

B A B 1

TEORI DASAR ANTENA

1.1 PENDAHULUAN

Antena (*antenna* atau *areal*) adalah perangkat yang berfungsi untuk memindahkan energi gelombang elektromagnetik dari media kabel ke udara atau sebaliknya dari udara ke media kabel. Karena merupakan perangkat perantara antara media kabel dan udara, maka antena harus mempunyai sifat yang sesuai (*match*) dengan media kabel pencatunya. Prinsip ini telah diterangkan dalam saluran transmisi.

Dalam perancangan suatu antena, beberapa hal yang harus diperhatikan adalah :

- bentuk dan arah radiasi yang diinginkan
- polarisasi yang dimiliki
- frekuensi kerja,
- lebar band (*bandwidth*), dan
- impedansi input yang dimiliki.

Untuk antena yang bekerja pada band VLF, LF, HF, VHF dan UHF bawah, jenis antena kawat (*wire antenna*) dalam prakteknya sering digunakan, seperti halnya antena dipole $1/2\lambda$, antena monopole dengan *ground plane*, antena loop, antena Yagi-Uda array, antena log periodik dan sebagainya. Antena-antena jenis ini, dimensi fisiknya disesuaikan dengan panjang gelombang dimana sistem bekerja. Semakin tinggi frekuensi kerja, maka semakin pendek panjang gelombangnya, sehingga semakin pendek panjang fisik suatu antena.

Untuk antena gelombang mikro (*microwave*), terutama SHF ke atas, penggunaan antena luasan (*aperture antenna*) seperti antena horn, antena parabola, akan lebih efektif dibanding dengan antena kawat pada umumnya. Karena antena

yang demikian mempunyai sifat pengarahannya yang baik untuk memancarkan gelombang elektromagnetik..

1.2 RADIASI GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK

Struktur pemancaran gelombang elektromagnetik yang paling sederhana adalah radiasi gelombang yang ditimbulkan oleh sebuah elemen aus kecil yang berubah-ubah secara harmonik. Elemen arus terkecil yang dapat menimbulkan pancaran gelombang elektromagnetik itu disebut sebagai *sumber elementer*.

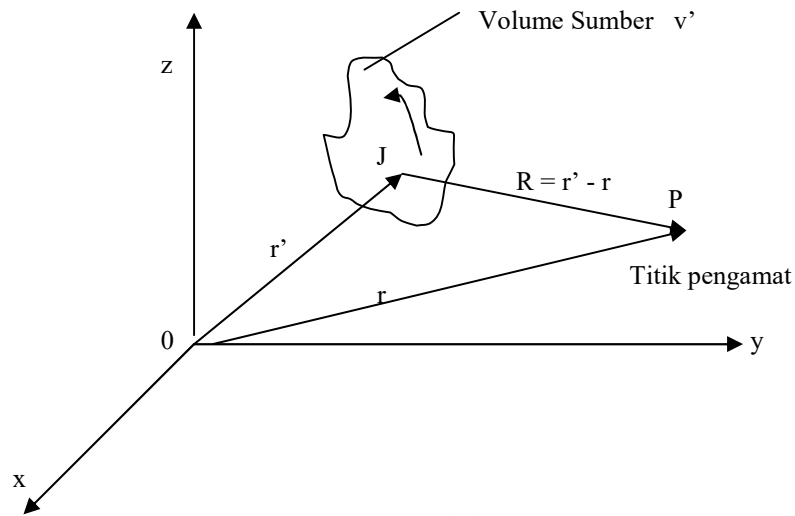
Jika medan yang ditimbulkan oleh setiap sumber elementer di dalam suatu konduktor antena dapat dijumlahkan secara keseluruhan, maka sifat-sifat radiasi dari sebuah antena tentu akan dapat diketahui.

Timbulnya radiasi karena adanya sumber yang berupa arus bolak-balik ini diketahui secara matematis dari penyelesaian gelombang Helmholtz. Persamaan Helmholtz tidak lain merupakan persamaan baru hasil penurunan lebih lanjut dari persamaan-persamaan Maxwell dengan memasukkan kondisi Lorentz sebagai syarat batasnya. Dari hasil penyelesaian persamaan differensial Helmholtz dengan menggunakan *dyrac Green's function*, ditemukanlah bahwa potensial vektor pada suatu titik yang ditimbulkan oleh adanya arus yang mempunyai distribusi arus J adalah :

$$A_z = \iiint \frac{J_e^{-j\beta|R|}}{4\pi|R|} dv^1 = \int_{v^1} \frac{J_e^{-j\beta|r-r^1|}}{4\pi|r-r^1|} dv^1 \quad (1.1)$$

dimana :

- A_z = vektor potensial pada arah z
- J = kerapatan arus
- β = bilangan gelombang ($2\pi/\lambda$)
- R = jarak titik pengamatan P dengan sumber elementer
- v^1 = sumber elementer.



