

Parameter radiasi antena

A. Adya Pramudita & B. Syihabuddin

Catatan Ajar 2, TTH3G3 - Antena dan Propagasi

S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, 2020

Capaian pembelajaran

Peserta mampu menjelaskan karakteristik radiasi antena dengan mendeskripsikan dengan parameter medan antena.

Pola radiasi antenna

Direktivitas dan gain antenna

Pokok
bahasan

Penentuan direktivitas dan
gain antenna

Interpertasi pola radiasi
antenna

Polarisasi antenna

Pola radiasi antena

Definisi pola radiasi antenna

- Pola radiasi merupakan representasi grafis dari karakteristik pancaran antenna ke berbagai arah, dapat pula direpresentasikan dengan fungsi matematis pada koordinat ruang pada fungsi θ dan ϕ pada radius (r) konstan.
- Pola radiasi dapat berupa gambaran 3 dimensi atau 2 dimensi.

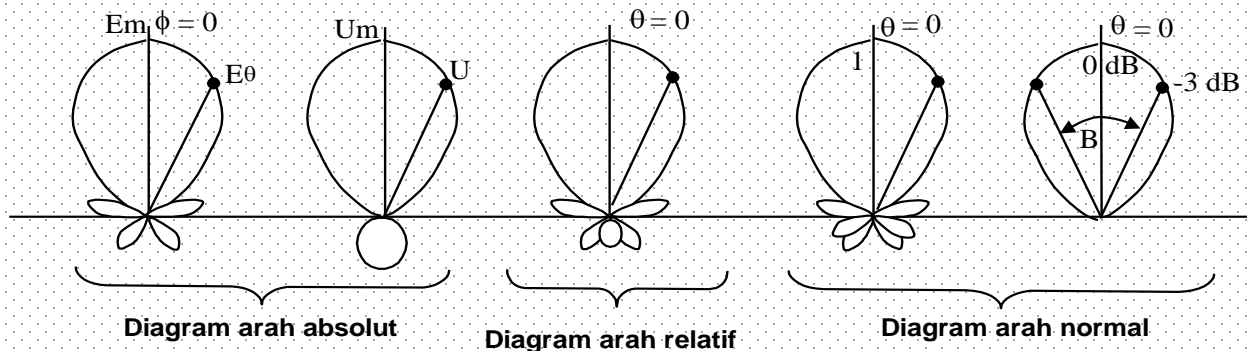
Jenis representasi pola radiasi antenna

Berdasarkan
besaran

- medan listrik dan/atau magnet
- Daya
- Fasa

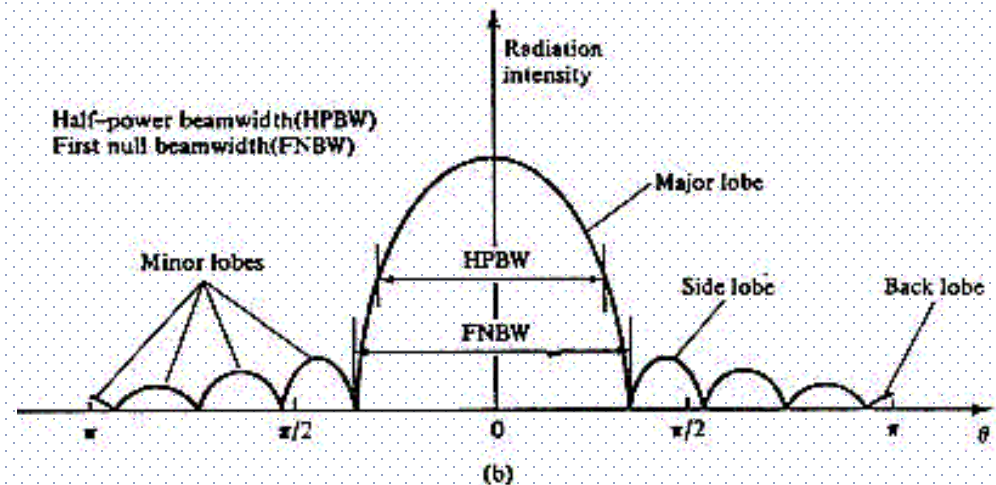
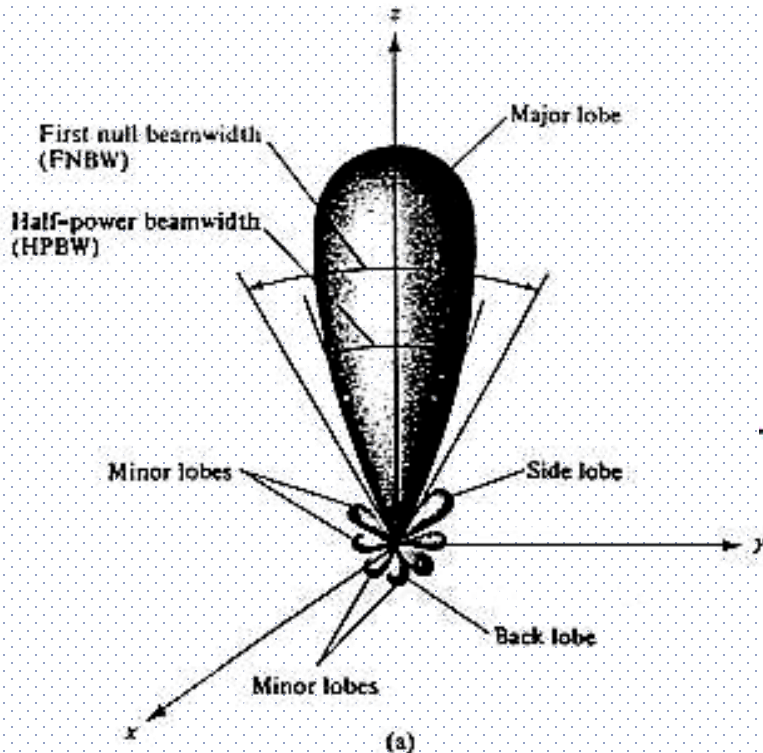
Berdasarkan
skala

