BAB II

DASAR TEORI

2.1 Standard WiFi IEEE 802.11

IEEE 802.11 adalah serangkaian spesifikasi kendali akses medium dan lapisan fisik untuk mengimplementasikan komunikasi komputer *wireless local area network* di frekuensi 2.4, 3.6, 5, dan 60 GHz. Mereka diciptakan dan dioperasikan oleh Institute of Electrical and Electronics Engineers. Versi dasar dirilis tahun 1997 dan telah melalui serangkaian pembaruan dan menyediakan dasar bagi produk jaringan nirkabel Wi-Fi.

Wi-Fi dirancang berdasarkan spesifikasi IEEE 802.11. Sekarang ini ada empat variasi dari 802.11, yaitu sesuai table berikut[7] :

Tabel 2.1 Spesifikasi WiFi

Spesifikasi	Kecepatan	Frekuensi Band	Bandwidth	Cocok dengan
802.11b	11 Mb/s	~2.4 GHz	22 MHz	b
802.11a	54 Mb/s	~5 GHz	22 MHz	a
802.11g	54 Mb/s	~2.4 GHz	55 MHz	b, g
802.11n	100 Mb/s	~2.4 GHz	64 MHz	b, g, n

Jenis WiFi yang paling luas dalam pasaran USA saat ini (berdasarkan dalam IEEE 802.11b/g) beroperasi pada 2.400 MHz sampai 2.483,50 MHz. Dengan begitu mengijinkan operasi dalam 11 channel (masing-masing 5 MHz), berpusat di frekuensi berikut:

1. Channel 1 – 2,412 MHz
2. Channel 2 – 2,417 MHz
3. Channel 3 – 2,422 MHz
4. Channel 4 – 2,427 MHz
5. Channel 5 – 2,432 MHz
6. Channel 6 – 2,437 MHz
7. Channel 7 – 2,442 MHz
8. Channel 8 – 2,447 MHz
9. Channel 9 – 2,452 MHz
10. Channel 10 – 2,457 MHz
11. Channel 11 – 2,462 MHz

2.2 Definisi Antena

Beberapa definisi tersirat mengenai Antena yang dicantumkan dalam beberap buku Antena :

1) IEEE std 145-1975 (Balanis, 1982)

   Antena adalah sesuatu pemancaran dan penerimaan gelombang radio

2) Balanis (Balanis, 1982)

   Antena adalah struktur transisi antara ruang bebas dan sesuatu alat pemandu

3) Webster’s Dictionary (Balanis, 1982)

   Antena adalah tongkat-logam atau kawat untuk pemancaran atau penerimaan gelombang radio

Berdasarkan definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa antena dapat berfungsi sebagai penerima maupun pemancar yang merupakan medium perantara antara gelombang terpandu dengan gelombang bebas. Gelombang terpandu adalah

gelombang dengan sedikit rugi-rugi dalam saluran transmisi, sedangkan gelombang ruang hampa adalah gelombang yang dipancarkan ke ruang bebas sehingga membentuk lapisan-lapisan. Gelombang terpandu yang mengalir sepanjang saluran transmisi, diradiasikan menjadi gelombang ruang hampa. Daerah transisi antara gelombang terpandu dan gelombang ruang hampa dapat disebut antena.

2.3 Parameter Antena

2.3.1 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 bagain real dan imajiner, yang dapat dinyatakan sebagai berikut[2] :

$$Z_{in} = R_{in} + j X_{in} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \ (2.20)$$

Resistansi input (R_{in}) menyatakan tahanan disipasi. Daya dapat terdisipasi melalui dua cara, yaitu karena panas pada struktur antena yang berkaitan dengan perangkat keras dan daya yang meninggalkan antena dan tidak kembali (teradiasi). Reaktansi *input* (X_{in}) menyatakan daya yang tersimpan pada medan dekat dari antena. Disipasi daya rata-rata pada antena dapat dinyatakan sebagai berikut[2] :

$$P_{in} = \frac{1}{2} R \,|\, I_{in} \,|^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \ (2.21)$$

Dimana :

I_{in} : arus pada terminal *input*

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

$$P_{in} = P_{ohmic} + P_r \quad \text{.....(2.22)}$$

Dimana :

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

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

Sehingga definisi resistansi radiasi dan resistansi *ohmic* suatu antena pada terminal *input* adalah sebagai berikut[2] :

$$R_{in} = \frac{2P_r}{\left|P_m\right|^2} \text{.....(2.23a)}$$

$$R_{ohmic} = \frac{2\left(P_m - P_r\right)}{\left|P_m\right|^2} \text{.....(2.23b)}$$

