

BAB II

TEORI DASAR ANTENA

2.1. Parameter Dasar Antena.

Antena didefinisikan sebagai suatu peralatan yang berfungsi untuk memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik terbimbing pada ruang bebas. Antena berfungsi pula memperkuat sinyal yang dipancarkan / diterima tersebut. Parameter dasar antena terdiri dari :

a. Pola radiasi antena.

Pola radiasi antena adalah suatu tampilan grafik arah kuat medan dari suatu antena sebagai fungsi dari koordinat ruang.

b. Gain Antena.

Perbandingan daya yang dipancarkan persatuan sudut dengan daya rata-rata yang dipancarkan.

c. Bandwidth antena.

Bandwidth suatu antena adalah besarnya lebar bidang frekuensi dimana antena masih dapat bekerja dengan baik.

d. Beamwidth (Lebar berkas antena).

Lebar berkas dari suatu antena didefinisikan sebagai besarnya lebar sudut maksimum dari pola radiasi dari suatu antena yang diukur dari sudut -3dB .

2.2. Macam dan jenis antena.

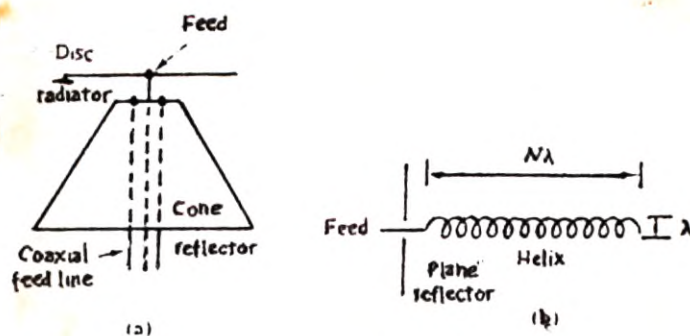
Dalam sistem telekomunikasi, untuk memancarkan gelombang elektromagnetik antara pemancar dan penerima diperlukan suatu antena. Bentuk dan jenis antena yang digunakan tergantung pada frekuensi kerjanya. Berikut ini diuraikan beberapa macam dan jenis antena yang digunakan dalam sistem komunikasi.

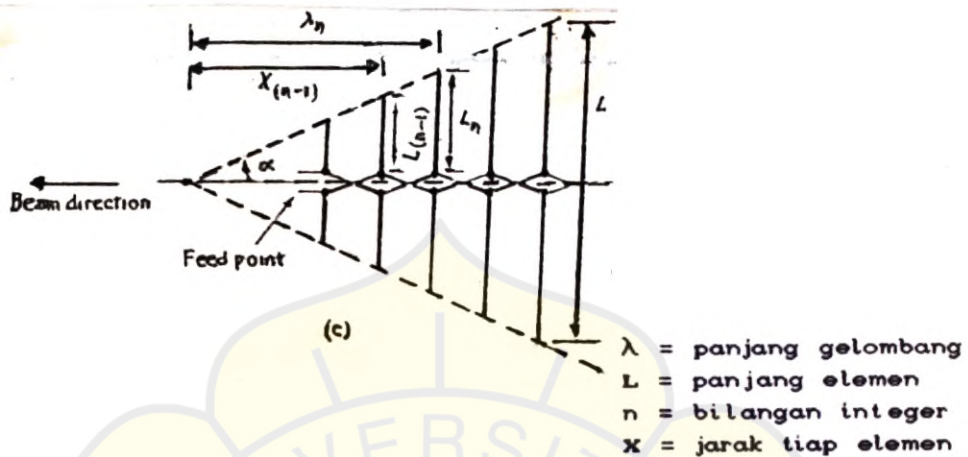
2.2.1 Antena untuk frekuensi VHF-UHF.

Antena jenis ini bekerja pada frekuensi 30-300 MHz untuk VHF dan frekuensi 300-3000 MHz untuk UHF. Sistem antena ini banyak digunakan pada sistem komunikasi point to point dan juga dipakai untuk antena televisi terutama pada jenis antena yagi. Berikut ini contoh jenis antena VHF-UHF yang dapat dilihat dari bentuk dibawah ini :

a. Antena Omni directional disccone.

Antena ini dibuat dengan pola radiasi omni directional pada bidang horizontal, dimana rapat daya disemua sudut arah sama. Jenis antena ini dapat kita lihat pada gambar berikut :





Gbr. 2. 1. Antena UHF-VHF.