- Absolut (terhadap besaran)
- Relatif (terhadap referensi)
- Normal (Degnan referensi maks 0dB)



Karakteristik pola radiasi antenna

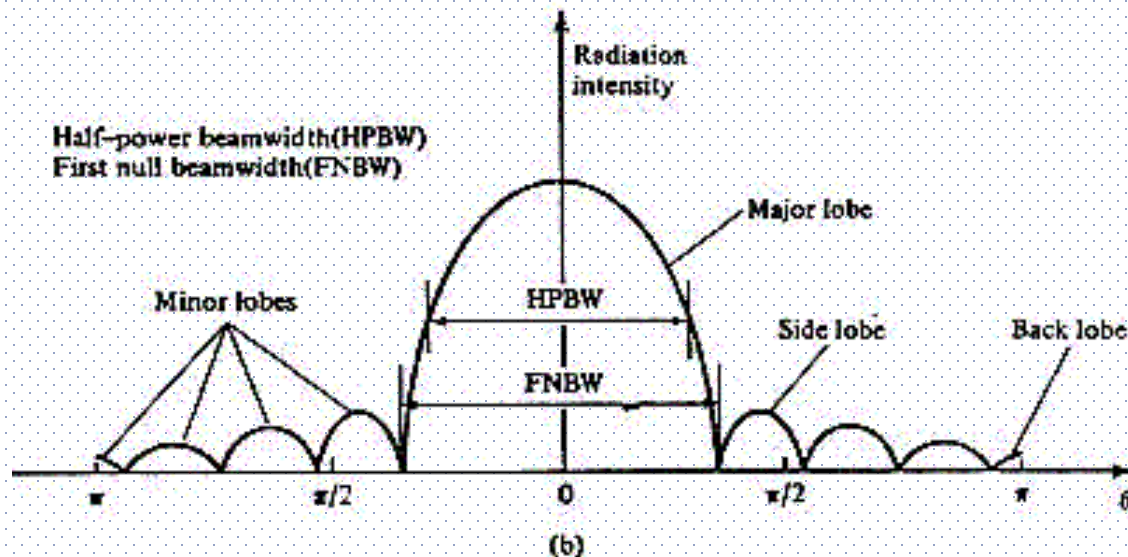
Pola radiasi 3 dimensi



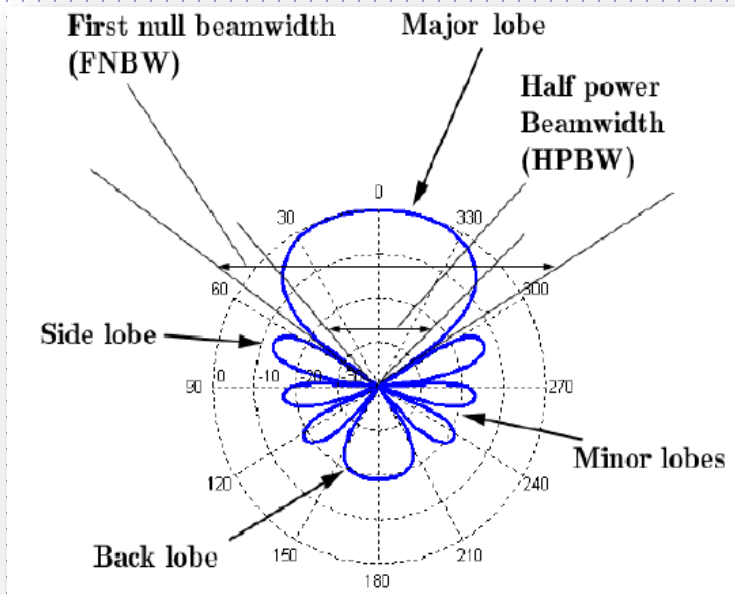
Pola radiasi 2 dimensi

Karakteristik pola radiasi antenna

1. Major lobe / main lobe: daerah radiasi terbesar
2. Side lobe/minor lobe: daerah radiasi samping
3. Back lobe: daerah radiasi belakang
4. Beamwidth/lebar berkas: sudut yang dibatasi $\frac{1}{2}$ daya atau -3dB atau 0,707 daya maks pada mainlobe
5. Front to back ratio (FBR): perbandingan main lobe dengan back lobe

