

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Pada penelitian [9] melakukan simulasi terhadap antenna *offset* yang digunakan untuk komunikasi VSAT. Penelitian yang berfokus pada simulasi radiasi dan crosspolarisasi rendah untuk memenuhi persyaratan CCIR pada radiasi utamanya yaitu tidak kurang dari -35 dB untuk sistem komunikasi satelit. Peneliti menggunakan antenna *Gregorian* berbentuk *offset dual-reflektor* dengan masing-masing diameter 1,2 m, 1,8 m, dan 2,4 meter. Penelitian dimulai dari analisis *feed horn* untuk hitung medan radiasi, kemudian menghitung koefisien ekspansi gelombang, perhitungan arus pada permukaan reflektor, perhitungan medan jauh (*farfield*) pada reflektor, dan pola radius *farfield* pada antenna *offset* antenna *dual-reflektor* yang terpancar dari reflektor utama, sub reflektor dan *feed horn*. Hasil yang diperoleh Hasil yang diperoleh masing-masing antenna pada frekuensi 11,95 GHz dan 14,125 GHz yaitu untuk antenna berukuran 1,2 m dan 1,8 m memiliki nilai radiasi yang sama yaitu -38 dB pada frekuensi 11,95 GHz dan -39 dB pada 14,125 GHz, sedangkan antenna berdiameter 2,4 m memperoleh nilai radiasi -39 dB pada frekuensi 11,95 GHz dan -40 dB di frekuensi 14,125 GHz.

Pada penelitian [10] melakukan penelitian mengenai diameter dan redaman hujan pada frekuensi komunikasi VSAT SCPC yaitu *Ku-Band* dan *C-Band*. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh diameter antenna terhadap kualitas penerimaan komunikasi VSAT dengan frekuensi *Ku-Band* dan *C-Band*. Menggunakan *Matlab* untuk menghitung parameter link budget dan prediksi redaman hujan model ITU-R P.618-5 oleh PT.Telkomsat. Hasilnya diperoleh , pengaruh diameter antenna pada frekuensi *Ku-Band* dengan diameter 3,8 m dan 4,5 memiliki *gain* yang sudah lebih besar dari standar ITU sebesar ≥ 45 dBi. Sedangkan pada uji coba dengan frekuensi *C-Band* pada antenna 3,8 m dan 4,5 m sudah melebihi dari standar ITU yaitu \geq dBi. Pada simulasi terhadap pengaruh redaman hujan dengan curah hujan 15mm/h, diperoleh redaman sebesar 2,5 dB untuk frekuensi *Ku-Band* dan redaman sebesar 0,15 dB untuk frekuensi *C-Band*. Jadi, dapat

disimpulkan bahwa antenna 1 meter yang paling efektif dengan frekuensi *Ku-Band* sebesar Eb/No 10.67 dB, sedangkan frekuensi *C-Band* nilai Eb/No 12,61dB sehingga nilai redaman hujan sangat berpengaruh terhadap jaringan komunikasi dengan frekuensi kerja *Ku-band*.

Pada penelitian [11] penelitian pada objek antenna *offset* yang memiliki *side lobe* (SLL) yang lebih besar sehingga menimbulkan interferensi yang signifikan apabila terdapat antenna lain yang berdekatan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengaplikasikan *positioning strip* pada antenna *offset* reflektor yang telah terbukti metode ini menjadi metode yang sederhana, efisien, dan biaya rendah. Pada simulasi, dilakukan percobaan strip persegi panjang pada jarak -3λ sampai -6λ sehingga diperoleh hasil pengurangan *side lobe* terbesar terjadi pada strip dengan persegi Panjang dengan 0.4λ terjadi penekanan *side lobe* sebesar 15% atau sekitar 4 dB. Hasilnya terbukti penggunaan metode penentuan strip (*strip positioning*) mampu mengurangi *side lobe* yang signifikan pada antenna *offset*.

Pada penelitian [12] oleh penelitian yang menggunakan antenna *offset* karena memiliki penyumbatan (*blockage*) yang rendah dan juga kesederhanaan antenanya. Antena *offset* memiliki polarisasi silang (*cross-polarization*) pada bidang normal dan *cross-polarization* rendah di bidang *offset*. Penelitian ini bertujuan untuk menekan *side lobe* dan *cross-polarization* tanpa mengurangi *gain*. Penelitian ini untuk mencari Teknik untuk menghasilkan *side lobe* yang rendah. Dimulai dari perhitungan geometri antenna *offset* yang terdiri dari diameter reflektor, jarak *offset* terhadap sumbu simetri, dan diameter yang pancaran yang terproyeksi. Hasilnya diperoleh *cross-polarization* mengalami penurunan sudut *feed*, namun *gain* dan *side lobe* perlu dievaluasi untuk meminimalisir kompromi pada kinerja lainnya. Kesimpulannya untuk mengurangi *cross-polarization* dapat menggunakan sudut *feed pointing*, namun nilai *gain* menurun.

Pada penelitian [13] mengenai konsep dan pertimbangan desain antenna *horn*. Penelitian yang berlatar belakang dari pemahaman seluk beluk dan pertimbangan desain antenna *horn* untuk memahami titik perambatan dan titik intersepsi gelombang mikro (RF) karena perlunya kehati-hatian dalam pengaplikasiannya di bidang astronomi yang memiliki sumber yang sangat jauh. Maka, penelitian ini menyoroti pertimbangan desain *horn* yang paling tepat pada

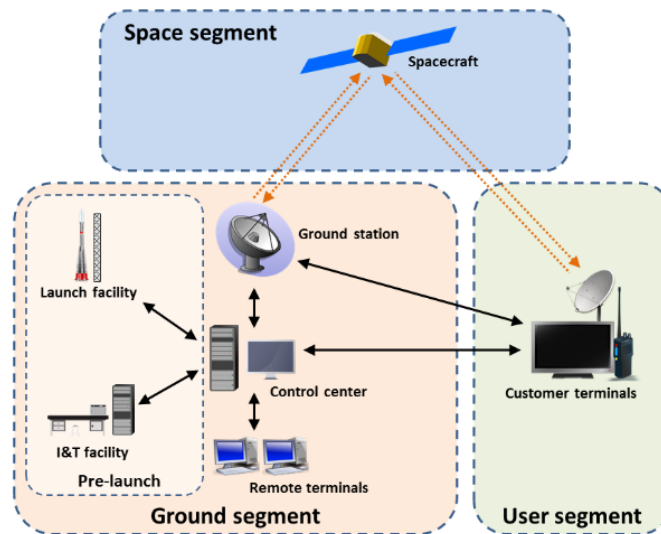
aplikasi astronomi di *L-Band*. Penelitian pada *horn* piramidal dan *horn circular* ini menggunakan formula perhitungannya masing-masing. Diperoleh hasil pada rentang frekuensi 1 GHz – 20 GHz, dimana *horn* yang panjang merupakan *horn* yang. Apapun jenis *waveguide* agar dapat bekerja sesuai dengan frekuensi yang diharapkan, sebaiknya melalui percobaan *frequency cut-off*. Pada *frequency cut-off* rendah *feed horn* tidak akan berfungsi, sebaliknya apabila *feed horn* terjadi *cut-off frequency* tinggi maka *feed horn* akan bekerja. Kesimpulannya pertimbangan pemilihan *feed horn* sangat penting sehingga antenna memiliki pola pancaran yang baik.