Resistansi radiasi merupakan relatif terhadap arus pada setiap titik antena. Biasanya digunakan arus maksimum, dengan kata lain arus yang digunakan pada persamaan 2.22 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 memaksimumkan 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, sesaui dengan persamaan sebagai berikut[3] :

$$\Gamma_L = \frac{e_1^-}{e_1^+} = \frac{Z_1 - Z_m}{Z_1 + Z_m} \quad \text{..... (2.24)}$$

Dengan :

e^-_L = tegangan pantul Z_L = impedansi beban

e^+_L = tegangan datang Z_{in} = impedansi *input*

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

$$VSWR = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} \quad \text{..... (2.25)}$$

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

2.3.2 Bandwidth Antena

Pemakaian sebuah antena dalam sistem pemacar 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 antena.* 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 ($f_1 - f_2$). Tetapi apabila dinyatakan dalam prosen, maka *bandwidth* antena tersebut adalah sebagai berikut[3] :

$$BW = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \ x\ 100\ \% \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.27)$$

Bandwidth yang dinyatakan dalam prosen seperti ini biasanya digunakan untuk menyatakan *bandwidth* antena-antena yang memliki *band* sempit (*narrow band*). Sedangkan untuk *band* yang lebar (*broad band*) biasanya digunakan definsi rasio antara batas frekuensi atas dengan frekuensi bawah[3].

$$BW = \frac{f_2}{f_1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.28)$$

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*)

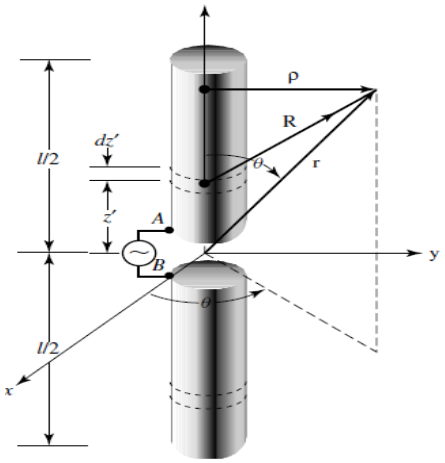
ternyata ditemukan lebih lebar *range* frekuensi kerjanya daripada antena resonan.

2.4 Antena Dipole $\frac{1}{2}\lambda$

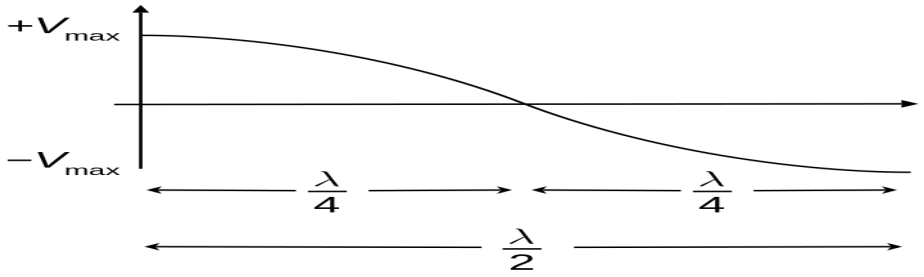
2.4.1 Defenisi Antena Dipole $\frac{1}{2}\lambda$

Antena dipole $\frac{1}{2}\lambda$ atau yang biasa dikenal dengan antena dipole tunggal adalah suatu antena resonan yang mempunyai panjang total nominal $\frac{1}{2}\lambda$ pada frekuensi pembawa. Dasar dari antena ini adalah mendapatkan catu ditengah *(center fed)* dan setiap leg panjangnya $\frac{1}{4}\lambda$. Tegangan minimum ada dititik catu dan tegangan maksimum ada diujung terluar.