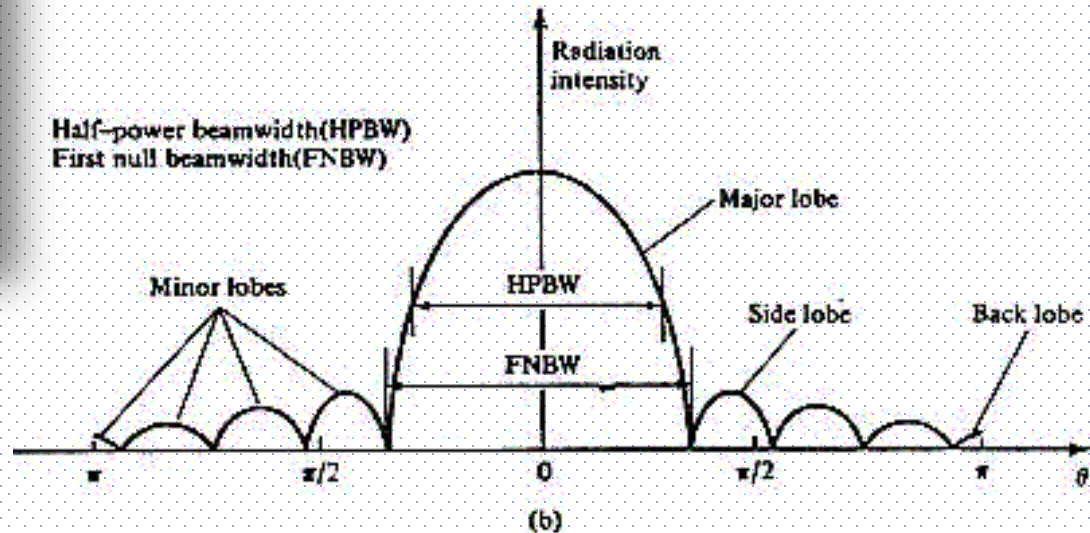


Karakteristik pola radiasi antenna



2D dengan koordinat polar

2D dengan koordinat kartesian



Pola radiasi azimuth dan elevasi

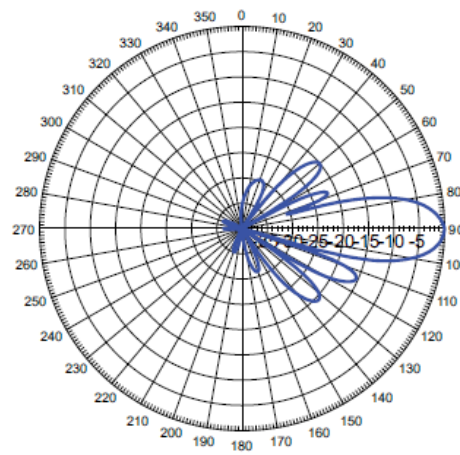
LBX



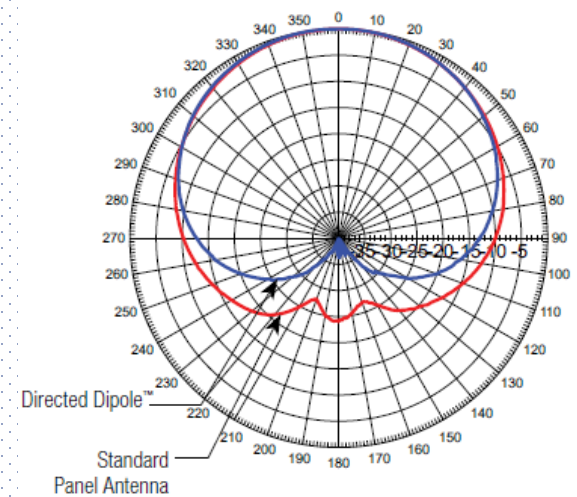
LBF



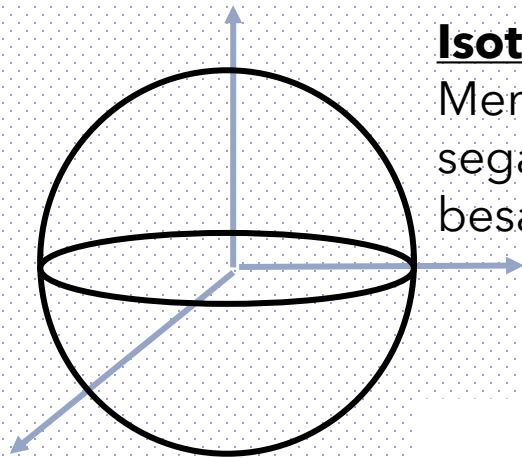
Elevasi



Azimuth



Macam pola radiasi antena

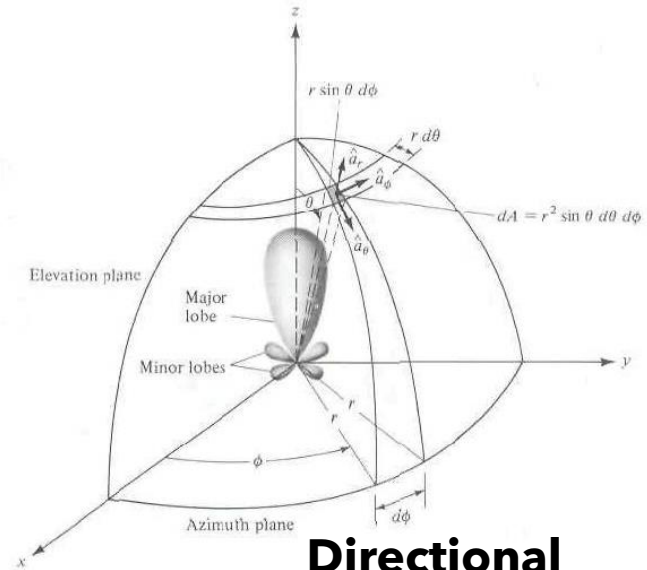
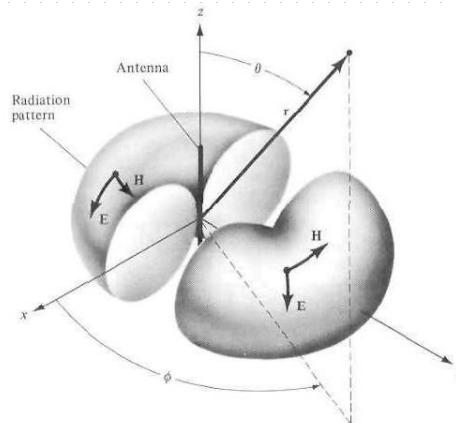