GAMBAR 1.1

VEKTOR-VEKTOR DI DALAM SISTEM RADIASI

Persamaan di atas berlaku umum untuk segala bentuk sumber dan di dalam semua sistem koordinat, sehingga untuk mencari medan yang ditimbulkan oleh bermacam-macam bentuk dapat dipilih sistem koordinat yang paling sesuai dengan bentuk antena. Dengan diketahui potensial vektor A dari suatu sistem, maka medan magnet H dan medan listrik E yang dipancarkan oleh sumber itu akan dapat diketahui pula. Untuk medan magnet H dapat diperoleh dari persamaan :

$$H = \nabla \times A \tag{1.2}$$

Sedangkan medan listrik E dapat diperoleh dari salah satu bentuk persamaan Maxwell :

$$\nabla \times H = J + j \omega \epsilon E \tag{1.3}$$

Sehingga medan listrik E untuk daerah di dalam konduktor sumber adalah :

$$E = \frac{1}{j\omega\epsilon} (\nabla_x H - J) \quad (1.4)$$

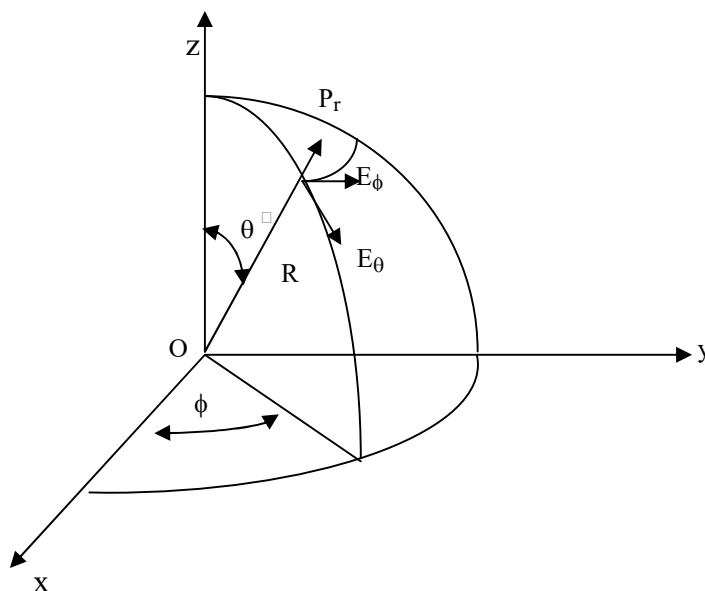
Dan untuk daerah di luar konduktor di mana $J = 0$, maka medan listrik E dari persamaan .. menjadi :

$$E = \frac{1}{j\omega\epsilon} \nabla_x H \quad (1.5)$$

Apabila elemen sumber dan medana radiasinya berada di dalam koordinat bola, maka arah propagasi gelombangnya akan searah dengan vektor jari-jarinya. Sedangkan medan listrik dan medan magnet hanya mempunyai komponen θ atau ϕ , yang dalam ruang bebas akan berlaku :

$$H_\phi = \frac{I_\theta}{\eta} \quad \text{dan} \quad H_\theta = \frac{E_\phi}{\eta} \quad (1.6)$$

Dengan : $\eta = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}}$ (impedansi intrinsik medium)



GAMBAR 1.2

VEKTOR MEDAN DAN POYNTING VEKTOR PADA KOORDINAT BOLA

1. 1.3 POLA RADIASI

Pola radiasi (radiation pattern) suatu antenna adalah pernyataan grafis yang menggambarkan sifat radiasi suatu antenna pada medan jauh sebagai fungsi arah. Pola radiasi dapat disebut sebagai pola medan (*field pattern*) apabila yang digambarkan adalah kuat medan dan disebut pola daya (*power pattern*) apabila yang digambarkan *poyniting vektor*. Untuk dapat menggambarkan pola radiasi ini, terlebih dahulu harus ditemukan potensial

Dalam koordinat bola, medan listrik E dan medan magnet H telah diketahui, keduanya memiliki komponen vektor θ dan ϕ . Sedangkan *poyniting vektornya* dalam koordiant ini hanya mempunyai komponen radial saja. Besarnya komponen radial dari poyniting vektor ini adalah :

$$P_r = \frac{1}{2} \frac{|E|^2}{\eta} \quad (1.7)$$

Dengan :

$$|E| = \sqrt{E_\theta^2 + E_\phi^2} \quad (\text{resultan dari magnitudo medan listrik})$$

E_θ : komponen medan listrik θ

E_ϕ : komponen medan listrik ϕ

η : impedansi intrinsik ruang bebas (377 Ω).