2.2 Dasar Teori

Pada konsep komunikasi VSAT (*Very Small Aperture Terminal*) yang sistem komunikasinya menggunakan satelit sebagai media utama. Pada prinsipnya, komunikasi VSAT yaitu digunakan untuk mengirim dan menerima sinyal dari komputer di stasiun bumi yang berfungsi sebagai *hub* sistem. Perangkat yang diperlukan pada komunikasi VSAT terdapat dua unit diantaranya *Outdoor Unit* (ODU) seperti antena, *Low Noise Amplifiers* (LNA), *Solid State Power Amplifier* (SSPA) dan *Indoor Unit* (IDU) seperti modem VSAT [14]. Untuk frekuensi komunikasi VSAT yang digunakan saat ini yaitu frekuensi *Ku-Band* mengingat sumber daya frekuensi yang terbatas[10] Dalam komunikasi VSAT dengan frekuensi *Ku-Band* 12,6 GHz di penelitian menggunakan antena *offset* karena memiliki kelebihan pada konfigurasi mampu mereduksi efek pemblokiran dari *feed horn* sehingga radiasi tidak menyebar. Namun juga memiliki kekurangan yaitu degradasi dalam penekanan *side lobe* dan terjadi *crosspolarization*.

2.2.1 Sistem Komunikasi Satelit

Sistem komunikasi satelit secara umum terdiri dari sebuah satelit yang berfungsi sebagai stasiun pengulang (*repeater*) di angkasa yang berhubungan dengan beberapa stasiun bumi. Sistem komunikasi satelit ini umumnya digunakan untuk daerah yang sulit dijangkau oleh jaringan terestrial. Berikut adalah link komunikasi satelit yang dibagi menjadi 2 segmen:



Gambar 2. 1 Topologi sistem komunikasi satelit [1]

Pada gambar 2.1 merupakan topologi sistem komunikasi satelit yang mampu menjangkau daerah-daerah yang jauh dan dan terpencil dikarenakan cakupannya yang luas sehingga sangat sesuai dengan letak geografis Indonesia. Sistem komunikasi satelit pada dasarnya terdiri dari dua bagian yaitu [1] :

a. *Ground Segment* (Stasiun Bumi / Terminal)

Stasiun bumi bertugas untuk melakukan komunikasi dari dan ke space segment. Stasiun Bumi ini memberikan akses ke pelanggan (*repeater*) satelit dari stasiun Bumi untuk memenuhi kebutuhan komunikasi seperti, siaran televisi, jaringan provider, perusahaan, penanggulangan bencana, hingga layanan web.

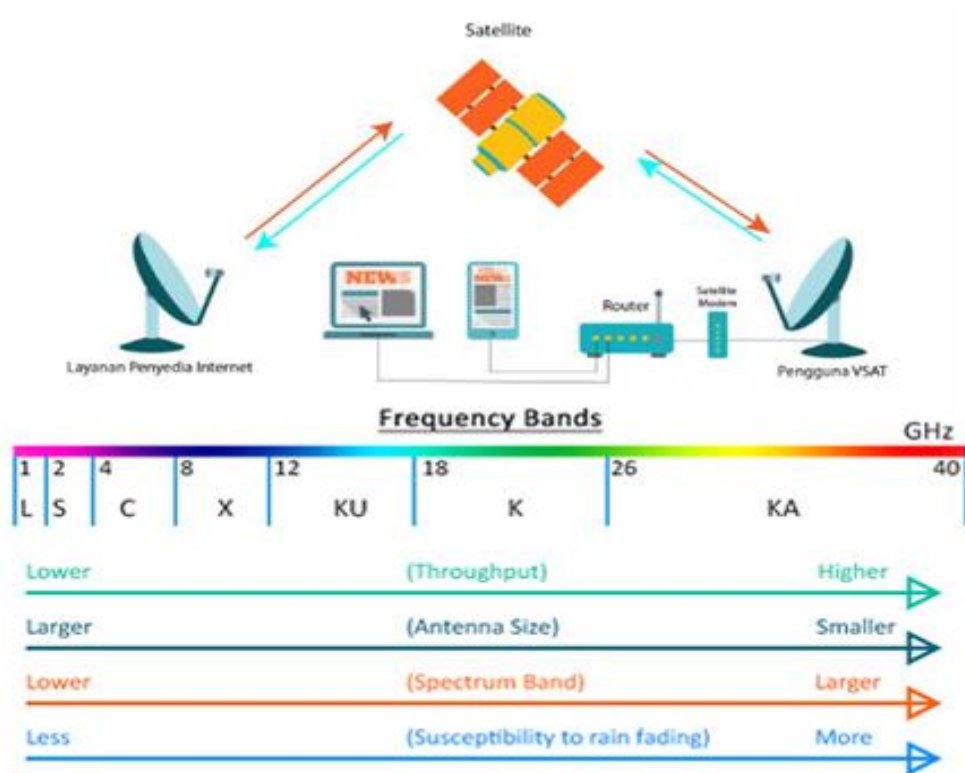
b. *Space Segment* (Satelit)

Bagian komunikasi pada angkasa yang mana penggunaan satelit sebagai *repeater* gelombang yang akan menerima sinyal dari stasiun bumi dengan frekuensi yang diberikan (*uplink*) dan mengembalikannya ke stasiun bumi dengan frekuensi yang berbeda (*downlink*). Satelit akan terus mengorbit bumi tetap pada posisi porosnya yang disebabkan oleh adanya gaya sentripetal yang diimbangi dengan tarikan bumi [15].

2.2.2 VSAT (Very Small Aperture Terminal)

VSAT adalah teknologi komunikasi dari *ground terminal* dengan satelit dengan kepentingan untuk pengiriman dan penerimaan informasi dalam bentuk data, gambar, video, suara, bahkan video. Secara perangkat fisik VSAT merupakan

terminal dengan bentuk parabola berdiameter 0,9 meter hingga 3,8 meter untuk melakukan pengiriman informasi ke satelit, kemudian satelit akan menerima kemudian memantulkannya (sebagai *repeater*) ke *terminal* yang dituju tanpa harus melewati satelit lainnya.