Isotropic

Memancar ke segala arah sama besar

Omnidirectional

Pancaran seperti apel, ke segala arah namun minimal pada atas dan bawa bidang

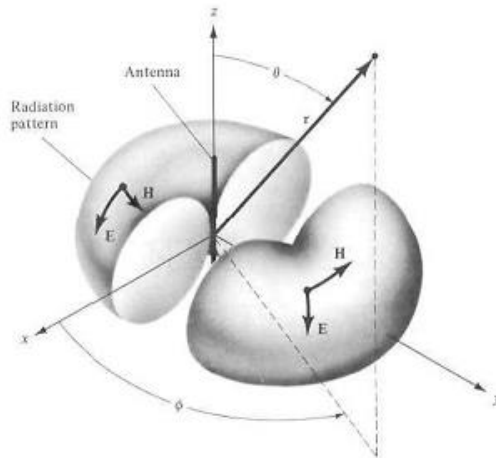


Directional

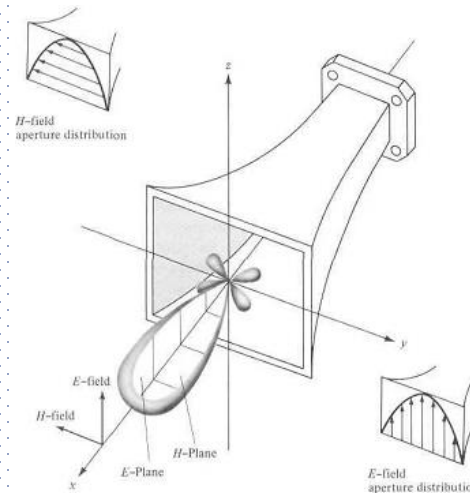
Memancar ke satu arah tertentu

Omnidireksional dan direksional

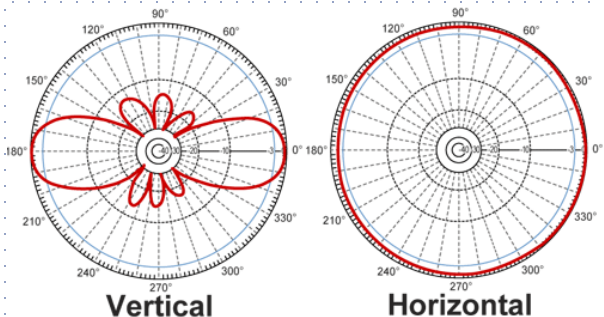
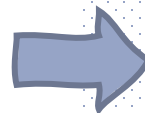
Pola radiasi
antena dipol
berupa
pancaran
omnidireksional.



Pola radiasi
antena horn
berupa
pancaran
direksional

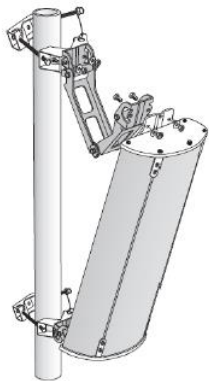
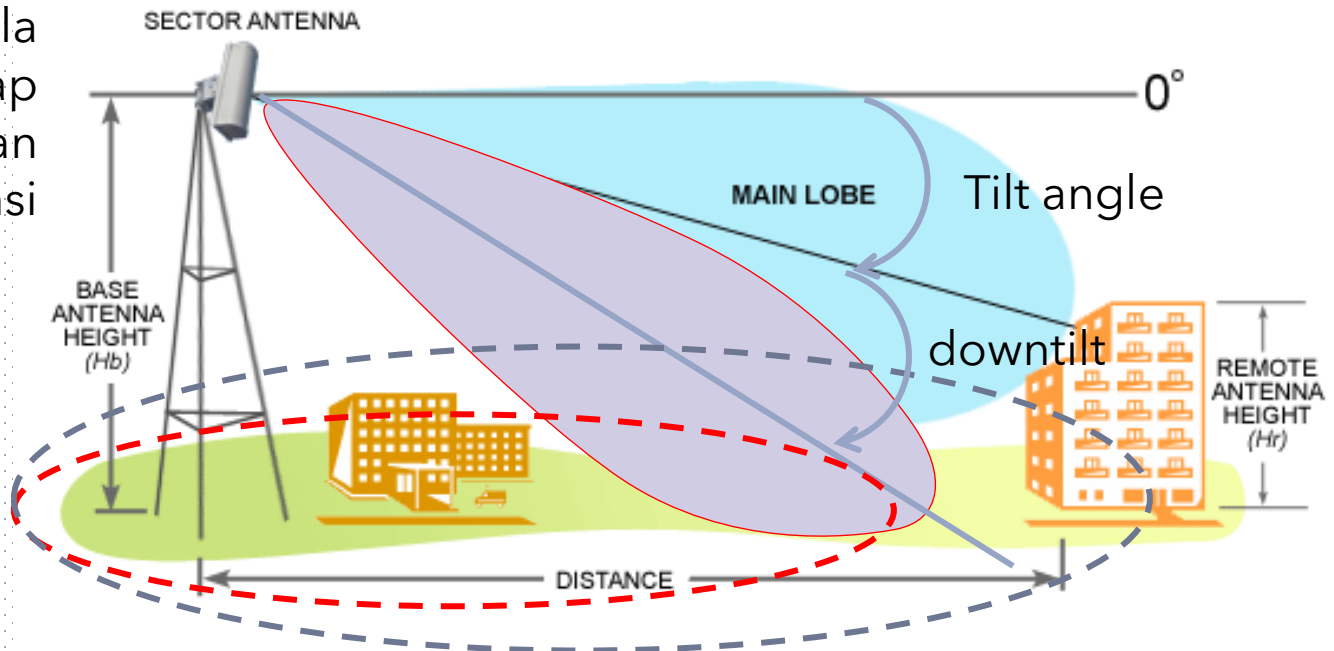


Karakteristik teknologi
tertentu akan memerlukan
spesifikasi pola radiasi antenna
yang berbeda sesuai dengan
sistem yang didukung.