Untuk menyatakan pola radiasi secara grafis, pola tersebut dapat digambarkan dalam bentuk absolut atau dalam bentuk relatif. Maksud bentuk relatif adalah bentuk pola yang sudah dinormalisasikan, yaitu setiap harga dari pola radiasi tersebut telah dibandingkan dengan harga maksimumnya. Sehingga pola radiasi medan, apabila dinyatakan didalam pola yang ternormalisasi akan mempunyai bentuk :

$$F(\theta, \phi) = \frac{P(\theta, \phi)}{E(\theta, \phi)_{\max}} \quad (1.8)$$

Karena poynting vektor hanya mempunyai komponen radiasi yang sebenarnya berbanding lurus dengan kuadrat magnitudo kuat medannya, maka untuk pola daya apabila dinyatakan dalam pola ternormalisasi, tidak lain sama dengan kuadrat dari pola medan yang sudah dinormalisasikan itu.

$$P_{(\theta,\phi)} = |F_{(\theta,\phi)}|^2 \quad (1.9)$$

Seringkali juga pola radiasi suatu antena digambarkan dengan satuan *decibel* (dB). Intensitas medan dalam *decibel* didefinisikan sebagai :

$$F_{(\theta,\phi)} \text{ dB} = 20 \log |F_{(\theta,\phi)}| \quad (\text{dB}) \quad (1.10)$$

Sedangkan untuk pola dayanya didalam *decibel* adalah :

$$\begin{aligned} P_{(\theta,\phi)} \text{ dB} &= 10 \log P_{(\theta,\phi)} \\ &= 20 \log |F_{(\theta,\phi)}| \end{aligned} \quad (1.11)$$

Jadi didalam *decibel*, pola daya sama dengan pola medannya. Semua pola radiasi yang dibicarakan di atas adalah pola radiasi untuk kondisi medan jauh. Sedangkan pengukuran pola radiasi, faktor jarak adalah faktor yang amat penting guna memperoleh hasil pengukuran yang baik dan teliti. Semakin jauh jarak pengukuran pola radiasi yang digunakan tentu semakin baik hasil yang akan diperoleh. Namun untuk melakukan pengukuran pola radiasi pada jarak yang benar-benar tak terhingga adalah suatu hal yang tak mungkin. Untuk keperluan pengukuran ini, ada suatu daerah di mana medan yang diradiasikan oleh antena sudah dapat dianggap sebagai tempat medan jauh apabila jarak antara sumber radiasi dengan antena yang diukur memenuhi ketentuan berikut :

$$r > \frac{2D^2}{\lambda} \quad (1.12)$$

$$r \gg D \text{ dan } r \gg \lambda$$

Dimana :

- r : jarak pengukuran
- D : dimensi antenna yang terpanjang
- λ : panjang gelombang yang dipancarkan sumber.

1.3.1 Side Lobe Level

Suatu contoh pola daya antenna digambarkan dengan koordinat polar. Lobe utama (*main lobe*) adalah lobe yang mempunyai arah dengan pola radiasi maksimum. Biasanya juga ada *lobe-lobe* yang lebih kecil dibandingkan dengan *main lobe* yang disebut dengan *minor lobe*. Lobe sisi (*side lobe*) adalah lobe-lobe selain yang dimaksud.

Secara praktis disebut juga *minor lobe*. *Side lobe* dapat berharga positif ataupun negatif. Pada kenyataannya suatu pola mempunyai harga kompleks. Sehingga digunakan magnitudo dari pola medan $|F(\theta)|$ atau pola daya $|P(\theta)|$

Ukuran yang menyatakan seberapa besar daya yang terkonsentrasi pada side lobe dibanding dengan *main lobe* disebut *Side Lobe Level (SLL)*, yang merupakan rasio dari besar puncak dari *side lobe* terbesar dengan harga maksimum dari *main lobe*. *Side Lobe Level (SLL)* dinyatakan dalam *decibel (dB)*, dan ditulis dengan rumus sebagai berikut :

$$SLL = 20 \log \frac{|F_{(SLL)}|}{|F_{(maks)}|} \quad \text{dB} \quad (1.13)$$

Dengan :

- $F_{(SLL)}$: nilai puncak dari *side lobe* terbesar
- $F_{(maks)}$: nilai maksimum dari *main lobe*

Untuk normalisasi, $F_{(maks)}$ mempunyai harga = 1 (satu).