- a. Discone Omnidirectional
- b. Helix
- c. Log Periodic Dipole

b. Antena Helix.

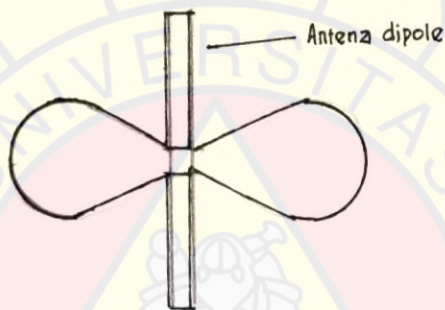
Antena helix ini banyak digunakan untuk hubungan radio dari satelit yang mana memiliki polarisasi horizontal untuk gelombang mikro. Polarisasi antena ini kadang kala bergulir dari vertikal ke horizontal. Antena helix memiliki sifat mendekati antena jalur lebar sehingga untuk membuatnya tidak terlalu sulit.

c. Log Periodic Dipole.

Antena ini hampir sama dengan yagi, banyak digunakan untuk penerima siaran TV, dengan memiliki bentuk radiasi yang bidirectional, antena ini mempunyai beberapa elemen yang saling menunjang.

d. Antena directional.

Antena ini mempunyai bentuk radiasi directional, karena hanya memiliki satu elemen dipole. Elemen ini boleh dibuat dalam bidang vertikal atau horizontal. Biasanya digunakan dua elemen. Jenis antena ini sering juga disebut antena *array*.



Gbr. 2. 2. Dua Elemen broadside array.

Beberapa dari jenis antena diatas merupakan jenis antena yang sering dijumpai didalam sistem telekomunikasi baik untuk satu arah maupun untuk dua arah. Terutama untuk pelayanan komunikasi udara ke udara dan pelayanan komunikasi darat ke udara.

2.2.2 Antena Gelombang Mikro.

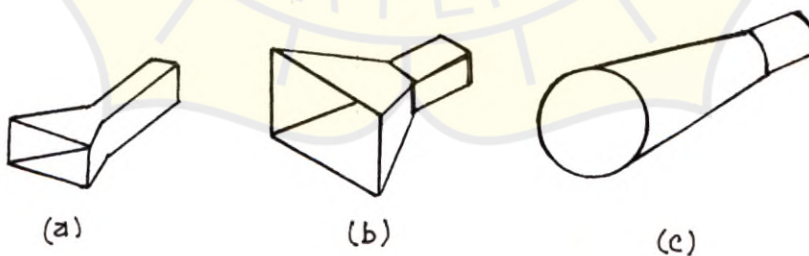
Antena pemancar dan penerima untuk gelombang mikro bekerja pada 1-100 GHz, banyak kita temui untuk sistem

telekomunikasi antara satu titik dengan titik yang lain yang menggunakan repeater. Untuk frekuensi 2 GHz dan frekuensi 13 GHz, perambatan gelombangnya melalui atmosfer udara dengan batas *line of sight* yang diizinkan. Antena jenis gelombang mikro ini dapat kita bedakan dari bentuk dan besarnya frekuensi yang digunakan seperti berikut :

a. H o r n.

Antena jenis horn atau corong/terompet digunakan untuk frekuensi sekitar frekuensi 10 GHz. Panjang elemen antena ini $1/4 \lambda$. Antena ini dapat pula digunakan sebagai elemen penerima pada antena parabola, biasanya corong ini diletakkan pada titik fokus pemantul.

Untuk jenis antena horn atau corong ini banyak kita lihat pada pesawat radio gelombang mikro. Berikut ini ditunjukkan beberapa type antena horn .