Arus maksimum ada dititik catu dan arus minimum diujung dipole. Kedua posisi tegangan dan arus itu menghasilkan posisi impedansi minimumnya berada di *center feed* dan diujung terluar dipole terletak impedansi tertingginya. Artinya dengan menggeser sedikit demi sedikit *feedpoint* kearah luar kita akan mendapatkan peningkatan impedansi meninggi secara bertahap. Seperti yang terlihat pada gambar 2.2 berikut[2]:



Gambar 2.1 Pusat catuan antena dipole ½ λ



Gambar 2.2 Distribusi tegangan sesaat di sebuah antena dipole dari total panjang λ / 2

2.4.2 Perhitungan Antena Dipole $\frac{1}{2}\lambda$

Panjang gelombang λ didapat dari rumus:

$$\lambda = \frac{c}{f} \qquad \text{..... (2.30)}$$

Dimana: λ = panjang gelombang (cm)

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

fc = frekuensi tengah antena (Hz)

Penentuan panjang dipole :

$$L = k.\lambda \qquad \text{..... (2.31)}$$

Dimana: L = panjang dipole (cm)

k = factor kecepatan tembaga (0.95)

λ = panjang gelombang (cm)

Penentuan Gap dipole:

$$G = (1 - k)\lambda \qquad \text{..... (2.32)}$$

Dimana: G = Gap Maximum

k = factor kecepatan tembaga

λ = panjang gelombang

Directivity untuk antena dipole didapat berdasarkan rumus berikut[2]:

$$D = \frac{4\pi}{\Omega A} = 2.15dB = 1.64 \quad \text{... (2.33)}$$

Gain antena dipole didapat berdasarkan:

$$Gain = e\ D \quad \text{.. (2.34)}$$

Dimana *e (k)* = efisiensi

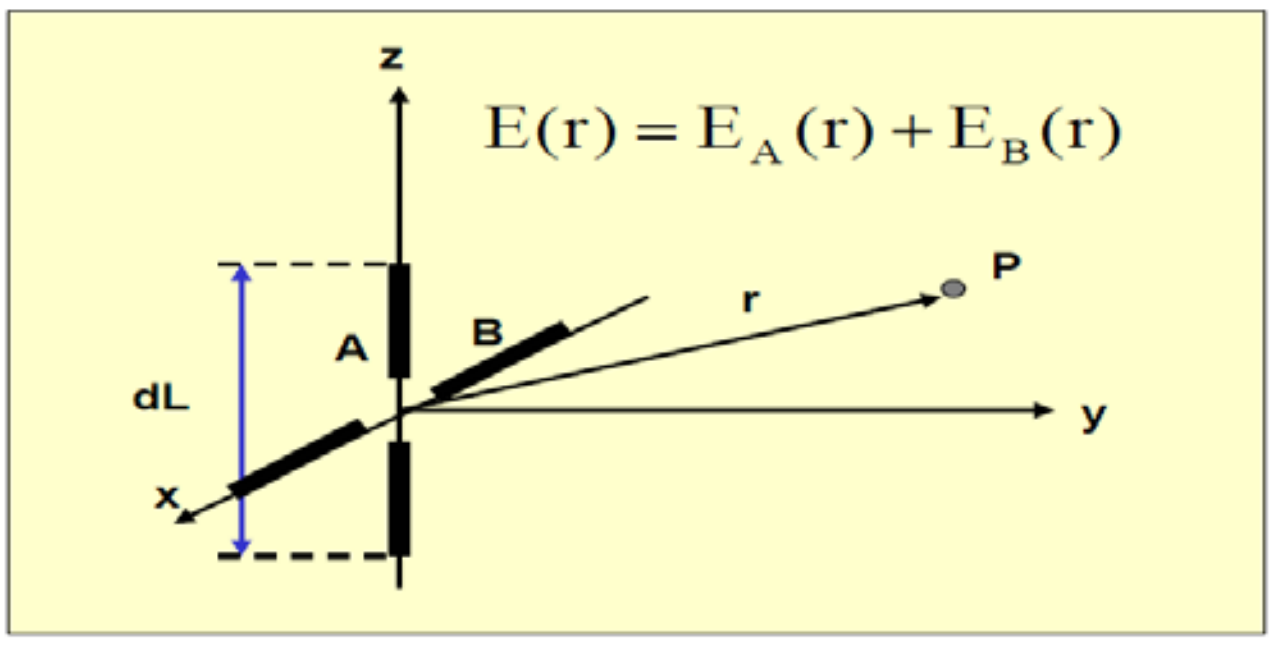
Impedansi Antena dipole adalah:

$$Zd = Rd + jXd \quad \text{.. (2.35)}$$

2.5 Antena Dipole Silang

2.5.1 Definisi Antena Dipole Silang

Antena Dipole Silang adalah antena yang terdiri dari 2 buah dipole yang disusun menyilang dan dicatu dengan *amplitude* yang sama tetapi berbeda fasa 90°[1].