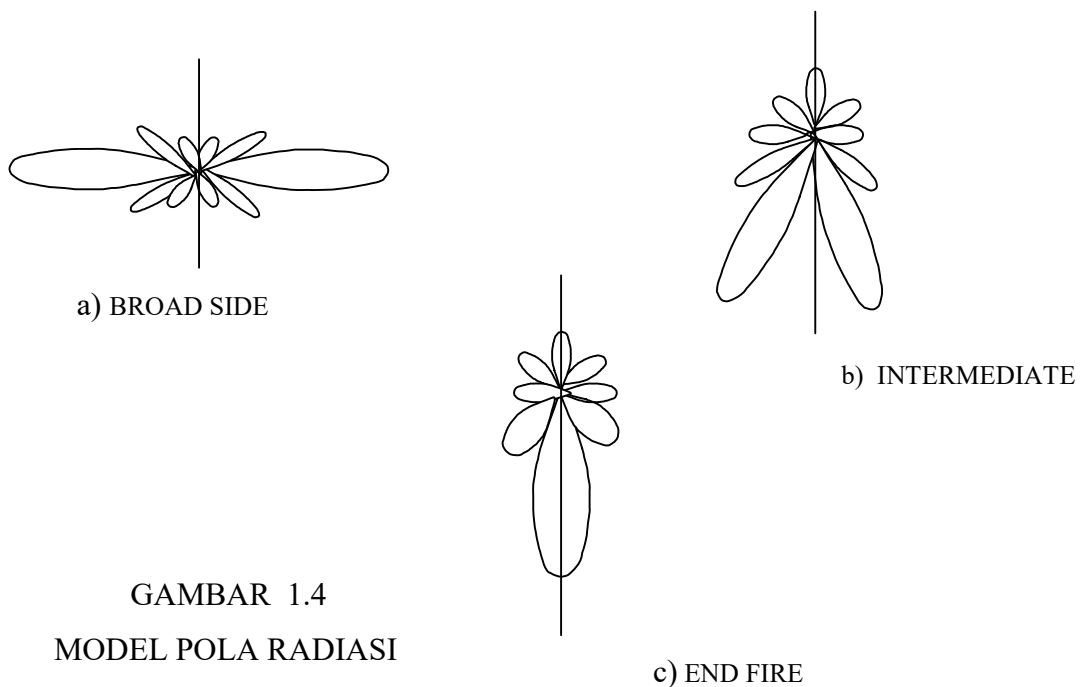
1.3.2 Half Power Beam Width (HPBW)

HPBW adalah sudut dari selisih titik-titik pada setengah pola daya dalam *main lobe*, yang dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut :

$$\text{HPBW} = | \theta_{\text{HPBW left}} - \theta_{\text{HPBW right}} | \quad (1.14)$$

Dengan $\theta_{\text{HPBW left}}$ dan $\theta_{\text{HPBW right}}$: titik-titik pada kiri dan kanan dari *main lobe* dimana pola daya mempunyai harga $\frac{1}{2}$. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 1.3.

Seringkali dibutuhkan antena yang mempunyai pola radiasi *broad side* atau *end fire*. Suatu antena *broad side* adalah antena dimana pancaran utama maksimum dalam arah normal terhadap bidang dimana antena berada. Sedangkan antena *end fire* adalah antena yang pancaran utama maksimum dalam arah paralel terhadap bidang utama dimana antena berada. Namun demikian ada juga antena yang mempunyai pola radiasi di mana arah maksimum *main lobe* berada diantara bentuk *broad side* dan *end fire* yang disebut dengan *intermediate*. Antena yang mempunyai pola radiasi *intermediate* banyak dijumpai pada *phased array antenna*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 1.4.



GAMBAR 1.4
MODEL POLA RADIASI

1.4 DIREKTIVITAS DAN GAIN

Satu gambaran penting dari suatu antenna adalah seberapa besar antenna mampu mengkonsentrasikan energi pada suatu arah yang diinginkan, dibandingkan dengan radiasi pada arah yang lain. Karakteristik dari antenna tersebut dinamakan direktivitas (*directivity*) dan *power gain*. Biasanya power gain dinyatakan relatif terhadap suatu referensi tertentu, seperti sumber isotropis atau dipole $\frac{1}{2} \lambda$.