Gambar 2. 2 Topologi jaringan VSAT [1]

Pada gambar 2.2 merupakan perangkat VSAT yang meliputi ODU (*Outdoor Unit*), perangkat yang digunakan yaitu Antena dan Radio Frequency Transmitter. Untuk komunikasi VSAT, antena yang digunakan adalah antena *dish* parabola. Nantinya antena ini yang akan memancarkan atau menerima gelombang radio (RF). Bagian antena yang terdiri dari reflektor dan *feed horn* dengan ukuran yang sebanding dengan kemampuan antena untuk menguatkan sinyal [14]. VSAT banyak dirancang pada rentang frekuensi 6/4 GHz, 14/11-12 GHz, hingga 30/20 GHz, antena yang digunakan bervariasi berdasar regulasi regional atau nasional seperti TIA (*Telecommunications Industry Association*), ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*). Salah satu standar ETSI EN 301 459 atau EN 301 428 menyatakan bahwa *aperture* untuk VSAT tidak boleh melebihi 3,8 m untuk pita 14/11-12 GHz dan 1,8 m untuk pita 30/20 GHz atau diameter setara yang sesuai dalam kasus *aperture* non-segiempat [16].

2.2.3 Band Frekuensi Satelit Frekuensi

Menghubungkan dari kedua *segment* tersebut baik dari sisi *uplink* maupun *downlink* yang dikirimkan dari *ground* terminal ke satelit. Dimana, *frekuensi uplink* merupakan frekuensi yang dikirimkan dari *ground terminal* ke satelit, sedangkan *frekuensi downlink* merupakan frekuensi yang dikirimkan dari satelit ke *ground terminal*[1].

Tabel 2. 1 Pembagian band frekuensi dalam sistem komunikasi satelit [1]

<i>BAND</i>	<i>Uplink</i> (GHz)	<i>Downlink</i> (GHz)	<i>Bandwidth</i> (MHz)
C	5.9 – 6.4	3.7 – 4.2	500
X	7.9 – 8.4	7.25 – 7.75	500
Ku	14.2 – 14.4	12.5 – 12.7	200
Ka	27 – 30	17 – 20	Not Found

Berdasarkan tabel 2.1 dari ketentuan penggunaan frekuensi dan *bandwidth*, dalam penelitian ini menggunakan tipe frekuensi *Ku-Band* dengan rentang frekuensi *uplink* 14.2 – 14.4 GHz dan frekuensi *downlink* 12.5 – 12.7 GHz dengan *bandwidth* 200 MHz..

2.2.4 Antena

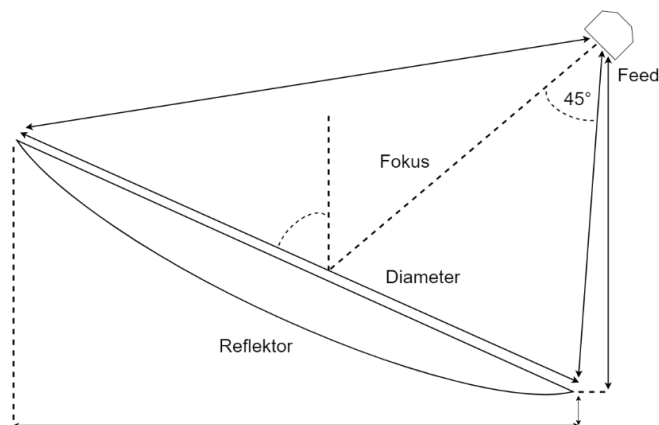
Antena secara umum diklasifikasikan menjadi 3 jenis berdasarkan fungsinya yang meliputi antena pemancar, antena penerima, dan antena repositas. Antena pemancar adalah suatu batang yang bersifat konduktor untuk mengubah arus arus frekuensi radio (RF) menjadi gelombang elektromagnetik dan memancarkannya, antena penerima yaitu merupakan suatu batang yang bersifat konduktor untuk mengubah induksi gelombang elektromagnetik menjadi arus listrik. Sedangkan, antena resiporitas adalah antena yang dapat memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik [17].

Pada komunikasi VSAT, antena adalah perangkat outdoor yang bekerja untuk mengirim dan menerima gelombang radio atau *Radio Frequency* (RF). Antena yang digunakan dalam VSAT yaitu antena *dish* yang berbentuk parabola yang terdiri dari dua komponen utama yaitu *feed horn* dan reflektor yang dibantu dengan penyangga *Feed horn* yang dipasang pada penyangga antena akan

mengarahkan gelombang yang ditransmisikan ke arah reflektor untuk mengumpulkan penguatan dari reflektor tersebut [14]. Dalam komunikasi VSAT menggunakan frekuensi *Ku-Band* yang mampu menampung banyak informasi (kapasitas yang besar) dan untuk antenna yang digunakannya yaitu antenna parabola dengan jenis antenna *offset* dengan ukuran yang relatif lebih kecil diantaranya 1 hingga 2,4 meter [9].

2.2.5 Antena Offset

Antena *offset* merupakan salah satu jenis antenna parabola yang digunakan dalam sistem komunikasi satelit, termasuk VSAT. Antena *offset* memiliki geometri dimana, titik fokus (*feed horn*) diposisikan di luar bidang center parabola, sehingga mengurangi gangguan sinyal yang disebabkan oleh bayangan dari struktur antenna itu sendiri.

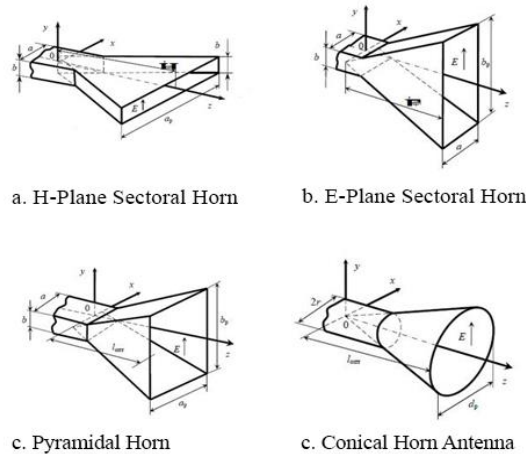


Gambar 2. 3 Geometri dasar antenna offset [18]

Pada gambar 2.3 merupakan geometri antenna *offset* beserta utama yang berperan untuk memncarkan dan menerima *beam* yang terdiri dari *feed* atau pengumpan sinyal, *offset dish* (dalam *degree*), fokus, dan diameter (pada reflektor). Antena *offset* dapat mendukung kinerja frekuensi hingga lebih dari 10 GHz. Antena *offset* memiliki reflektor yang merupakan bagian dari parabola normal reflektor, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3. Bagian *feed*nya tidak terletak di bagian tengah reflektor *offset*nya sehingga tidak ada pancaran yang terhalang oleh *feed horn* dan struktur pendukungnya. Pada aplikasinya, parabola *offset* yang mengarah ke atas menuju satelit, memiliki *feed horn* menunjuk ke arah langit, sedangkan parabola konvensional akan memiliki *feed horn* di atasnya yang menunjuk ke arah

tanah. Struktur perangkat antenna *offset* terdiri dari dua bagian utama yaitu *feed horn* dan reflektor.