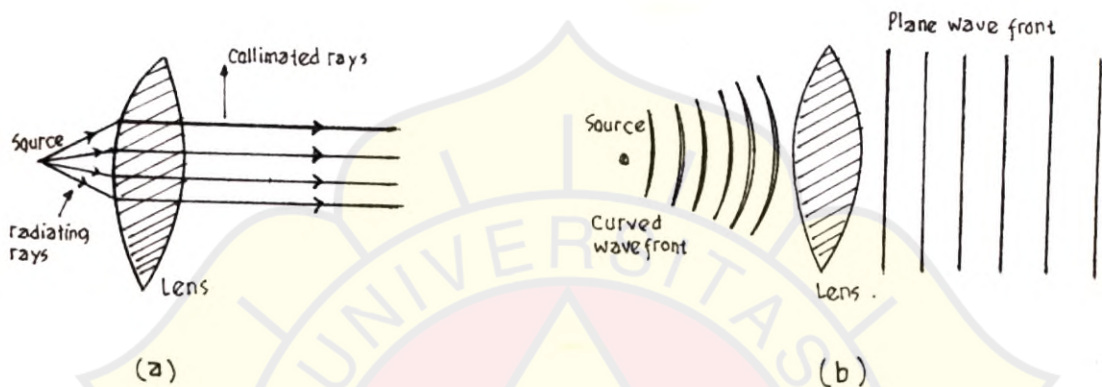


Gbr. 2. 3. Antena Horn

a. Sectoral horn. b. Pyramidal Horn. c. Conical horn.

b. Antena lens dielectric.

Antena ini biasanya terbuat dari bahan polystyrene dan bekerja pada frekuensi dibawah 10 GHz. Ketebalan pada pusat ukuran lens atau kaca yang umum digunakan adalah 6 mm.



Gbr. 2. 4. Penggunaan antena lens.

a. Optic Explanation.

b. Wave front explanation.

c. Antena Parabola.

Antena ini terdiri atas sebuah reflektor berbentuk parabola yang berguna untuk menerima sinyal gelombang mikro yang dipancarkan dari satelit. Antena ini terdiri atas pemantul, feedhorn dan LNA. Bentuk dari penopang feed ada dua jenis yakni, seperti terlihat dalam gambar berikut :



Gbr. 2. 5. Antena Parabola.

- a. Feed ditopang langsung.
- b. Feed ditopang dengan model kaki tiga.

Untuk antena-antena gelombang mikro diatas, antena parabola banyak sekali digunakan untuk penerima televisi saat ini. Untuk mengetahui antena parabola ini akan lebih jelas dilihat pada uraian dihalaman-halaman berikutnya.

2.3. Daya Radiasi Antena.

Antena dapat meradiasikan (memancarkan) perambatan gelombang radio yang berupa gelombang berfrekuensi tinggi. Gelombang tersebut dapat didekati oleh gelombang - gelombang datar, yang bertujuan untuk memperoleh energi yang tak terbatas. Adanya perambatan gelombang yang teradiasi menimbulkan daya radiasi, dimana daya radiasi antena tergantung dari daya input dan penguatan antena, hal ini dapat dilihat dari rumus daya radiasi dibawah ini.