Intensitas radiasi adalah daya yang diradiasikan pada suatu arah per unitsudut dan mempunyai satuan watt per steradian. Intensitas radiasi, dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$U(\theta, \phi) = \frac{1}{2} \operatorname{Re} (E \times H^*) r^2 = P_r r^2 \quad (1.15)$$

$$U(\theta, \phi) = U_m |F(\theta, \phi)|^2 \quad (1.16)$$

Dimana :

P_r = kerapatan daya

U_m := intensitas maksimum

$|F(\theta, \phi)|^2$ = magnitudo pola medan normalisasi

Intensitas radiasi dari sumber isotropis adalah tetap untuk seluruh ruangan pada suatu harga $U(\theta, \phi)$. Dan untuk sumber non isotropis, intensitas radiasinya tidak tetap pada seluruh ruangan tetapi suatu daya rata-rata per steradian, dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$U_{ave} = \frac{1}{4\pi} \iint U(\theta, \phi) d\Omega = \frac{P_T}{4\pi} \quad (1.17)$$

Dengan :

$$d\Omega = \sin \theta d\theta d\phi$$

P_T : kerapatan daya total

1.4.1 Direktivitas Antena

Directive gain merupakan perbandingan dari intensitas radiasi pada suatu arah tertentu dengan intensitas radiasi rata-rata, yang dinyatakan sebagai berikut :

$$D(\theta, \phi) = \frac{U(\theta, \phi)}{U_{ave}} \quad (1.18)$$

Dimana :

$$U(\theta, \phi) = \text{intensitas radiasi}$$

$$U_{ave} = \text{intensitas radiasi rata-rata}$$

Jika pembilang dan penyebut dibagi dengan r^2 maka akan diperoleh rasio kerapatan daya dengan kerapatan daya rata-rata. Dengan memasukkan persamaan 1.16 dan 1.17 kedalam persamaan 1.18 maka akan diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$D(\theta, \phi) = \frac{U_m}{4\pi \iint_{\Omega_A} F(\theta, \phi) d\Omega} F(\theta, \phi)^2 = \frac{4\pi}{\Omega_A} |F(\theta, \phi)|^2 \quad (1.19)$$

Dengan :

$$\Omega_A = \iint |F(\theta, \phi)|^2 d\Omega \quad (1.20)$$

Sedangkan direktivitas merupakan harga maksimum dari *directive gain*, yang dapat dinyatakan dengan :

$$D = \frac{U_m}{U_{ave}} = \frac{4\pi}{\Omega_1} \quad (1.21)$$

1.4.2 Gain Antena

Ketika antena digunakan pada suatu sistem, biasanya lebih tertarik pada bagaimana efisien suatu antena untuk memindahkan daya yang terdapat pada terminal input menjadi daya radiasi. Untuk menyatakan ini, *power gain* (atau *gain* saja) didefinisikan sebagai 4π kali rasio dari intensitas pada suatu arah dengan daya yang diterima antena, dinyatakan dengan :

$$G(\theta, \phi) = 4\pi \frac{U(\theta, \phi)}{P_m} \quad (1.22)$$

Definisi ini tidak termasuk *losses* yang disebabkan oleh ketidaksesuaian impedansi (*impedance mismatch*) atau polarisasi. Harga maksimum dari *gain* adalah harga maksimum dari intensitas radiasi atau harga maksimum dari persamaan (1.22), sehingga dapat dinyatakan kembali :

$$G = 4\pi \frac{U_m}{P_m} \quad (1.23)$$

Jadi *gain* dapat dinyatakan sebagai suatu fungsi dari θ dan ϕ , dan juga dapat dinyatakan sebagai suatu harga pada suatu arah tertentu. Jika tidak ada arah yang ditentukan dan harga *power gain* tidak dinyatakan sebagai suatu fungsi dari θ dan ϕ , diasumsikan sebagai *gain* maksimum.

Direktivitas dapat ditulis sebagai $D = 4\pi \frac{U_m}{P_r}$, jika dibandingkan dengan persamaan (1.23) maka akan terlihat bahwa perbedaan *gain* maksimum dengan direktivitas hanya terletak pada jumlah daya yang digunakan. Direktivitas dapat menyatakan *gain* suatu antenna jika seluruh daya input menjadi daya radiasi. Dan hal ini tidak mungkin terjadi karena adanya *losses* pada daya input. Bagian daya input (P_{in}) yang tidak muncul sebagai daya radiasi diserap oleh antenna dan struktur yang dekat dengannya. Hal tersebut menimbulkan suatu definisi baru, yaitu yang disebut dengan *efisiensi radiasi*, dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut :

$$e = \frac{P_r}{P_m} \quad (1.24)$$

dengan catatan bahwa harga e diantara nol dan satu ($0 < e < 1$) atau ($0 < e < 100\%$).