2.2.4.1 Antenna Horn (*feed horn*)

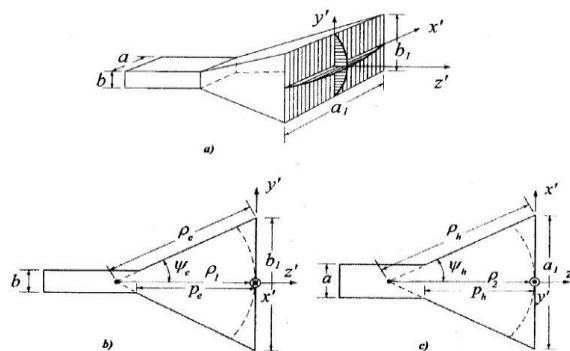


Gambar 2. 4 Jenis-jenis antenna *horn* untuk komunikasi satelit [2]

Antena *horn* pada gambar 2.4 di atas adalah salah satu antena *microwave* yang banyak digunakan sebagai pemancar untuk komunikasi satelit. Mendukung daya total dalam memancarkan gelombang elektromagnetik karena memiliki *gain* yang besar. Memiliki empat jenis antena *horn* diantaranya *H-plane sectoral horn*, *Pyramidal horn*, *E-plane sectoral horn*, dan *Conical Horn Antenna*.

A. Horn Piramidal (*Pyramidal Horn*)

Antena *horn* piramidal (*pyramidal horn*) adalah pengembangan dari antena celah (*antenna aperture*) dengan menggunakan teknologi pemandu gelombang persegi (*rectangle waveguide*) yang memiliki dua arah medan yaitu medan listrik (E) dan medan magnet (H) sehingga membentuk akhirnya menyerupai piramidal.



Gambar 2. 5 Tampilan geometri *feed horn* tipe *pyramida* (a) tampilan tiga dimensi, (b) tampilan dari samping, (c) Tampilan dari atas [19]

Aplikasi antena piramidal seperti pada gambar 2.5 ini diantaranya sebagai elemen penerima untuk radio astronomi, *tracking* satelit, dan sebagai pencatu pada reflektor antena parabola karena memiliki *gain* yang besar. Antena *horn* piramidal yang baik memiliki spesifikasi parameter sebagai berikut [2] :

Tabel 2. 2 Spesifikasi parameter antena *horn* piramidal [2]

Parameter	Nilai
<i>Gain</i>	4 – 10 dBi
<i>Bandwidth</i>	33%
Polarisasi	Linier
Pola radiasi	<i>directional</i>

Untuk merancang antena *feed horn* ini, maka diperlukan perhitungan yang harus dipenuhi oleh geometrinya seperti di gambar 2.7 [14]. Membentuk dimensi piramidal *feed horn* yang terdiri dari mulut *feed horn* yang membentuk pyramid dapat dimulai dari menentukan a_1 dengan persamaan (2.1) dan menentukan b_1 dengan persamaan (2.2) :

$$a_1 = 5.5\lambda \quad (2.1)$$

$$b_1 = 2.75 \quad (2.2)$$

Pada geometri gambar 2.5 terdapat bagian panjang piramid ρ_1 dan ρ_2 yang dengan panjang yang sama digunakan untuk menentukan panjang bidang ρ_e dan ρ_h , nilai dari panjang tersebut digunakan persamaan (2.3) sebagai berikut :

$$\rho_1 = \rho_2 = 6\lambda \quad (2.3)$$

Untuk membentuk geometri-geometri dari antena piramidal *horn* seperti pada gambar 2.7 dapat menggunakan persamaan (2.3) berikut untuk membentuk bagian medan listrik (ρ_e) [19] :

$$\rho_e = (b_1 - b) \sqrt{\left(\frac{\rho_e}{b_1}\right)^2 - \frac{1}{4}} \quad (2.4)$$

Kemudian, untuk membentuk daerah medan magnet (ρ_h) pada bagian piramidal menggunakan persamaan (2.5) [19] :

$$\rho_h = (a_1 - a) \sqrt{\left(\frac{\rho_h}{a_1}\right)^2 - \frac{1}{4}} \quad (2.5)$$

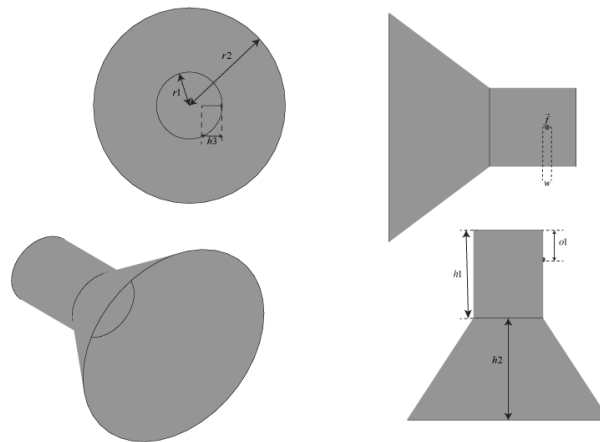
Untuk menentukan *rectangular aperture* pada bagian belakang *horn* menggunakan persamaan (2.6) untuk sisi a dan (2.7) untuk sisi b [19] :

$$a = 0.5\lambda \quad (2.6)$$

$$b = 0.25\lambda \quad (2.7)$$

B. Antena Horn Circular

Antena *horn circular* atau *horn* konikal adalah salah satu jenis antena *aperture feed horn* yang memiliki bentuk lingkaran (*circular*) pada bagian *waveguide*. memiliki bentuk mulut ke arah bidang medan listrik (E) dan bidang magnet (H).



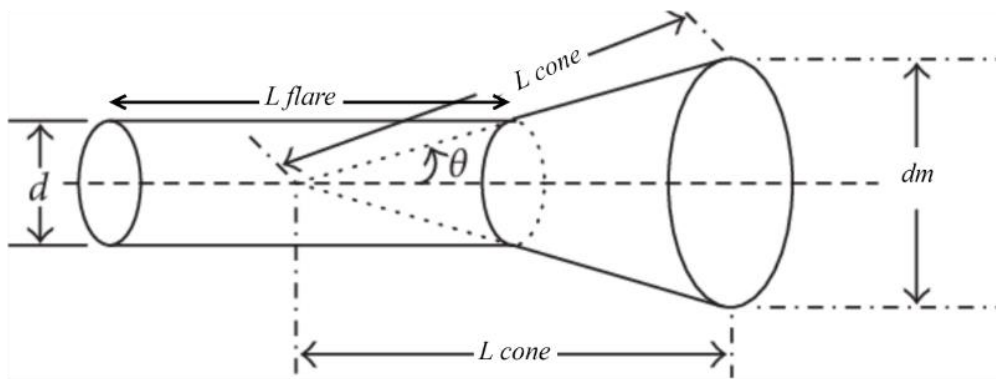
Gambar 2. 6 Tampilan geometri antena *horn circular* [2]