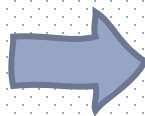


Kaitan pola radiasi dan cakupan daya

Pengaruh pola radiasi terhadap cakupan daya dan interferensi

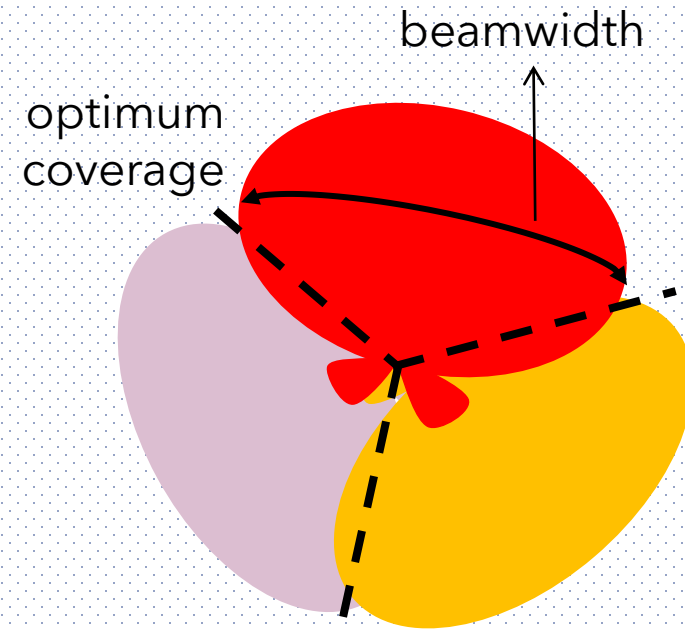
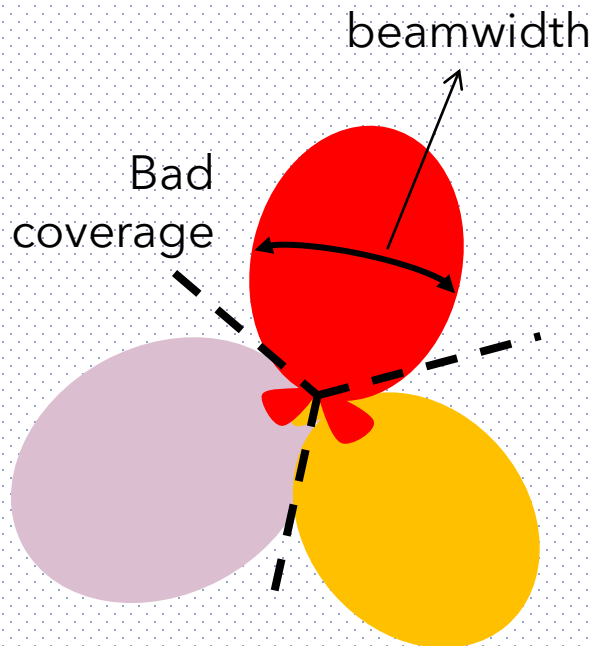


Penyesuaian cakupan daya dengan downtilt



Mechanical Downtilt
Manual Electrical Downtilt
Remote Electrical Downtilt

Kaitan pola radiasi dan cakupan daya

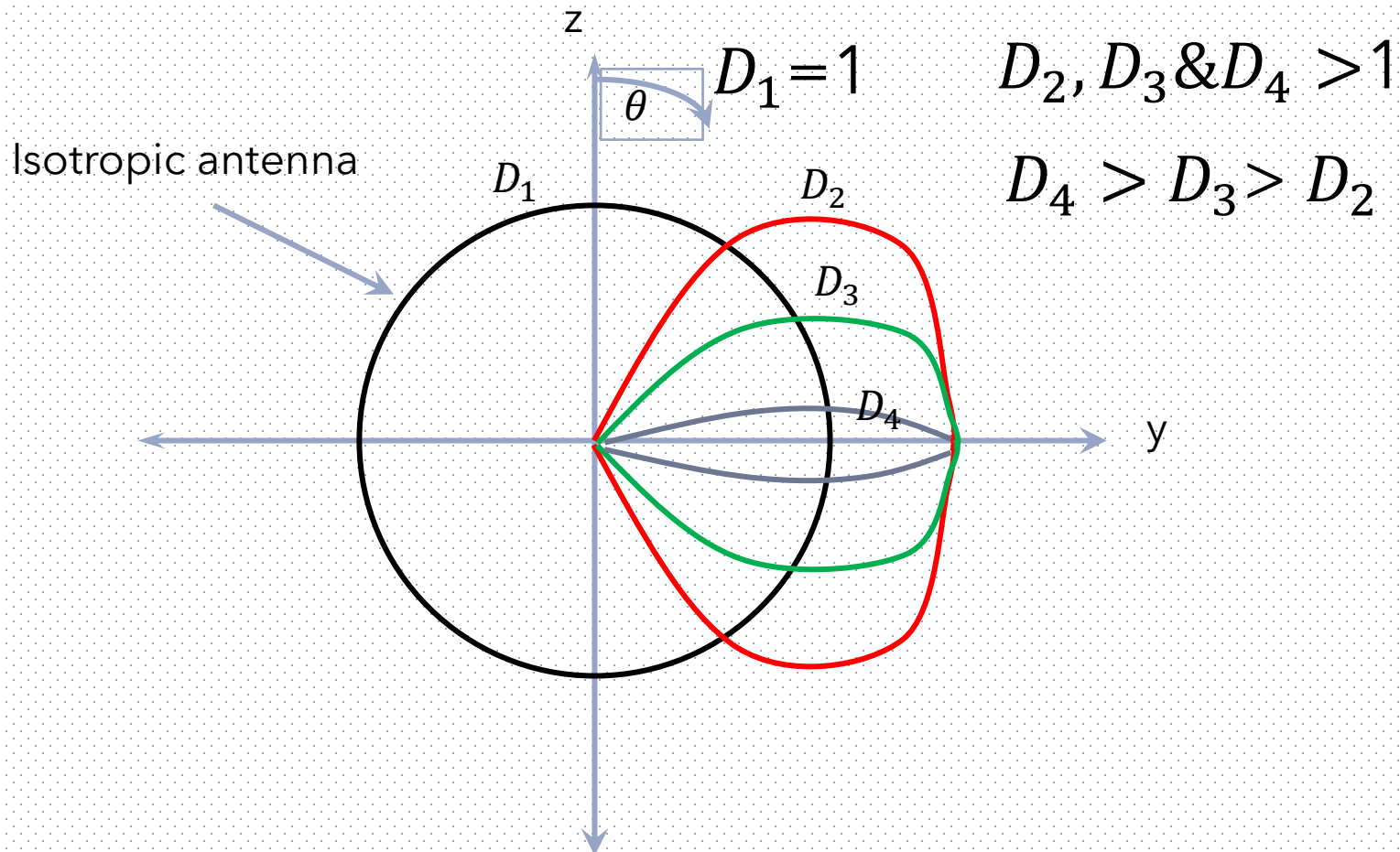


Direktivitas dan gain antenna

Direktivitas antena

- Direktivitas merepresentasikan pengarahannya berkas antena.
- Semakin besar direktivitas, maka dapat diartikan bahwa lebar berkas antena semakin sempit.
- Sebaliknya, jika semakin besar lebar berkas antena, maka direktivitas antena semakin kecil.