Sehingga *gain* maksimum suatu antenna sama dengan direktivitas dikalikan dengan efisiensi dari antenna, yang dapat dinyatakan sebagai berikut :

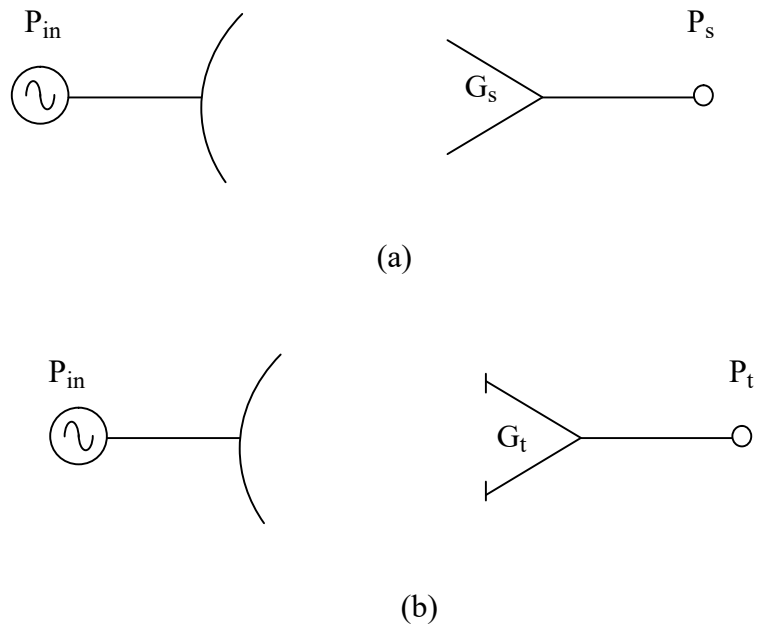
$$G = e D \quad (1.25)$$

Peersamaan di atas adalah persamaan yang secara teoritis bisa digunakan untuk menghitung gain suatu antenna. Namun dalam prakteknya jarang gain antenna dihitung berdasarkan direktivitas (*directivity*) dan efisiensi yang dimilikinya, karena untuk mendapatkan *directivity* antenna memang diperlukan perhitungan yang tidak mudah. Sehingga pada umumnya orang lebih suka menyatakan gain maksimum suatu antenna dengan cara membandingkannya dengan antenna lain yang dianggap sebagai antenna *standard* (dengan metode pengukuran). Salah satu metode pengukuran *power gain* maksimum terlihat seperti pada gambar 1.5. Sebuah antenna sebagai sumber radiasi, dicatu dengan daya tetap oleh *transmitter* sebesar P_{in} . Mula-mula antenna *standard* dengan *power gain* maksimum yang sudah diketahui (G_s) digunakan sebagai antenna penerima seperti terlihat pada gambar 1.5a. Kedua antenna ini kemudian saling diarahkan sedemikian sehingga diperoleh daya *output* P_s yang maksimum pada antenna penerima. Selanjutnya dalam posisi yang sama antenna *standard* diganti dengan antenna yang hendak dicari *power gain*-nya, sebagaimana terlihat pada gambar 1.5b. Dalam posisi ini antenna penerima harus mempunyai polarisasi yang sama dengan antenna *standard* dan selanjutnya diarahkan sedemikian rupa agar diperoleh daya *out put* P_t yang maksimum. Apabila pada antenna *standard* sudah diketahui *gain* maksimumnya, maka dari pengukuran di atas *gain* maksimum antenna yang dicari dapat dihitung dengan :

$$G_t = \frac{P_t}{P_s} G_s \quad (1.26)$$

Atau jika dinyatakan dalam *decibel* adalah :

$$G_t (dB) = P_t (dB) - P_s (dB) + G_s (dB) \quad (1.27)$$



GAMBAR 1.5
METODE PENGUKURAN GAIN ANTENA DENGAN ANTENA
STANDARD

- (a) PENGUKURAN DAYA OUTPUT YANG DITERIMA OLEH ANTENA STANDARD (P_s)
- (b) PENGUKURAN DAYA OUTPUT YANG DITERIMA OLEH ANTENA YANG DI TEST (P_t)

1.5 IMPEDANSI ANTENA

Impedansi input suatu antena adalah impedansi pada terminalnya. Impedansi input akan dipengaruhi oleh antena-antena lain atau obyek-obyek yang dekat dengannya. Untuk mempermudah dalam pembahasan diasumsikan antena terisolasi.

Impedansi antena terdiri dari bagian riil dan imajiner, yang dapat dinyatakan dengan :

$$Z_{in} = R_{in} + j X_{in} \tag{1.29}$$

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

$$P_{in} = \frac{1}{2} R |I_{in}|^2 \quad (1.30)$$

Dimana :

$$I_{in} : \text{ arus pada terminal input}$$

Faktor $\frac{1}{2}$ muncul karena arus didefinisikan sebagai harga puncak. Daya disipasi dapat diuraikan menjadi daya rugi *ohmic* dan daya rugi radiasi, yang dapat ditulis dengan :

$$P_{in} = P_{ohmic} + P_r \quad (1.31)$$

Dimana :

