komunikasi dan pengukuran.

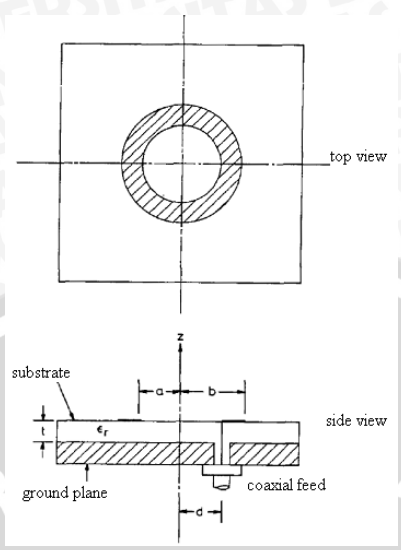
Teknologi UWB termasuk pada teknologi digital sehingga transmisi sinyalnya bisa mengirim aliran berbagai data digital. Selain itu, sinyal pulsa ini bisa mengangkut informasi (baik teks, audio, maupun video) dengan kecepatan yang sangat tinggi secepat koneksi jaringan internet yang tersedia di pasaran sekarang ini. Keuntungan yang mampu dihasilkan oleh teknologi UWB ini adalah dioperasikan pada daerah frekuensi yang sama tetapi tidak saling mengganggu terhadap alokasi frekuensi yang telah ada. Hal ini dimungkinkan dengan cara memancarkan energi 1/1000 dari daya yang umum digunakan perangkat yang bekerja pada gelombang radio. Sehingga konsekuensinya sampai saat ini jarak komunikasi antar terminal maksimal 15 meter. Di sebagian negara terdapat beberapa alternatif alokasi frekuensi untuk aplikasi UWB seperti Amerika dan Eropa mengalokasikan untuk sistem radar pencitraan dengan *band* frekuensi dibawah 900 MHz, 1.9 – 10.6 GHz dan 3.1 – 10.6

GHz. Kedua untuk *vehicular radar system* pada 22 – 29 GHz, 24 – 24.25 GHz dan 23.6 – 24 GHz.. Ketiga untuk aplikasi pada sistem komunikasi tanpa kabel yang beroperasi pada 3.1 – 10.6 GHz. Dilain pihak, *Infocomm Development Authority* (IDA), sebuah badan regulasi spektrum Singapura menetapkan alokasi frekuensi UWB pada 2.2 – 10.6 GHz. Sehingga masih besar kemungkinan penggunaan spektrum frekuensi untuk aplikasi UWB dari 0.3 GHz sampai 100 GHz di beberapa negara lainnya.

Keuntungan UWB yaitu data *rate* yang tinggi, *pathloss* rendah dan tahan terhadap *multipath propagation*, *transceiver* yang lebih murah dan sederhana, daya kirim yang rendah dan *low interference* dan keamanan transmisi. Sistem UWB terdiri dari *singleband* dan *multiband*. Dimana pada sistem *singleband* menggunakan deretan pulsa yang sangat pendek (<10ns), sedangkan pada sistem *multiband* UWB, frekuensi *band* UWB dibagi menjadi beberapa *subband*.

2.4 Antena Mikrostrip

Mikrostrip adalah suatu konduktor dari tembaga (*metallic strip*) yang sangat tipis ($t \ll \lambda_0$, dengan λ_0 adalah panjang gelombang ruang bebas) yang terdapat pada satu sisi permukaan *substrat* dielektrik dan pada sisi lain dari substrat dielektrik tersebut juga terdapat lapisan konduktor. Lapisan konduktor yang terletak di bawah *substrat* dielektrik ini berfungsi sebagai bidang pertanahan (*ground plane*) (balanis, 2005:812). Lapisan konduktor tembaga yang terletak di atas *substrat* dielektrik adalah berfungsi sebagai elemen peradiasi (*radiating element*). Struktur dasar saluran mikrostrip terdiri atas panjang *strip* L , lebar *strip* konduktor W , tinggi *substrat* dielektrik h , tebal *strip* konduktor t , dan konstanta permitivitas dielektrik *substrat* ϵ_r sebagaimana yang digambarkan pada Gambar 2.4 :



Gambar 2.4. Antena *patch Ring Circular*
 Sumber: James,J.R. dan Hall, P.S. 1989:170