Antena *circular* seperti pada gambar 2.6 memiliki karakteristik yang mirip dengan antena *horn* piramidal, namun memiliki geometri dan yang sangat berbeda sehingga mempengaruhi kinerja dalam mengumpukan gelombang. Berikut merupakan karakteristik antena *circular feed* ditunjukkan pada tabel 2.3 berikut:

Tabel 2. 3 Spesifikasi parameter antena *horn circular* [2]

Parameter	Nilai
Gain	10 – 20 dB
Polarisasi	Linier
Pola radiasi	<i>directional</i>

Penggunaan antena *horn circular* banyak dipilih karena memiliki pola radiasi yang baik terutama pada bagian *side lobe level* yang sangat kecil bahkan mendekati nol sehingga mudah untuk mengatur impedansinya [2]. Untuk menghitung dimensi antena *horn circular* ini dapat menggunakan persamaan:



Gambar 2. 7 Geometri *feed horn circular* [2]

Dari geometri gambar 2.7 di atas dapat dilakukan perhitungan dimensi pada *feed horn circular*. Dimulai dari menghitung bagian kerucut, pada diameternya (d_m) menggunakan persamaan (2.8) [19] sebagai berikut :

$$d_m = \frac{\lambda}{(2 \times \sin\theta)} \quad (2.8)$$

Bagian kerucut (L_{cone}) lainnya, yaitu panjang kerucut, dapat menggunakan persamaan (2.9)[19] sebagai berikut :

$$L_{cone} = \frac{\lambda}{(4 \times \sin\theta)} \quad (2.9)$$

Kemudian, bagian diameter *horn flare* (d) pada bagian *aperture* dapat ditentukan dengan persamaan (2.10) [19] sebagai berikut :

$$d = d_m \times \tan\theta \quad (2.10)$$

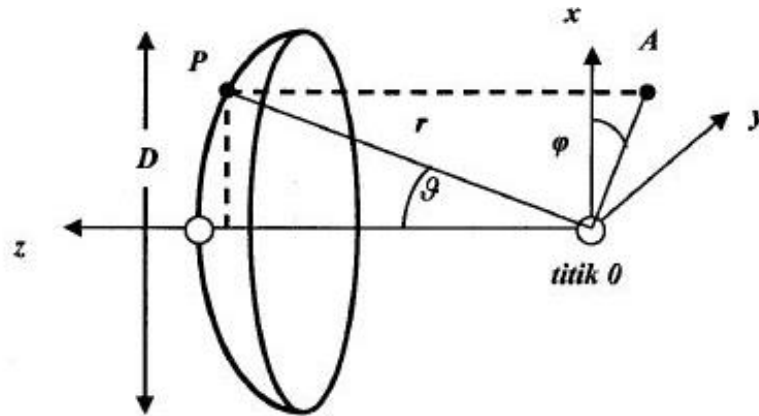
Bagian kerucut (L_{flare}) lainnya, yaitu panjang *aperture*, dapat menggunakan persamaan (2.11)[19] sebagai berikut :

$$L_{flare} = \frac{\lambda}{(4 \times \sin\theta)} \quad (2.11)$$

2.2.4.2 Reflektor dan Geometri *Offset*

A. Reflektor

Reflektor adalah permukaan yang terbuat dari bahan logam berbentuk lingkaran paraboloid, yang mana paraboloid ini merupakan diameter dari reflektor. Paraboloid ini memiliki titik fokus yang berbeda-beda berdasar dari kedalaman dan diameter reflektor [2]. Antena reflektor ini banyak digunakan dalam perealisasiannya untuk mendapatkan *gain* di atas 30 dB. Antena reflektor pada pembahasan ini yaitu antena reflektor yang memiliki *feed* berupa antena *horn* pada pembahasan sebelumnya.

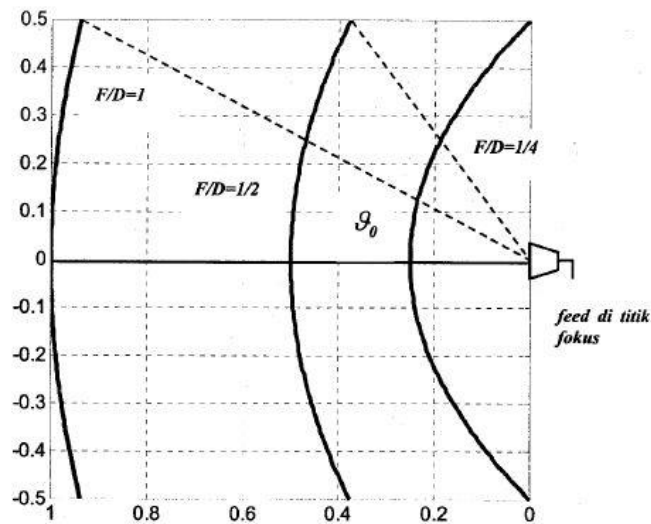


Gambar 2. 8 dimensi dan bagian-bagian reflektor parabola [19]

Pada gambar 2.8 sketsa geometri di atas, didefinisikan jarak dari titik-titik ke bidang sebuah bidang z yaitu titik 0 yang juga sebagai titik fokus (titik 0 bersifat konstan). Menentukan nilai puncak paraboloid, perlu menggunakan titik khusus yang dianggap sebagai titik *apex* (A), maka nilai konstan sama dengan $2F$ (F adalah fokus, jarak dari 0 ke *apex*). Dengan mendefinisikan sudut terbesar ϑ_0 untuk bagian pinggir reflektor (*reflector rim*) Maka, diperoleh persamaan (2.12) awal sebagai berikut [19]:

$$r \cos \vartheta + r = 2F \quad \Rightarrow \quad r_0 = \frac{D/2}{\sin \vartheta_0} = \frac{2F}{1 + \cos \vartheta_0} \quad (2.12)$$

B. Konfigurasi Geometri



Gambar 2. 9 sketsa parabola dengan parameter rasio f/D [19]

Pada gambar 2.9 struktur parabola pada gambar di atas bisa dibatasi dengan mendefinisikan diameter (D). Sehingga, D dan f merupakan dua besaran karakteristik dalam struktur parabola yang seringkali sebuah parabola