$$P_r : \frac{1}{2} R_{in} |I_{in}|^2$$

$$P_{ohmic} = \frac{1}{2} R_{ohmic} |I_{in}|^2$$

Sehingga definisi resistansi radiasi dan resistansi ohmic suatu antenna pada terminal input adalah :

$$R_{in} = \frac{2P_r}{|P_m|^2} \quad (1.32a)$$

$$R_{ohmic} = \frac{2(P_m - P_r)}{|P_m|^2} \quad (1.32b)$$

Resistansi radiasi merupakan relatif terhadap arus pada setiap titik antenna. Biasanya digunakan arus maksimum, dengan kata lain arus yang digunakan pada persamaan 1.30 adalah arus maksimum. Sifat ini sangat mirip dengan impedansi beban pada teori rangkaian. Antena dengan dimensi kecil secara listrik

mempunyai reaktansi input besar, sebagai contoh dipole kecil mempunyai reaktansi kapasitif dan loop kecil mempunyai reaktansi induktif,

Untuk memaksimalkan perpindahan daya dari antena ke penerima, maka impedansi antena haruslah *conjugate match* (besarnya resistansi dan reaktansi sama tetap berlawanan tanda). Jika hal ini tidak terpenuhi maka akan terjadi pemanulan energi yang dipancarkan atau diterima, sesuai dengan persamaan sebagai berikut :

$$\Gamma_L = \frac{e_1^-}{e_1^+} = \frac{Z_1 - Z_m}{Z_1 + Z_m} \quad (1.33)$$

Dengan :

$$\begin{aligned} e_1^- &= \text{tegangan pantul} & Z_L &= \text{impedansi beban} \\ e_1^+ &= \text{tegangan datang} & Z_{in} &= \text{impedansi input} \end{aligned}$$

Sedangkan *Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)*, dinyatakan sebagai berikut :

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (1.34)$$

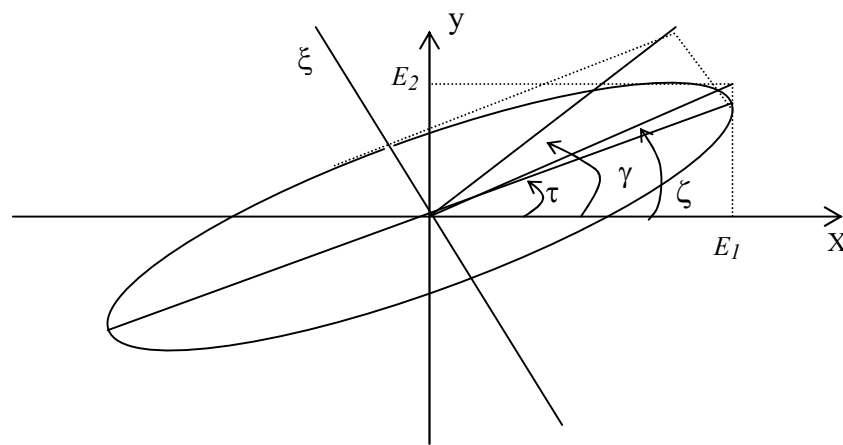
Dalam prakteknya *VSWR* harus bernilai lebih kecil dari 2 (dua).

1.6 POLARISASI ANTENA

Polarisasi antena didefinisikan sebagai arah vektor medan listrik yang diradiasikan oleh antena pada arah propagasi. Jika jalur dari vektor medan listrik maju dan kembali pada suatu garis lurus dikatakan berpolarisasi *linier*. sebagai contoh medan listrik dari dipole ideal.

Jika vektor medan listrik konstan dalam panjang tetapi berputar disekitar jalur lingkaran, dikatakan *berpolarisasi lingkaran*. Frekuensi putaran radian adalah ω dan terjadi satu dari dua arah perputaran. Jika vektornya berputar berlawanan arah jarum jam dinamakan polarisasi tangan kanan (*right hand polarize*) dan yang searah jarum jam dinamakan polarisasi tangan kiri (*left hand polarize*). Suatu gelombang yang berpolarisasi elip untuk tangan kanan dan tangan kiri.

Secara umum polarisasi berupa polarisasi ellips, seperti pada gambar 1.7 dengan suatu sistem sumbu referensi. Gelombang yang menghasilkan polarisasi ellip adalah gelombang berjalan sepanjang sumbu z yang perputarannya dapat ke kiri dan ke kanan, dan vektor medan listrik sesaatnya e mempunyai arah komponen e_x dan e_y sepanjang sumbu x dan sumbu y. Harga puncak dari komponen-komponen tersebut adalah E_1 dan E_2 .