Selain mempunyai beberapa keuntungan,antenna mikrostrip juga memiliki beberapa kerugian. Beberapa keuntungan dan kerugian antenna mikrostrip dapat dilihat pada Tabel 2.1:

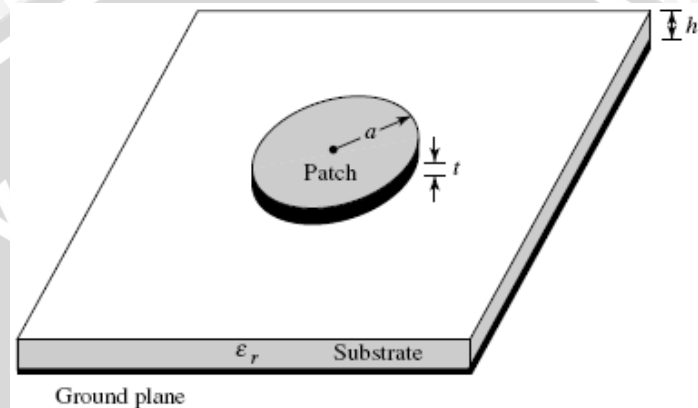
Tabel 2.1. Beberapa pernyataan umum tentang sifat antenna mikrostrip

Keuntungan	Kerugian
Bentuk yang tipis	Efisiensi rendah
Ringan	<i>Bandwidth</i> kecil
Pembuatannya sederhana	Radiasi asing dari <i>feed</i> , persimpangan dan permukaan gelombang
Dapat dibuat sesuai kebutuhan	Masalah toleransi
Biaya rendah	Perlu substrat berkualitas dan toleransi suhu baik
Dapat diintegrasikan dengan sirkuit	Kinerja tinggi memerlukan sistem <i>array</i> yang kompleks
<i>Array</i> yang sederhana mudah dibuat	Polarisasi yang baik sulit untuk dicapai

Sumber : James,J.R. dan Hall, P.S.,1989:6

2.4.1 Antena *Microstrip Patch Circular*

Pada aplikasi tertentu, seperti *array*, *patch* sirkular ini akan menghasilkan keuntungan dibandingkan dengan *patch* yang lainnya. Antena mikrostrip dengan *patch* sirkular ini lebih mudah dimodifikasi untuk menghasilkan jarak nilai impedansi, pola radiasi, dan frekuensi kerja. Untuk lebih memahami antena mikrostrip *patch* sirkular ini dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Antena mikrostrip *patch circular*

(Sumber : Balanis, 2005:6)

Di dalam merancang antena mikrostrip *patch* sirkular ada beberapa pertimbangan yang harus di perhatikan, yaitu:

- **Pemilihan substrat dan jari-jari *patch***

Pertimbangan memilih substrat untuk antena mikrostrip *patch* sirkular sama seperti antena mikrostrip *patch* persegi panjang, yaitu dimulai dengan memilih bahan dielektrik yang cocok dengan menyesuaikan tingkat ketebalan h dan rugi-rugi garis singgung. Semakin tebal substrat, di samping secara mekanik akan lebih kuat, akan meningkatkan daya radiasi, mengurangi rugi-rugi konduktor, dan memperbaiki impedansi *bandwidth*. Bagaimanapun hal ini juga akan meningkatkan berat, rugi-rugi dielektrik, rugi-rugi gelombang permukaan, dan radiasi yang tidak berhubungan dari penyulang pemeriksa. Konstanta substrat dielektrik ϵ_r memiliki fungsi yang sama seperti ketebalan substrat. Nilai ϵ_r yang rendah akan meningkatkan daerah tepi dari keliling *patch* meradiasikan daya. Oleh karena itu substrat dengan nilai $\epsilon_r \leq 2.5$ lebih baik kecuali jika diinginkan

ukuran *patch* yang lebih kecil. Meningkatnya ketebalan substrat akan memiliki dampak yang sama ketika menurunnya nilai ϵ_r dari karakteristik antena.

Rugi-rugi garis singgung yang tinggi akan meningkatkan rugi-rugi dielektrik dan oleh karena itu hal ini akan menurunkan efisiensi antena. Bahan yang biasa digunakan sebagai substrat diantaranya adalah *honeycomb* $\epsilon_r = 1.707$, *duroid* $\epsilon_r = 2.32$, quartz $\epsilon_r = 3.8$ dan alumina $\epsilon_r = 10$.