$$\mathbf{I}_0 = \mathbf{I}_z = j\mathbf{I}_x$$

Gambar 2.3 Antena Dipole Silang

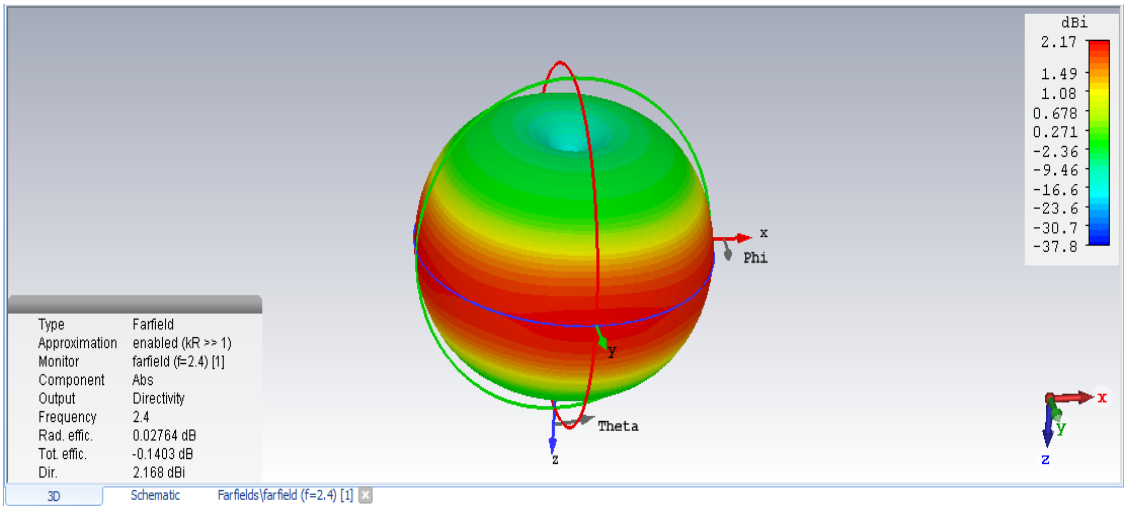
Rumus medan E antena Dipole Silang yaitu sebagai berikut[2]:

$$E_A(r) = j\frac{\beta\eta}{4\pi}\frac{e^{-j\beta r}}{r} I_z.dl.\sin\theta.\hat{a}_\theta$$

$$E_B(r) = j\frac{\beta\eta}{4\pi}\frac{e^{-j\beta r}}{r} I_x.dl.\left(-\cos\theta\cos\phi.\hat{a}_\theta + \sin\phi.\hat{a}_\phi\right)$$

2.5.2 Pola Radiasi Antena Dipole Silang

Pola radiasi antena Dipole Silang secara umum sama dengan pola radiasi antena dipole yaitu *omnidirectional* hanya saja yang membedakannya terletak pada *gain* antena Dipole Silang lebih besar dari pada antena dipole. Pola radiasi antena Dipole Silang dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.4 Pola Radiasi Antena Dipole Silang 3D

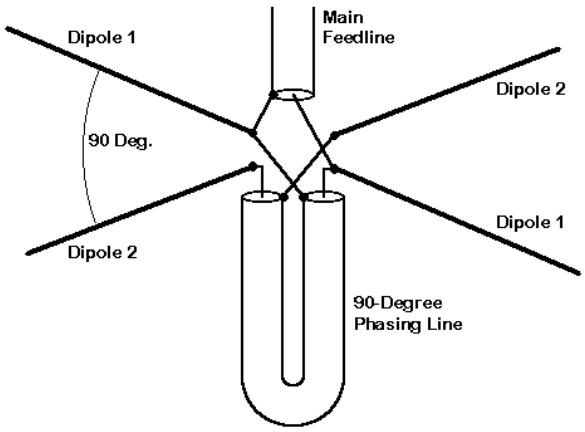
2.6 Metode Kombinasi Matching Impedansi dan Sektorisasi

Metode kombinasi ini adalah sebuah metode yang digunakan untuk mengintegerasikan dan mengkombinasikan dari perancangan matching impedansi dengan *reflector*, sehingga menghasilkan suatu pola. Dimana pola tersebut menghasilkan polaradiasi sektorisasi dari sebuah antena. Dimana penggunaan matching impedansi yang dipakai adalah impedansi balun ½ λ yang diharapkan

bisa menghasilkan *transfer* daya maksimum. Serta untuk memberikan pengcoveran ke segala arah maka dilakukan metode sektorisasi agar pancaran sebuah pemancar bisa mengcover 360°.