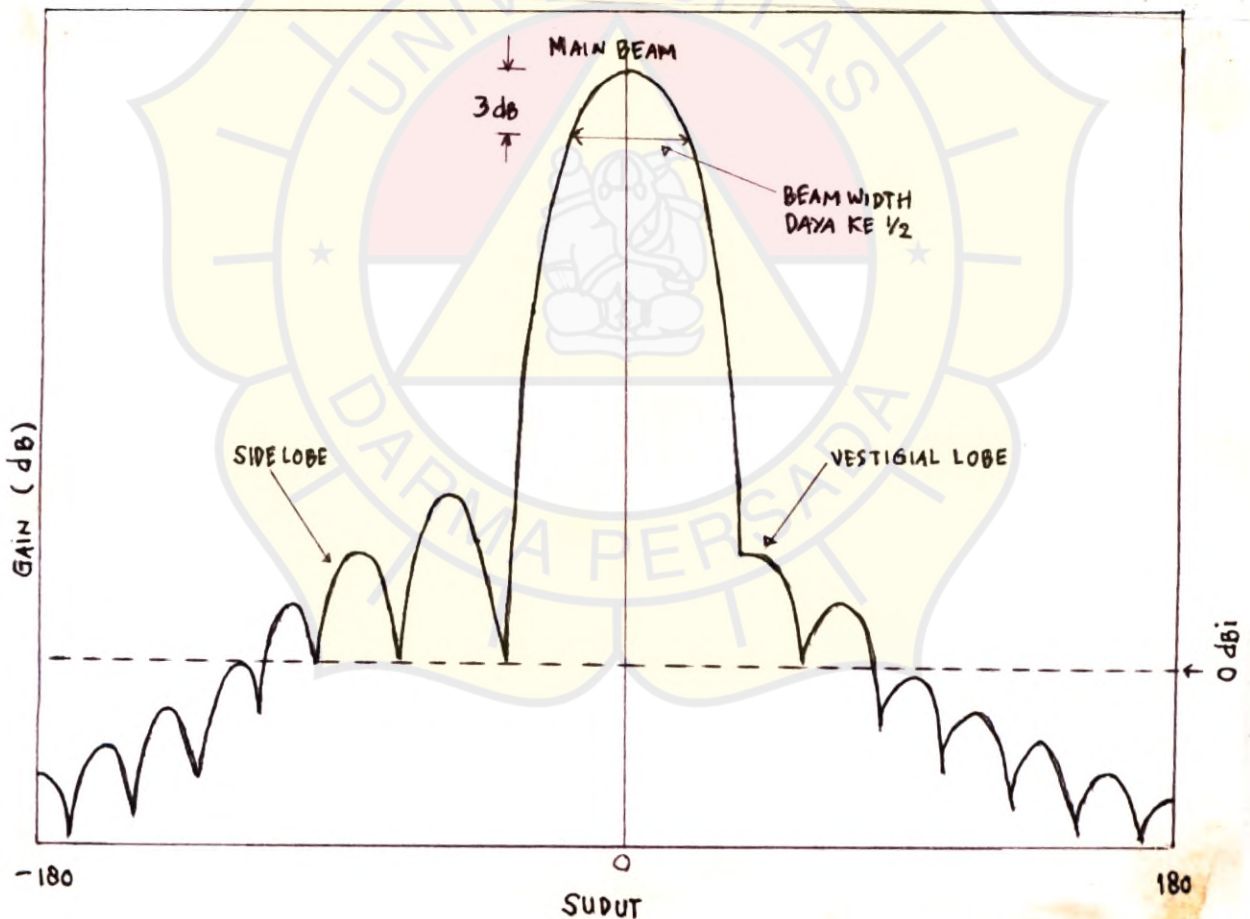
$$P(\theta, \phi) = \frac{P_t G(\theta, \phi)}{4\pi} \dots \dots \dots (2-1)$$

dimana, $P(\theta, \phi)$: Daya yang diradiasikan per satuan sudut

P_t : daya total yang diradiasikan antenna

$G(\theta, \phi)$: gain antenna pada arah sudut (θ, ϕ)

Daya radiasi sebagai fungsi sudut menimbulkan pola-pola radiasi sinyal, pola radiasi sinyal yang ditimbulkan diukur dengan skala dB (desibel). Seperti terlihat pada gambar berikut ini.



Gbr. 2. 6. Pola-pola radiasi sinyal

Pada gambar diatas diperlihatkan karakteristik pola-pola radiasi sinyal antenna . Beamwidth (kelebaran berkas sinyal setengah daya) diperlihatkan pada gambar tersebut, biasanya disebut kelebaran berkas sinyal saja. Pada antenna parabola pola-pola sinyal datang dari permukaan bidang pantulnya. Bila feednya tidak diletakkan pada sumbu parabola akan menimbulkan vestigial lobe, tetapi bila feednya diletakkan pada sumbu parabola menyebabkan side lobe-side lobe (tonjolan-tonjolan samping) akan sama tingginya. Vestigial lobe yang diperlihatkan pada gambar tersebut terjadi apabila tonjolan samping pertama bergabung dengan berkas sinyal utama dan membentuk suatu puncak.

Pengukuran pada puncak daya radiasi untuk memperoleh penguatan antenna. Dalam hal ini penguatan antenna mempengaruhi daya radiasi dan juga kerapatan daya radiasi. Kerapatan daya pada suatu sumber isotropic pada bidang bola dengan radius R adalah :

$$S = \frac{P_t}{4\pi R^2} \text{ W/m}^2 \dots\dots\dots (2-2)$$

Sedangkan pada arah sumbu antenna dengan jarak R adalah :

$$S = \frac{P_t G_t}{4\pi R^2} \text{ watt / m}^2 \dots\dots\dots (2-3)$$

dimana, P_t = daya antenna pancar

G_t = Gain antenna pancar

$P_t.G_t$ = EIRP (Effective Isotropic Radiated Power)



Penguatan antena penerima adalah :

$$Gr = \frac{4\pi Ae}{\lambda^2} \dots\dots\dots (2-4)$$

dimana aperture efektif antena adalah :

$$Ae = \eta \cdot A \dots\dots\dots (2-5)$$

sedangkan A adalah luas aperture antena parabola,

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 \dots\dots\dots (2-6)$$

Sehingga persamaan 2.5 menjadi :

$$Ae = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot \eta \dots\dots\dots (2-7)$$