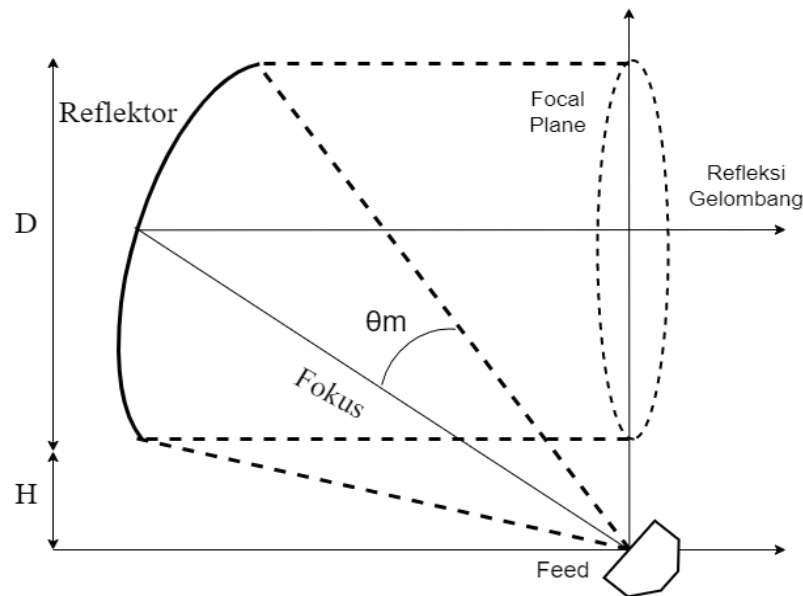
dispesifikasikan dengan diameter (D) dan perbandingan f/D. Pada gambar 2.9 merupakan geometri dalam parabola dengan parameter f/D. Semakin besar nilai perbandingan (rasio f/D) yang digunakan bentuk parabola semakin datar. Pada umumnya penggunaan rasio ini pada rentang 0,2 hingga 0,5 [20]. Dalam penentuan desain reflektor antenna dimulai dengan menggunakan referensi persamaan (2.13), sebagai berikut :

$$\vartheta_0 = 2 \arctan \left(\frac{1}{4f/D} \right) \quad (2.13)$$

Keterangann, ϑ_0 = lebar *beam* yang direfleksi oleh reflektor

Maka, untuk menentukan jarak titik fokus antenna, dapat menggunakan persamaan (2.14) [19] sebagai berikut :

$$F = \frac{D}{4 \tan \left(\frac{\vartheta_0}{2} \right)} \quad (2.14)$$



Gambar 2. 10 Geometri parameter antenna *offset* [4]

Pada gambar 2.10 konfigurasi geometri antenna *offset* mengacu pada desain parabola, yang digunakan dalam sistem komunikasi satelit dan penerima televisi parabola. Antena *offset* dirancang dengan memindahkan *feed* (matahari fokus) dari pusat antenna parabola ke sisi yang berlawanan. Untuk menempatkan posisi sudut *offset-dish* menggunakan persamaan (2.15) [21]:

$$\theta_m = \arctan \left(\frac{F}{Rad} \right) \quad (2.15)$$

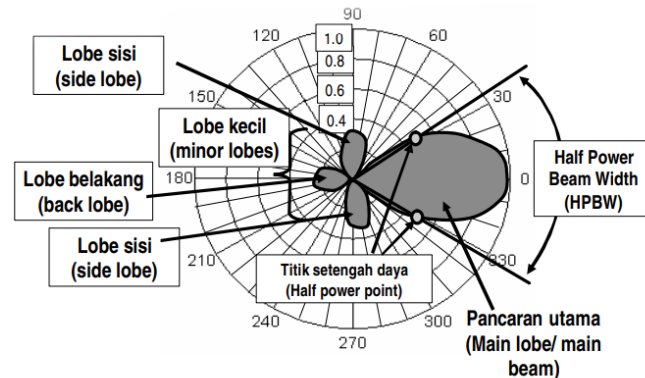
Keterangan, θ = sudut *offset*

F = fokus reflector

R = jari-jari reflektor

2.2.6 Pola Radiasi (*Radiation Pattern*)

Radiation Pattern (Pola Radiasi) atau diagram radiasi adalah gambaran distribusi energy gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh antenna di ruang bebas kemudian diukur pada medan jauhnya (*far-field*) dengan jarak yang konstan menuju ke antenna dengan memvariasikan sudut. atau dapat diartikan juga sebagai representasi dari radiasi (*far-field*) perangkat antenna dengan jarak konstan ke antenna kemudian divariasikan terhadap sudut ϑ dan φ [19].



Gambar 2. 11 pola radiasi (*radiation pattern*) beserta bagian- bagiannya [22]

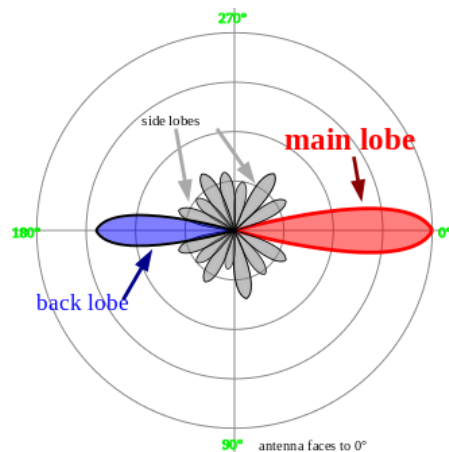
Pada gambar 2.11 di atas merupakan seluruh bagian *radiation pattern* yang dihasilkan dari antenna. Berikut merupakan keterangan gambar *radiation pattern* pada gambar 2.11 sebagai berikut :

1. Beam utama (*main beam*) atau lobe utama (*main lobe*) adalah pancaran utama dari pola radiasi suatu antenna.
2. *Minor lobe* adalah pancaran-pancaran kecil selain pancaran utama dari pola radiasi antenna.
3. *Side lobe* adalah pancaran-pancaran kecil yang dekat dengan pancaran utama dari pola radiasi antenna.
4. Lobe belakang (*back lobe*) adalah pancaran yang letaknya berlawanan dengan pancaran utama dari pola radiasi antenna.
5. Titik setengah daya (*Half power point*) adalah suatu titik pada pancaran utama yang mempunyai nilai daya separoh dari harga maksimumnya.

6. *Half power beam width* (HPBW) adalah lebar sudut yang memisahkan dua titik setengah daya pada pancaran utama dari pola radiasi.
7. *Front to back ratio* adalah perbandingan antara daya maksimum yang dipancarkan pada lobe utama (*main lobe*) dan daya pada arah
8. *Cross polarization ratio* adalah perbandingan antara daya pada saat antenna menerima gelombang dengan polarisasi vertikal dan pada saat menerima dengan polarisasi horizontal [22].

2.2.6 Side Lobe

Dalam antenna VSAT, salah satu masalah yang sering dihadapi adalah keberadaan sinyal yang tidak diinginkan, yang dikenal sebagai *side lobe*. *Side Lobe Level* (SLL) adalah pancaran-pancaran kecil yang dekat dengan pancaran (*main lobe*) yang terdapat di pola radiasi antenna [22]. *Side lobe* dapat menyebabkan interferensi dengan sinyal lain, mengurangi sensitivitas antenna, dan memperburuk rasio sinyal-ke-bising (*Signal-to-Noise Ratio/SNR*) dalam sistem komunikasi satelit. *Side lobe* pada antenna VSAT dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kegagalan dalam desain atau produksi, penggunaan bahan yang buruk, atau kondisi lingkungan seperti cuaca buruk atau interferensi elektromagnetik.