Direktivitas antenna



Direktivitas antena

- Secara matematis didefinisikan dengan,

$$D = \frac{U_{\max}}{U_0} = \frac{\text{maximum radiation intensity}}{\text{average of radiation intensity}}$$

- Atau,

$$D = \frac{U_{\max}}{U_0} = \frac{4\pi U_{\max}}{4\pi U_0} = \frac{4\pi U_{\max}}{\text{Total power radiated by antenna}}$$

Gain antenna

- Gain pada rangkaian 2 port,

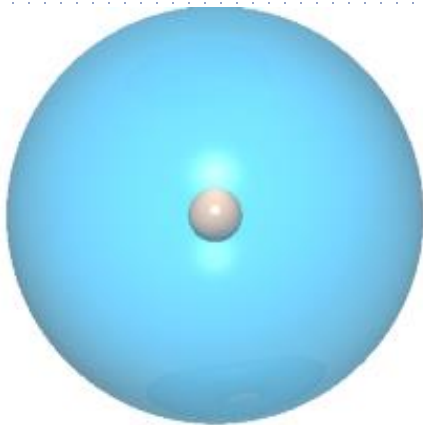


- Gain pada antenna

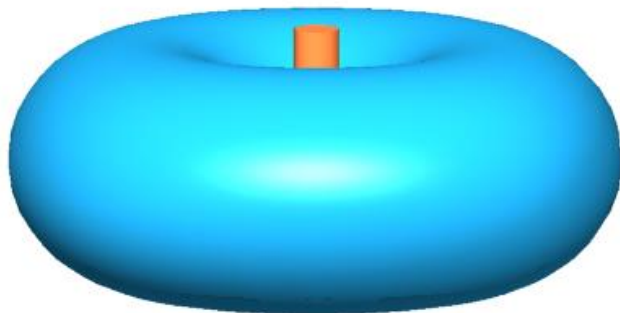
$$G = \frac{\text{Maximum Radiation intensity of the antenna}}{\text{Maximum Radiation intensity of the reference antenna}} = \frac{U_m}{U_{mr}}$$

- Antena referensi dapat berupa, (1) isotropis, (2) dipole lamda per dua, dan (3) horn.