2.6.1 Matching Impedansi

Sesuai dengan pengertian antena Dipole Silang yang sudah dibahas sebelumnya bahwa antena Dipole Silang merupakan antena dipole yang disilangkan dan memiliki beda fasa 90°. Dalam realisasinya antena Dipole Silang memiliki balun ½ λ sebagai pembeda fasa 90°. Dimana panjang balun adalah 6 cm untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut[2]:



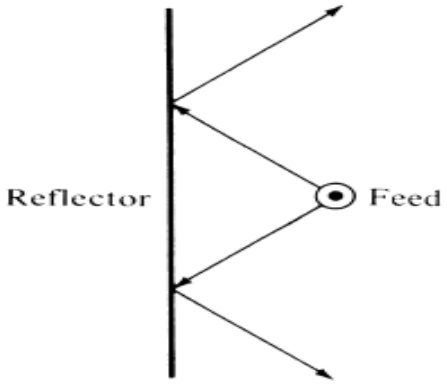
Gambar 2.5 Pemasangan balun pada antena Dipole Silang

Dari gambar diatas terlihat bahwa penempatan balun terletak pada 1 buah dipole yang nantinya akan disilangkan dengan dipole yang lain, sehingga hal ini menyebabkan dipole 1 memiliki kecepatan melewatkan gelombang yang lebih dahulu dibandingkan dengan dipole 2 sehingga keterlambatan diantara kedua gelombang dilakukan pendekatan yang memiliki perbedaan 90 derajat.

2.6.2 Reflektor Antena

Antena reflektor adalah antena yang sering digunakan sebagai pelengkap antena utama. Karakteristik antena reflektor dapat digunakan untuk tujuan mengubah diagram arah, menaikkan *gain*. Jenis antena reflektor antara lain reflektor *plane*, *corner*, dan parabola.

Dalam Tugas Akhir ini akan digunakan reflektor jenis *plane* berbahan tembaga untuk meningkatkan *gain* antena serta efesiensi.



Gambar 2.6 Reflektor Antena

2.6.3 Efisiensi Antena Dilihat Dari Bahan

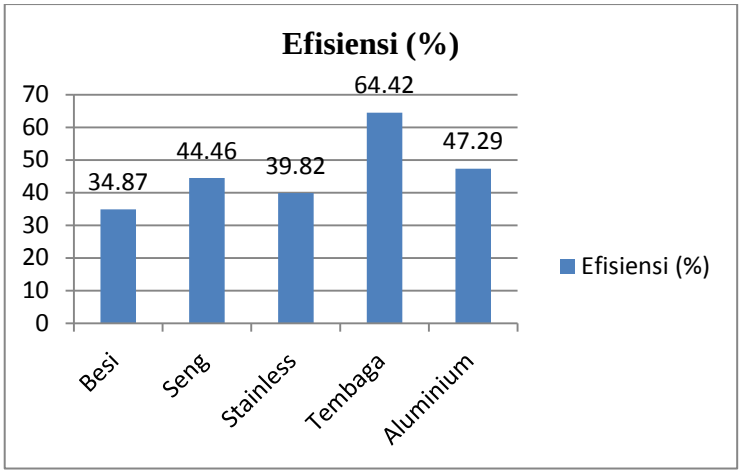
Efisiensi adalah rasio perbandingan antara kemampuan antena menyalurkan daya secara maksimum terhadap intensitas radiasi maksimum sebagai fungsi arah dan sudut terhadap daya total. Efisiensi antena dapat dihitung dengan persamaan[9].

$$e = \frac{G}{D} \times 100\%$$

Tabel 2.2 Efisiensi pada Antena *Dipole*

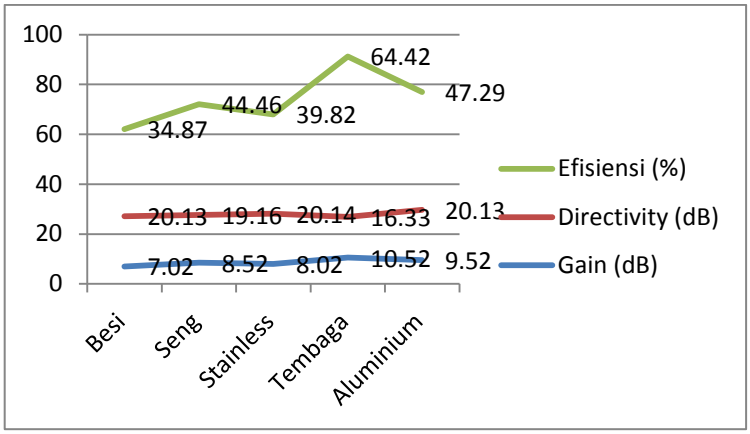
Bahan Reflektor	*Gain* (dB)	Directivity (dB)	Efisiensi (%)
Besi	7,02	20,13	34,87
Seng	8,52	19,16	44,46
Stainless	8,02	20,14	39,82
Tembaga	10,52	16,33	64,42
Aluminium	9,52	20,13	47,29

jenis bahan *reflektor* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dan hasilnya diberikan oleh tabel 2.2 dan ditampilkan pada gambar 2.8.