Gambar 2. 12 Side lobe pada bagian pola radiasi [23]

Pada gambar 2.12 merupakan pola radiasi komunikasi VSAT, menunjukkan *beam* dengan warna merah merupakan *main lobe* yang memancar fokus ke arah satelit, sedangkan *beam* berwarna biru merupakan *beam* radiasi yang berlawanan dari *main lobe*, sedangkan bagian warna abu-abu pada bagian samping *main lobe* merupakan *side lobe*, yang mana perlu dilakukan penekanan bagian *side lobe* ini

pada stasiun bumi (*ground terminal*) untuk mengurangi interferensi antara jaringan satelit. Dalam penekanan *side lobe* ini pada akhirnya memungkinkan untuk mengurangi jarak antara satelit walaupun penekanan yang dihasilkan hanya menghasilkan beberapa decibel saja akan memungkinkan pengurangan yang signifikan pada jarak satelit [6].

Untuk mengatasi masalah *side lobe* pada antena VSAT, perlu dilakukan analisis dan perbaikan desain antena, termasuk pengaturan bentuk, ukuran, dan orientasi antena. Persyaratan yang harus dipenuhi apabila sudut ϕ antara 1° atau $(100\lambda/D)$, dan sudut 20° untuk setiap arah yang berada dalam 3° . Apabila sudut yang digunakan lebih besar dari yang sudah disebutkan sebelumnya, menggunakan (Rec.ITU-R S.465-6) dengan persamaan (2.16) atau (2.17).

$$SLL_{dB} = 32 - 25 \log \phi \quad \text{dBi} \quad \text{for } \phi_{min} \leq \phi \leq 48^\circ \quad (2.16)$$

$$SLL_{dB} = -10 \quad \text{dBi} \quad \text{for } 48^\circ \leq \phi \leq 180^\circ \quad (2.17)$$

Keterangan, ϕ = sudut pengukuran

D = Diameter

Persamaan (2.16) digunakan apabila sudut pengujian terhadap *radiation pattern* antena sepnajng sudut ϕ_{min} yaitu 1° atau 2° hingga 48° untuk membatasi *side lobe* dari *main lobe / beam*, kemudian persamaan (2.17) apabila sudut pengujian lebih dari sama dengan 48° hingga 180° , maka secara langsung *side lobe* tidak boleh melebihi batasnya yaitu -10 dBi [24].

2.2.7 Parameter Antena

Salah satu keunggulan sistem telekomunikasi satelit pada VSAT yaitu kemampuan dan kualitas pemancar dan penerimaan antena, diantaranya ialah antena *offset*. Salah satu, karakteristik antena *offset* yang akan dianalisis adalah pola radiasi antena. Pola radiasi yang dihasilkan dari gelombang elektromagnetik di ruang bebas yang dipancarkan dalam bentuk radiasi tertentu dalam medan radiasinya yaitu medan jauh (*far-field*). Pola radiasi dapat berubah-ubah berdasarkan nilai parameter yang ditentukan sebagai variabel [15].

a. Return Loss

Return loss adalah salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui berapa banyak daya yang hilang pada gelombang sehingga tidak kembali sebagai

pantulan. *Return loss* biasa didefinisikan sebagai S_{11} [25]. Persamaan untuk mencari *return loss* menggunakan persamaan (2.18) [19].

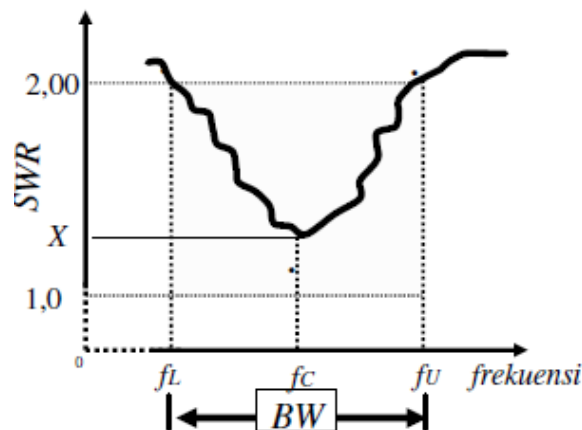
$$return\ loss = 20 \log_{10} |\Gamma| \quad (2.18)$$

Keterangan, Γ = Koefisien refleksi

Penentuan nilai *return loss* pada antenna dengan nilai referensi standar sebesar kurang dari -10 dB, yang mana juga sebagai titik penentuan lebar pita (*bandwidth*) sebagai garis referensi lebar pita (*bandwidth*).

b. Lebar Pita (*Bandwidth*)

Merupakan lebar pita frekuensi antenna yang didefinisikan sebagai interval frekuensi yang digunakan antenna untuk bekerja sesuai dengan spesifikasi yang sudah diberikan [26]. *Bandwidth* juga dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara komponen sinyal frekuensi tinggi dan sinyal frekuensi rendah [2].



Gambar 2. 13 grafik lebar pita (*bandwidth*) [22]

Pada gambar 2.13 di atas *bandwidth* diukur melalui dua titik pada f_u (frekuensi atas) dan f_L (frekuensi bawah) dan terdapat f_c (frekuensi tengah), untuk menentukan *bandwidth* (lebar pita) menggunakan persamaan (2.19) [19].

$$BW = \frac{f_u - f_l}{f_c} \times 100\% \quad (2.19)$$

Keterangan, f_u = frekuensi atas

f_l = frekuensi bawah

f_c = frekuensi tengah

c. Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

VSWR adalah perbandingan amplitude gelombang yang berdiri (*standing wave*) maksimum dengan gelombang berdiri minimumnya. Pada umumnya VSWR

telah dianggap baik apabila nilainya ≤ 2 . VSWR yang baik bernilai 1, berarti tidak terjadi refleksi gelombang ketika saluran dalam keadaan yang *match* sempurna. Menghitung VSWR dapat menggunakan persamaan (2.20) [19] sebagai berikut :

$$VSWR = \frac{v_{|\max|}}{v_{|\min|}} = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} \quad (2.20)$$