Ilustrasi gain antenna

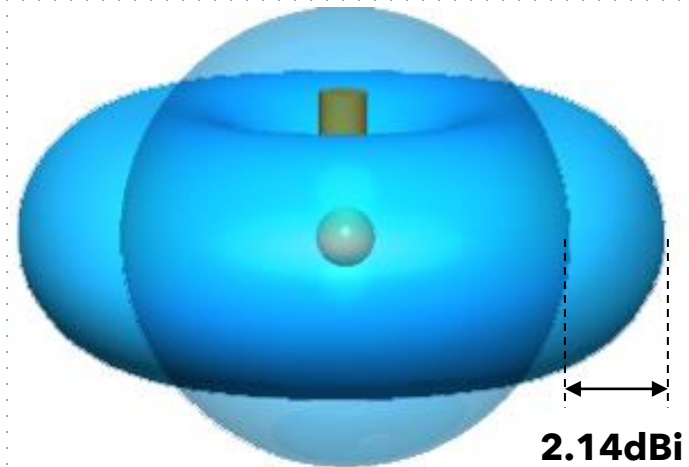


Sumber titik dengan kondisi ideal



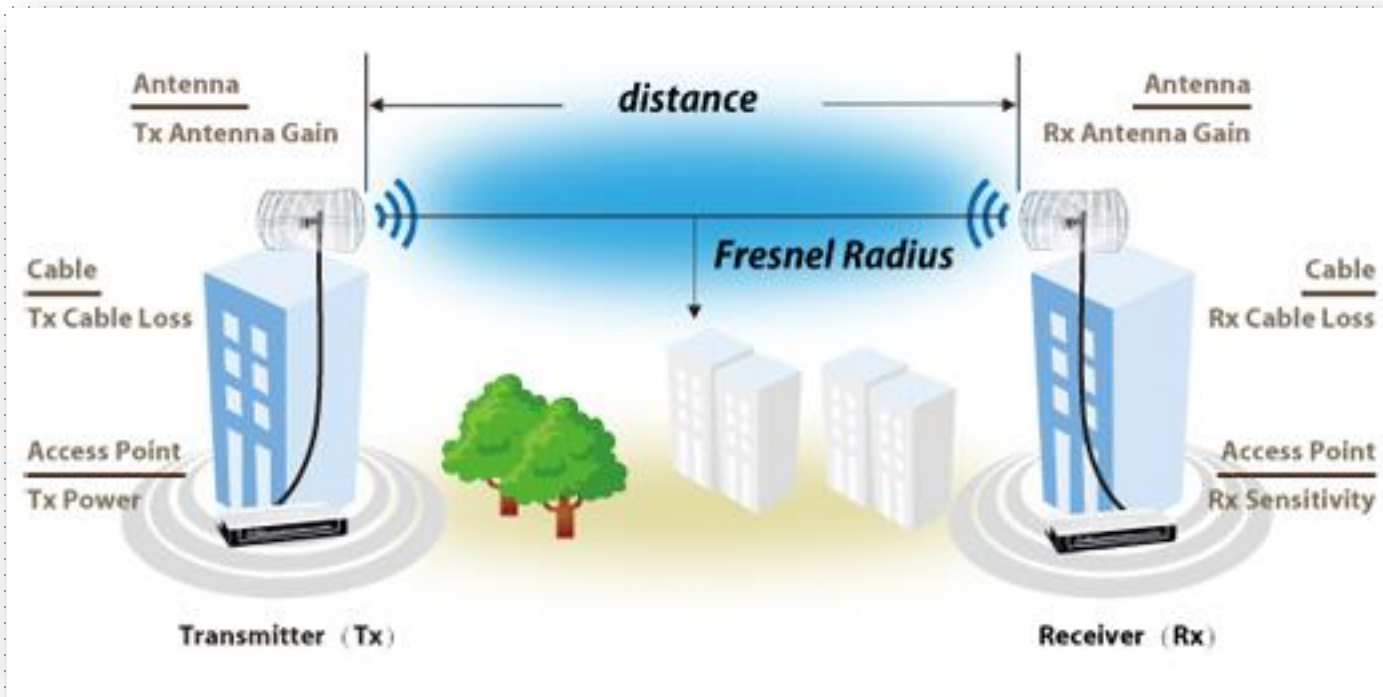
Antena dipole

Satuan: dBd dan dBi



0 dBd = 2,14 dBi

Kegunaan gain antenna

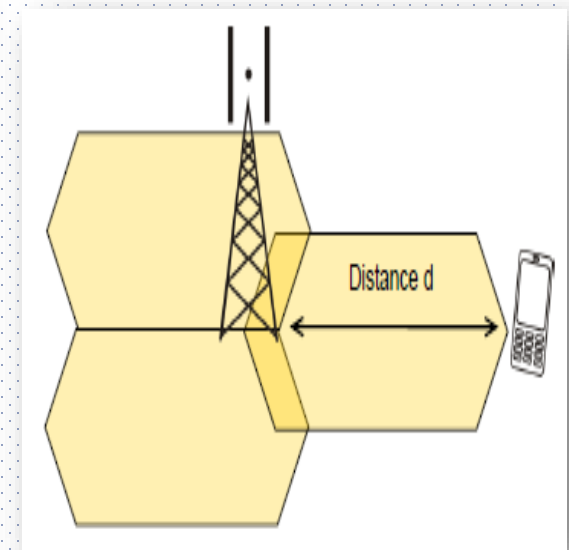


$$P_{RX} = P_{TX} - L_{Cable} + G_{TxAntena} - L_{propagation} + G_{RxAntena} - L_{Cable}$$

Gain antenna digunakan untuk menghitung kebutuhan daya (link budget)

Contoh link budget

	Parameter	Value	Comment	
A	Max eNB TX power	46 dBm		eNB TX
B	Cable loss	3 dB		
C	CP loss	1 dB		
D	eNB antenna gain max	19 dBi		
E	EIRP max	61 dBm	$= A - B - C + D$	
	BW_RX	1.8 MHz		UE RX
F	Noise power	-102 dBm		
G	SNIR_min	5 dB	From MCS tables	
H	UE antenna gain	0 dBi		
I	Min required RX power	-97 dBm	$= F + G - H$	
J	total path loss	158 dBm	$= E - I$	
K	Other gains, losses, margins	- 10 dB	Shadowing, fast fading, multiantenna	
L	Maximum Allowed Propagation Loss	148 dBm	$= J + K$	
	Cell range	3.5 km		



Hubungan antara direktivitas dan gain antenna

Hubungan antara gain dan direktivitas antenna:

$$G = \eta_{\text{eff}} \cdot D$$

Jika $\eta_{\text{eff}} = 100\%$ (contoh Isotropis) \rightarrow Gain = Direktivitas

Satuan gain adalah dB,

$$G_{dB} = 10\log(G)$$

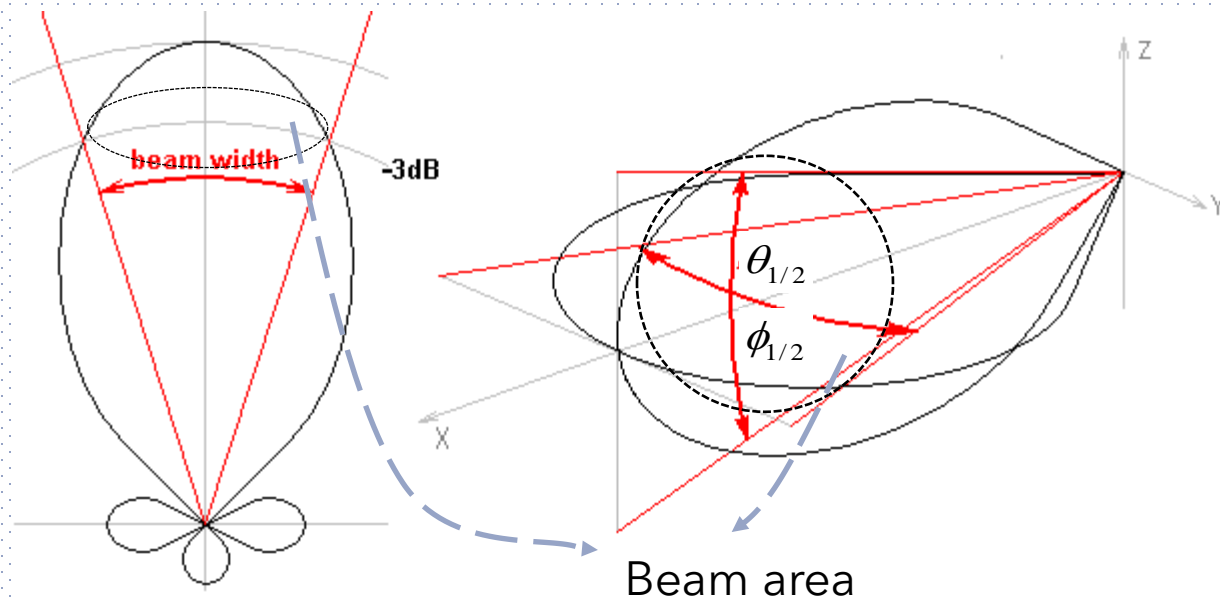
$$D_{dB} = 10\log(D)$$

Dan dapat juga dBi dengan antenna referensi berupa isotropis

Penentuan direktivitas dan gain antenna

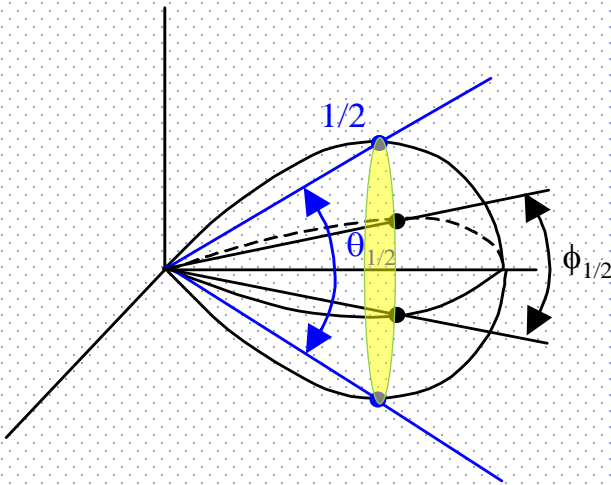
Beamwidth dan beam-area

Beamwidth (lebar berkas): daerah sudut yang dibatasi $\frac{1}{2}$ daya.