GAMBAR 1.7
POLARISASI ELLIPS SECARA UMUM

Sudut γ menyatakan harga relatif dari E_1 dan E_2 , dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\gamma = \arctan \left| \frac{E_1}{E_2} \right| \quad (1.35)$$

Sudut kemiringan ellips τ adalah sudut antara sumbu x dengan sudut utama ellips. δ adalah fase, dimana komponen y mendahului komponen x. Jika komponennya sefase ($\delta = 0$), maka vektor akan berpolarisasi linier.

Orientasi dari polarisasi linier tergantung tergantung harga relatif dari E_1 dan E_2 , jika :

$E_1 = 0$ maka terjadi polarisasi linier vertikal

$E_2 = 0$ maka terjadi polarisasi linier horisontal

$E_1 = E_2$ maka terjadi polarisasi linier membentuk sudut 45°

Untuk memaksimalkan sinyal yang diterima, maka polarisasi antena penerima haruslah sama dengan polarisasi antena pemancar. Dan kadang terjadi antara antena penerima dan pemancar berpolarisasi berbeda. Hal ini akan mengurangi intensitas sinyal yang diterima.

Sebuah antena dapat memancarkan energi dengan polarisasi yang tidak diinginkan, yang disebut polarisasi silang (*cross polarized*). Polarisasi silang ini menimbulkan *side lobe* yang mengurangi *gain*. Untuk antena polarisasi linier, polarisasi silang tegak lurus dengan polarisasi yang diinginkan dan untuk antena polarisasi lingkaran, polarisasi silang berlawanan dengan arah perputarannya yang diinginkan. Ini biasa yang disebut dengan deviasi dari polarisasi lingkaran sempurna, yang mengakibatkan polarisasinya berubah menjadi polarisasi ellips.

Pada umumnya karakteristik polarisasi sebuah antena relatif konstan pada *main lobe*. Tetapi polarisasi beberapa *minor lobe* berbeda jauh dengan polarisasi *main lobe*.

1.7 Bandwidth Antena

Pemakaian sebuah antena dalam sistem pemancar atau penerima selalu dibatasi oleh daerah frekuensi kerjanya. Pada range frekuensi kerja tersebut antena dituntut harus dapat bekerja dengan efektif agar dapat menerima atau memancarkan gelombang pada band frekuensi tertentu. Pengertian harus dapat bekerja dengan efektif adalah bahwa distribusi arus dan impedansi dari antena pada range frekuensi tersebut benar-benar belum banyak mengalami perubahan yang berarti. Sehingga pola radiasi yang sudah direncanakan serta VSWR yang dihasilkannya masih belum keluar dari batas yang diijinkan. Daerah frekuensi kerja dimana antena masih dapat bekerja dengan baik dinamakan *bandwidth*

antenna. Suatu misal sebuah antena bekerja pada frekuensi tengah sebesar f_c , namun ia juga masih dapat bekerja dengan baik pada frekuensi f_1 (di bawah f_c) sampai dengan f_2 (di atas f_c), maka lebar *bandwidth* dari antena tersebut adalah ($f_2 - f_1$). Tetapi apabila dinyatakan dalam prosen, maka *bandwidth* antena tersebut adalah :

$$BW = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100 \% \quad (1.36)$$

Bandwidth yang dinyatakan dalam prosen seperti ini biasanya digunakan untuk menyatakan *bandwidth* antena-antena yang memiliki *band* sempit (*narrow band*). Sedangkan untuk *band* yang lebar (*broad band*) biasanya digunakan defnisi rasio antara batas frekuensi atas dengan frekuensi bawah.

$$BW = \frac{f_2}{f_1} \quad (1.37)$$

Suatu antena digolongkan sebagai antena *broad band* apabila impedansi dan pola radiasi dari antena itu tidak mengalami perubahan yang berarti untuk $f_2 / f_1 > 1$. Batasan yang digunakan untuk mendapatkan f_2 dan f_1 adalah ditentukan oleh harga $VSWR = 1$.

Bandwidth antena sangat dipengaruhi oleh luas penampang konduktor yang digunakan serta susunan fisiknya (bentuk geometrinya). Misalnya pada antena dipole, ia akan mempunyai *bandwidth* yang semakin lebar apabila penampang konduktor yang digunakannya semakin besar. Demikian pula pada antena yang mempunyai susunan fisik yang berubah secara *smoth*, biasanya iapun akan menghasilkan pola radiasi dan impedansi input yang berubah secara *smoth* terhadap perubahan frekuensi (misalnya pada antena *biconical*, *log periodic*, dan sebagainya). Selain daripada itu, pada jenis antena gelombang berjalan (*tavelling wave*) ternyata ditemukan lebih lebar range frekuensi kerjanya daripada antena resonan.

DAFTAR PUSTAKA

John D. Krous, *Antenas, McGraw-Hill Book Company*, 1988.