Keterangan

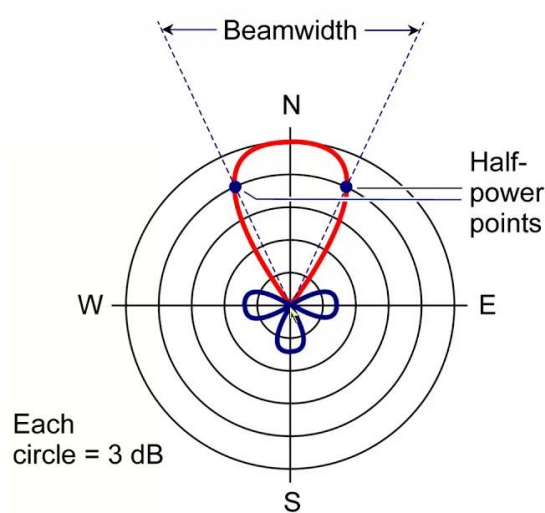
Γ = Koefisien refleksi tegangan

$V_{|\max|}$ = Amplitudo gelombang berdiri maksimum

$V_{|\min|}$ = Amplitudo gelombang berdiri minimum

d. *Beamwidth*

Pada antenna terdapat beberapa *beamwidth* yang mana merupakan pola lebar berkas yang didefinisikan sebagai sudut interval antara dua titik identik yang berlawanan dari pola maksimum. *Beamwidth* antenna yang lebih sempit menunjukkan kemampuan antenna untuk mengarahkan sinyal ke area yang lebih kecil dengan lebih presisi. Sedangkan, *beamwidth* yang lebih lebar menunjukkan kemampuan antenna untuk menangkap sinyal dari area yang lebih luas.



Gambar 2. 14 Bagian *beamwidth* pada pola radiasi [23]

Pada gambar 2.14 bagian beam berwarna merah merupakan *main lobe* untuk pengukuran beamwidth melalui titik *Half Power* (HPBW) menggunakan referensi 3 dB. Pada *beamwidth* nilai penguatan antenna pada sudut sesuai pengarahannya sehingga *gain* akan bernilai setengah dari nilai maksimumnya. Semakin lebar diameter antenna, maka nilai θ_{3dB} akan mengecil maka pemancaran akan semakin fokus. Untuk

menghitung lebar berkas berdasarkan diameter antena yang digunakan menggunakan persamaan (2.21) [27] berikut :

$$\theta_{3dB} = 70 \left(\frac{\lambda}{D} \right) \quad (2.21)$$

Keterangan, λ = panjang gelombang (*lambda*)

D = diameter

e. Pengarahan (*Directivity*)

Direktivitas dapat didefinisikan sebagai kemampuan antena untuk memfokuskan energi pada satu arah atau lebih yang dapat diarahkan pola radiasinya . untuk mengetahui direktivitas dapat menggunakan persamaan (2.22) [28].

$$D = \frac{U}{U_o} = \frac{4\pi U}{P_{rad}} \quad (2.22)$$

Keterangan, D = *Directivity* (dB)

U_{max} = Intensitas radiasi maksimum (*Watt*)

Direktivitas suatu antena dapat diperkirakan dengan menggunakan pola radiasi (*radiation pattern*) pada *gain* yang dihasilkan dari antena. Sudut-sudut pada direktivitas dapat diperhatikan melalui hasil *radiation pattern* salah satunya dengan cara memberi acuan di suatu titik di -3dB pada pola radiasi, lalu menarik sudut pada titik tersebut [2].

f. Penguatan (*Gain*)

Gain atau penguatan merupakan definisi keterarahan dari bentuk dari pola daya yang terpancar untuk dapat masuk ke terminal antena, atau dapat dianalisis sebagai intensitas radiasi maksimum. (2.23) [27]:

$$G_{max} = 20 \log \eta (\pi Df/c)^2 \quad (2.23)$$

Keterangan, G_{max} = *gain* atau penguatan maksimal (dBi)

D = Diameter antena

η = efisiensi antena

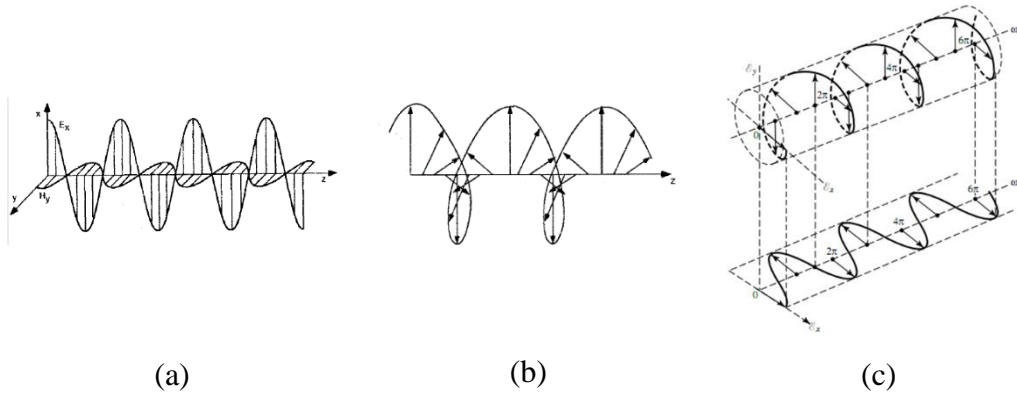
F = frekuensi kerja antena

C = kecepatan gelombang

Pada telekomunikasi dengan sistem gelombang mikro (*microwave*) yang menggunakan antena direksional memiliki *gain* yang sangat tinggi, maka *beam width* akan menurun [19]. *Gain* juga perlu memenuhi referensi pola radiasi yang direkomendasikan ITU (ITU-R SA.2183).

g. Polarisasi

Polarisasi dalam suatu antenna menunjukkan ke arah mana perambatan gelombang listrik.



Gambar 2. 15 Jenis-jenis polarisasi (a) Polarisasi Linier (b) Polarisasi Eliptis (c) Polarisasi Circular

1. Polarisasi Linier

Pada gambar 2.15 (a) polarisasi *linier* karakteristik tidak ada perubahan arah medan listrik dengan waktu sehingga perubahan hanya terjadi pada orientasinya saja (positif-negatif). Pada polarisasi linier karakter vertikal yaitu medan listrik ditunjukkan secara vertikal menunjuk ke arah sumbu x (positif atau negative), sedangkan medan magnet selalu mengarah pada sumbu y (positif negatif).

2. Polarisasi Eliptis

Pada gambar 2.15 (b) polarisasi *ellips* terjadi ketika suatu gelombang yang berubah berdasar waktu di suatu titik ruang yang mempunyai vektor medan listrik/magnet pada titik tersebut dapat ditinjau dari garis lurus yang sama di setiap waktu [30].

3. Polarisasi Circular

Pada gambar 2.15 (c) polarisasi *circular*, polarisasi dapat bergerak searah jarum jam (*right-hand circular* atau RHCP) atau berlawanan arah jarum jam (*left-hand circular* atau LHCP) Polarisasi *circular* adalah medan elektromagnetik yang berputar secara konstan terhadap antenna. Polarisasi sirkuler medan listrik dari gelombang yang lewat tidak mengubah kekuatan tetapi mengubah arah secara melingkar [2].