Jadi substrat yang digunakan haruslah memiliki konstanta dielektrik yang rendah. Hal ini bertujuan agar diperoleh efisiensi radiasi yang lebih tinggi. Selain itu substrat yang semakin tebal akan meningkatkan impedansi *bandwidth*.

Seperti pada *patch rectangular* bahwa *fringing effects* dapat mempengaruhi dimensi *patch*, *patch* yang secara fisik memiliki jari-jari A akan memiliki jari-jari efektif sebesar a_e dimana $a_e > A$. Hubungan antara A dan a_e ditunjukkan oleh persamaan (2-20) (Balanis, 1982:755) :

$$a_e = A \left\{ 1 + \frac{2h}{\pi a \epsilon_r} \left(\ln \frac{\pi A}{2h} + 1.7726 \right) \right\}^{1/2} \quad (2-23)$$

Nilai A yang sebenarnya dinyatakan oleh persamaan (2-24) (Balanis, 1982:755).

$$A = \frac{F}{\left\{ 1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[\ln \left(\frac{\pi F}{2h} \right) + 1.7726 \right] \right\}^{1/2}} \quad (2-24)$$

$$F = \frac{8.791 \times 10^9}{f_r \sqrt{\epsilon_r}}$$

dengan,

- A = jari-jari *patch* (cm)
- f_r = frekuensi resonan (Hz)
- ϵ_r = permitivitas bahan
- h = tebal substrat (cm)

2.4.2 Dimensi *Groundplane*

Dimensi minimum *ground plane* yang dibutuhkan oleh antena mikrostrip dapat dicari melalui persamaan berikut: (Punit S. Nakar, 2004: 51)

$$L_g = 6h + L \quad (2-25)$$

$$W_g = 6h + W \quad (2-26)$$

Untuk *patch* lingkaran, karena $L = 2R$ dan $W = \frac{\pi R}{2}$, maka panjang dan lebar minimum *ground plane* adalah:

$$L_g = 6h + 2R \quad (2-27)$$

$$W_g = 6h + \frac{\pi}{2} R \quad (2-28)$$

Keterangan:

L_g = panjang sisi minimum *ground plane* (m)

W_g = lebar sisi minimum *ground plane* (m)

L = panjang *patch* persegi (m)

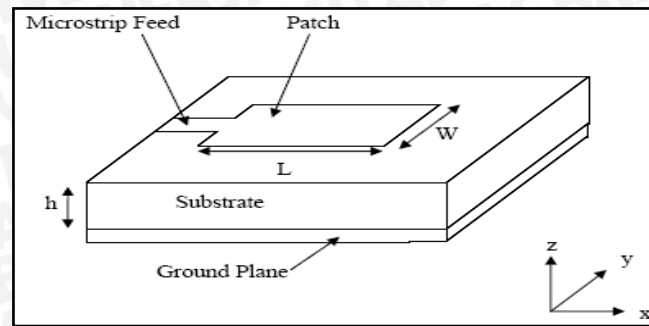
W = lebar *patch* persegi (m)

R = *Radius patch* lingkaran (m)

h = ketebalan substat (m)

2.4.3 Metode Penyambungan *Microstrip line*

Metode pencatutan ini bagian konduktor dihubungkan secara langsung dengan bagian tepi *patch* mikrostrip pada bidang yang sama dengan *patch*. Pada pencatutan ini, *feed* dan *patch* membentuk satu struktur. Teknik pencatutan ini lebih sederhana dan mudah dalam fabrikasi. Lebar *strip* konduktor lebih kecil dari pada elemen peradiasi antena mikrostrip. Tipe pengaturan pencatutan semacam ini mempunyai keuntungan bahwasanya pencatutan dapat diberikan pada substrat yang sama untuk menyediakan suatu struktur planar. (Punit S. Nakar, 2004 : 34)



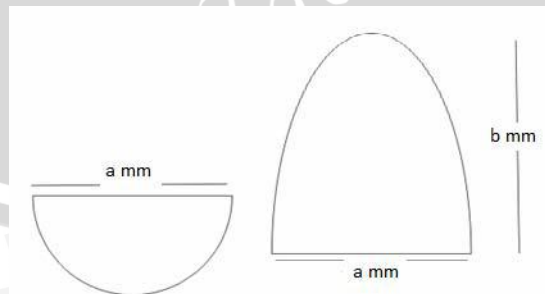
Gambar 2.6 Antena mikrostrip
(Sumber : Punit S. Nakar, 2004 : 40)