Kemampuan menyerap dan memancarkan gelombang elektromagnetik dari antena tidak dapat maksimal karena bentuk dan struktur antena tersebut. Hal ini dinyatakan sebagai efisiensi dari antena (η). Besar nilai efisiensi antena parabola dapat dicari dengan menggunakan persamaan :

$$\eta = 2(n + 1) \left[\cot \frac{\Psi}{2} \int_0^{\Psi} \cos^{n/2} \psi \operatorname{tg}(\psi/2) d\psi \right]^2 \dots\dots\dots (2-8)$$

Persamaan 2-8 akan berubah bila nilai n adalah 2, 4, 6 dan 8 maka persamaan 2-8 menjadi :

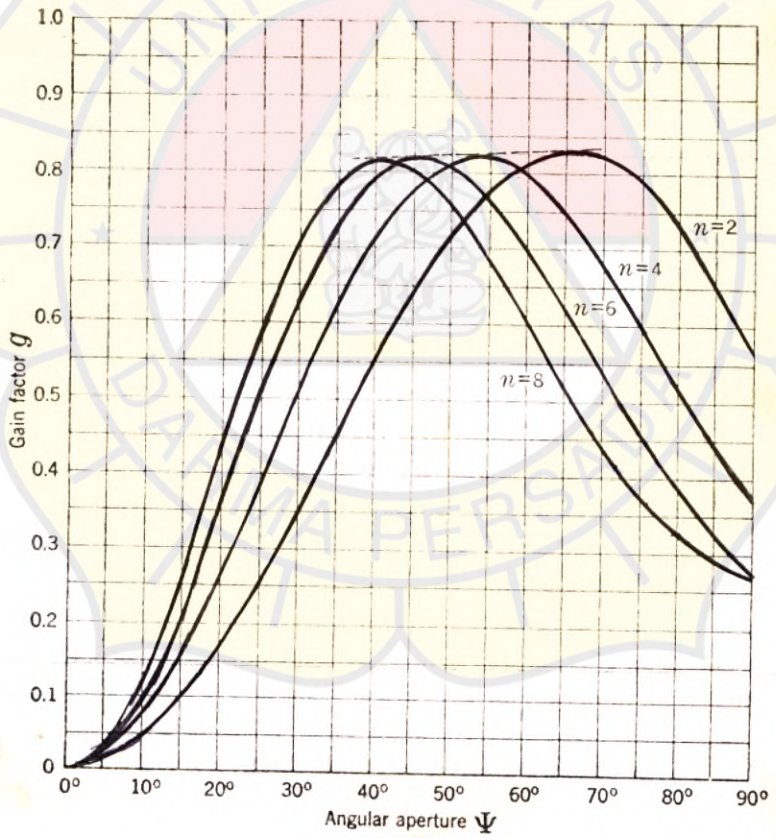
$$\eta_2 = 24 \left(\sin^2 \frac{\Psi}{2} + \ln \cos \frac{\Psi}{2} \right)^2 \cot^2 \frac{\Psi}{2} \dots\dots\dots (2-9)$$

$$\eta_4 = 40 \left(\sin^4 \frac{\Psi}{2} + \ln \cos \frac{\Psi}{2} \right)^2 \cot^2 \frac{\Psi}{2} \dots\dots\dots (2-10)$$

$$\eta_0 = 14 \left[2 \ln \cos \frac{\Psi}{2} + \frac{(1 - \cos \Psi)^3}{9} + \frac{1}{2} \sin^2 \Psi \right]^2 \cot^2 \frac{\Psi}{2} \dots (2-11)$$

$$\eta_0 = 18 \left[\frac{1 - \cos^4 \Psi/2}{4} - 2 \ln \cos \Psi/2 - \frac{(1 - \cos \Psi)^3}{9} - \frac{1}{2} \sin^2 \Psi \right] \cot^2 \frac{\Psi}{2} \dots (2-12)$$

Secara grafik besar nilai efisiensi dari persamaan diatas dapat dilihat pada gambar 2-7 berikut ini.