Gambar 2.7 Grafik hasil perhitungan efisiensi `

Pada gambar 2.7 diketahui bahwa harga efisiensi pada ke-5 bahan reflektor antena secara berturut-turut adalah antena dari bahan reflektor tembaga dengan nilai 64,42%, reflektor dari bahan aluminium dengan nilai 47,29%, reflektor dari bahan seng dengan nilai 44,46%, reflektor dari bahan *stainless* dengan nilai 39,82% dan reflektor dari bahan besi dengan nilai 34,87%,



Gambar 2.8 Grafik hasil pengukuran *gain*,direktivitas serta efisiensi

Efisiensi antena terbaik adalah 64,47% dari bahan reflektor tembaga dan yang terendah dari bahan reflektor besi dengan nilai 34,87%. Hasil ini memperlihatkan bahwa efisiensi ante-na yang besar diperoleh dari antena yang memiliki *gain* yang besar dan direktivitas yang kecil, hal ini dapat diperlihatkan seperti pada grafik gambar 2.8.

Demikianlah hasil pembahasan tentang efisiensi yang telah di uraikan pada bab ini, untuk selanjutnya dijadikan sebagai acuan untuk pembahasan pada bab selanjutnya.

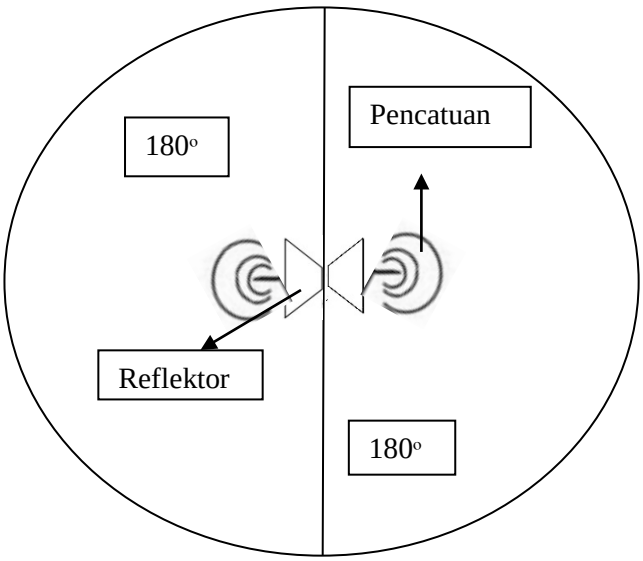
2.6.4 Sektorisasi

Sektorisasi kadang kala di sebut dengan Antena *Patch Panel* pada dasarnya tidak berbeda jauh dengan antena omni. Biasanya digunakan untuk *Access Point* bagi sambungan *Point-to-Multi-Point* (P2MP). Umumnya Sektorisasi mempunyai polarisasi vertikal, beberapa diantaranya juga mempunyai polarisasi horizontal.

Sektorisasi umumnya mempunyai penguatan lebih tinggi dari antena omni . Tingginya penguatan pada antena sektoral biasanya di kompensasi dengan lebar pola radiasi yang sempit 45-180 derajat. Jelas daerah yang dapat di servis menjadi

lebih sempit. Secara umum radiasi antena lebih banyak ke muka antena, tidak banyak radiasi di belakang antena sektoral.

Antena reflektor adalah antena yang sering digunakan sebagai pelengkap antena utama. Karakteristik antena reflektor dapat digunakan untuk tujuan mengubah diagram arah, menaikkan *gain*, dan memperbesar *front to back ratio*. Dalam Tugas Akhir ini akan digunakan reflektor jenis bidang datar berbahan tembaga untuk meningkatkan *gain* antena dan efesiensi. Konsep antena reflektor bidang datar adalah pencerminan antena terhadap bidang datar.



Gambar 2.9 Sektorisasi Antena 180o