Metode pencatutan ini dikembangkan lagi dengan metode *inset* yaitu dengan memberikan potongan menjorok ke dalam *patch*. Tujuannya untuk menyesuaikan impedansi saluran dengan *patch* tanpa memerlukan elemen penyesuai tambahan lagi. Metode *Microstrip Line Feed* secara umum menawarkan skema pencatutan yang mudah disamping kemudahan dalam proses pembuatan dan pemodelan untuk mendapatkan kesesuaian impedansi.

2.5 Antena Mikrostrip Berbentuk *Egg*

Berbagai bentuk antena mikrostrip seperti lingkaran, persegi panjang, persegi telah dipelajari sebagai alternatif untuk standar persegi panjang dan lingkaran. Ukuran dari antena *egg* lebih kecil daripada *patch* dan tergantung dari lebar mikrostrip yang digunakan.

Selain antena bentuk persegi panjang dan lingkaran yang paling banyak dipelajari, bentuk *ellips* dan *egg* kini telah menerima banyak perhatian.



Gambar 2.7. Setengah lingkaran dan setengah *ellips*

Sumber: Rudy Yuwono, 2010:4

Antena *egg* merupakan antena yang terdiri dari setengah lingkaran dengan diameter a dan setengah elips dengan jari-jari sekunder b . Pada pembuatan terlebih dahulu membuat lingkaran dengan diameter a yang selanjutnya pada bagian atas dipotong karena hanya membutuhkan bagian bawahnya saja. Selanjutnya membuat *ellips* dengan diameter primer a dan diameter sekunder $2b$, lalu pada bagian bawahnya dipotong karena hanya menggunakan bagian atasnya saja. Selanjutnya bagian bawah dari lingkaran dan bagian atas *ellips* disatukan sehingga terbentuklah bentuk antena *egg*.

Antena yang dirancang merupakan antena *single* elemen menggunakan bahan FR4 *double layer*. *Single* elemen yaitu menggunakan satu substrat dalam pembuatan antena (Richard C. Antena engineering Handbook:204). Dan untuk bahan FR4 *double layer* yaitu PCB yang mempunyai dua sisi dilapisi tembaga yang dipisahkan oleh substrat. Sisi pertama digunakan sebagai *patch* (elemen peradiasi) dan sisi kedua digunakan sebagai *ground plane* (Roeman-art.blogspot.com).

2.6 Simulator Antena Ansoft HFSS v.11

Ansoft merupakan *software* simulator elektromagnetik, yaitu *software* yang digunakan untuk mendesain dan mensimulasikan antena. HFSS pada awalnya dikembangkan oleh Profesor Zoltan Cendes dan murid - muridnya di Carnegie Mellon University. Prof Cendes dan saudaranya Nicholas cendes mendirikan Ansoft dan dijual. HFSS berdiri sendiri di bawah hubungan pemasaran tahun 1989 dengan Hewlett-Packard, dan dibundel kedalam produk Ansoft. Setelah berbagai hubungan bisnis selama periode 1996 - 2006, HP (yang menjadi Agilent EESof EDA divisi) dan Ansoft berpisah (www.wikipedia.com).

HFSS menyatukan proses simulasi, visualisasi, dan proses pemodelan ke dalam suatu bentuk yang mudah untuk dipelajari. Simulator ini dapat dimanfaatkan untuk menghitung parameter seperti S parameter, frekuensi resonansi, dan medan.

2.7 CST (*Computer Simulation Technology*)

CST MICROWAVE STUDIO (CST MWS) adalah *software* yang dapat digunakan untuk membuat desain dan menganalisis dari semua jenis sistem antena. *Tools* ini sangat membantu seorang desainer antena melakukan analisis parameter antena, perhitungan SAR, perhitungan fasa, *directivity* atau mengkaji antena tunggal atau *array* dalam 3D, polar dan koordinat cartesian. Fitur yang disajikan pada perangkat lunak ini memudahkan dalam analisis elektromagnetik.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