Gbr. 2. 7. Effsiensi Aperture antena parabola sebagai fungsi dari sudut Ψ

Dengan mengeliminasi persamaan 2-7 ke 2-4 maka diperoleh penguatan antena :

$$Gr = \frac{\pi^2 D^2}{\lambda^2} \eta \dots\dots\dots (2-13)$$

Sehingga daya yang diterima oleh penerima adalah :

$$Pr = S Ae$$

$$Pr = \frac{Pt.Gt}{4 \pi R^2} \frac{Gr.\lambda^2}{4 \pi}$$

$$Pr = \frac{Pt.Gt.Gr.\lambda^2}{(4\pi)^2 R^2} \dots\dots\dots (2-14)$$

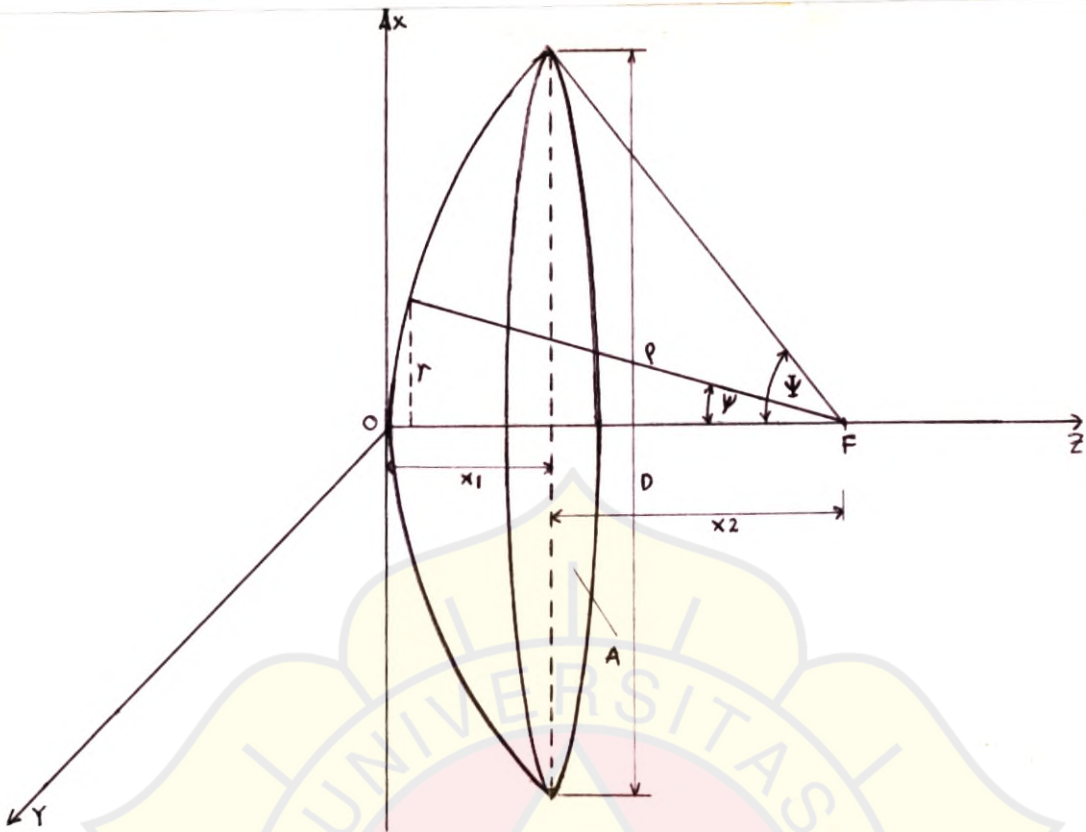
Lebar berkas (Beamwidth) antena parabola dinyatakan dengan rumus :

$$\theta = \frac{70 \lambda}{D} \dots\dots\dots (2-15)$$

dimana D adalah diameter antena dan λ adalah panjang gelombang antena.

2.4. Reflektor Parabola.

Tiap bentuk parabola selalu mempunyai permukaan lengkung dan satu garis lurus tertentu dengan suatu titik awal yang disebut titik api (fokus). Gambar 2.8 dibawah ini ditunjukkan suatu bentuk geometri parabola.



Gbr. 2. 8. Geometri Parabola.

Persamaan suatu parabola dapat kita nyatakan dalam persamaan :

$$X^2 + Y^2 = 4 f Z \dots\dots\dots(2-16)$$

atau :

$$r^2 = 4 f Z \dots\dots\dots(2-17)$$

dimana ,X,Y,Z adalah sistem koordinat rectangular

OF = f = jarak fokus

r = jarak jari-jari dari sumbu OF ketitik (X,Y) pada pemantul

Untuk mengetahui panjang penyaluran gelombang mikro dari fokus ke permukaan bidang pantul dipakai rumus :

$$\rho = \frac{2f}{1 + \cos \psi} = f \sec^2(\psi/2) \dots\dots\dots(2-18)$$

dimana ψ = sudut polar terhadap sumbu Z

lengkungan pemantul dapat ditentukan dari persamaan 2.17 atau di tentukan dari perbandingan f/D . Hubungan antara f/D dan sudut Ψ adalah :

$$\text{Tg } \Psi = \frac{1}{2} \left[\frac{D/f}{1 - D^2/16f^2} \right] \dots\dots\dots (2-19)$$

Untuk mengetahui jarak dari bidang datar mulut terbuka antena parabola ke titik fokus adalah :

$$X_2 = F - D^2/16F \dots\dots\dots (2-20)$$

Dari persamaan 2.20 dan dengan melihat gambar 2.8 maka akan diperoleh kedalaman antena parabola yakni :

$$X_1 = F - X_2 \dots\dots\dots (2-21)$$

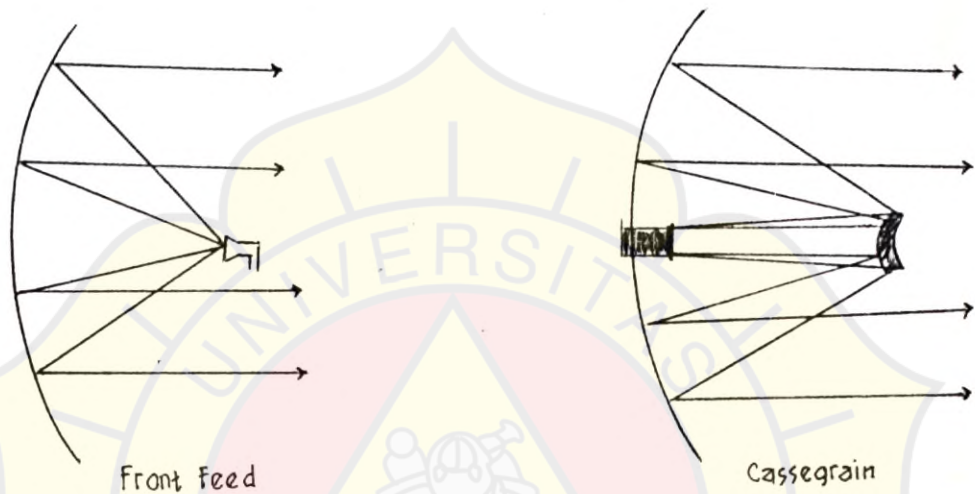
Untuk mencari panjang fokus dapat juga dilakukan dengan persamaan dibawah ini :

$$F = D/4 \cot\left(\frac{\Psi}{2}\right) \dots\dots\dots (2-22)$$

2.5. Antena Parabola Untuk Penerima TV .

Antena parabola untuk penerima TV adalah antena reflektor yang dipergunakan untuk menerima sinyal gelombang mikro yang dipancarkan dari satelit. Sinyal gelombang mikro yang diterima oleh antena parabola adalah sinyal lemah yang berfrekuensi 4 GHz . Sinyal ini sudah termasuk kelas super high frekuensi atau disebut juga jalur C band. Sehingga sinyal tersebut perambatannya berupa garis lurus seperti sifat cahaya yang dinamakan *line of sight*.

Jenis antena parabola untuk penerima TV sering digunakan type front feed pada pemantulan fokus ada juga dipakai bentuk Cassegrain yang biasanya untuk ukuran yang besar. Berikut ini dapat kita lihat jenis antena parabola front feed dan Cassegrain.



Gbr. 2. 9. Bentuk feed antena parabola.

Penggunaan antena parabola untuk menerima sinyal TV langsung dari satelit disebabkan karena antena parabola mempunyai karakteristik :

- a. memiliki daerah liputan yang sangat besar
- b. beroperasi pada frekuensi sekitar 4 GHz dibandingkan dengan yang dimiliki UHF dan VHF yakni 50...850 MHz.
- c. mampu menyediakan lebih banyak kanal/saluran sekaligus.