Beam-area (luas berkas): luasan yang dibatasi $\frac{1}{2}$ daya

Beamwidth dan beam-area



Beam-area (luas berkas):

- sudut yang dibatasi $\frac{1}{2}$ daya
- sudut ruang yang mewakili seluruh daya yang dipancarkan, jika intensitas radiasi = intensitas radiasi maksimum

Beam-area (luas berkas):

- luasan yang dibatasi $\frac{1}{2}$ daya
- Seolah-olah antena memancar hanya dalam sudut ruang B dengan intensitas radiasi uniform sebesar U_m

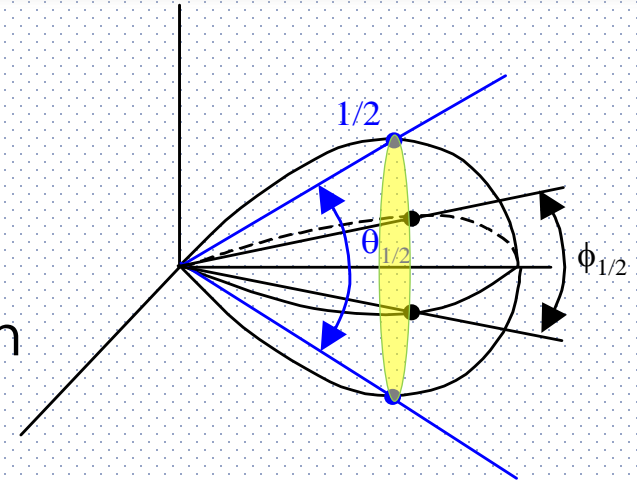
Kaitan antara direktivitas dan lebar berkas

Intensitas rata-rata sebesar,

$$U_o = \frac{W}{4\pi} = \frac{\iint U_a \cdot f(\theta, \phi) \cdot d\Omega}{4\pi}$$

dengan, W = daya yang dipancarkan

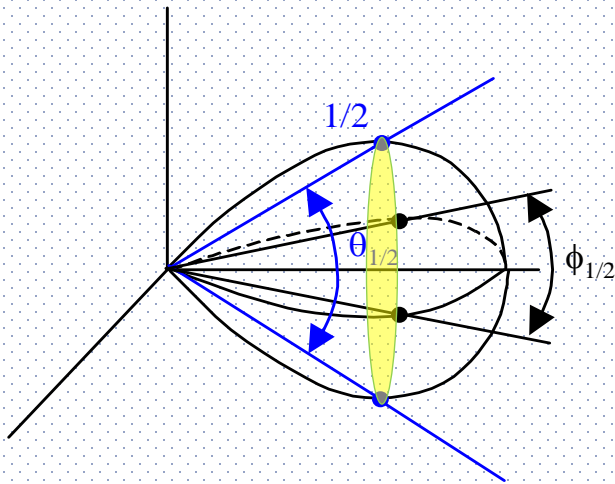
$$d\Omega = \sin\theta \cdot d\theta \cdot d\phi$$



Direktivitas dinyatakan oleh,

$$D = \frac{U_m}{U_o} = \frac{U_a \cdot f(\theta, \phi)_{maks}}{\iint U_a \cdot f(\theta, \phi) \cdot d\Omega / 4\pi} = \frac{4\pi}{\iint f(\theta, \phi) \cdot d\Omega / f(\theta, \phi)_{maks}}$$

Kaitan antara direktivitas dan lebar berkas



Jika,

$$W = 4\pi U_0 \quad \text{dan} \quad W = U_m \cdot B$$

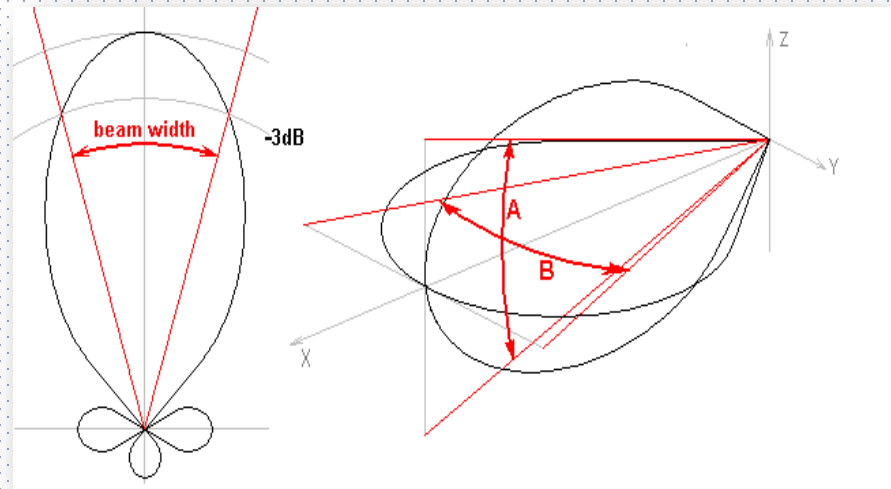
$$D \equiv \frac{U_m}{U_0} = \frac{4\pi}{B}$$

Maka,

$$B = \frac{\iint f(\theta, \phi) \cdot d\Omega}{f(\theta, \phi)_{\text{maks}}} = \frac{\iint f(\theta, \phi)}{f(\theta, \phi)_{\text{maks}}} d\Omega$$

Direktivitas dengan pendekatan lebar berkas

Metode ini dapat digunakan dengan akurat jika memiliki beamwidth yang sempit, atau memiliki direktivitas lebih dari 10 ($D > 10$)



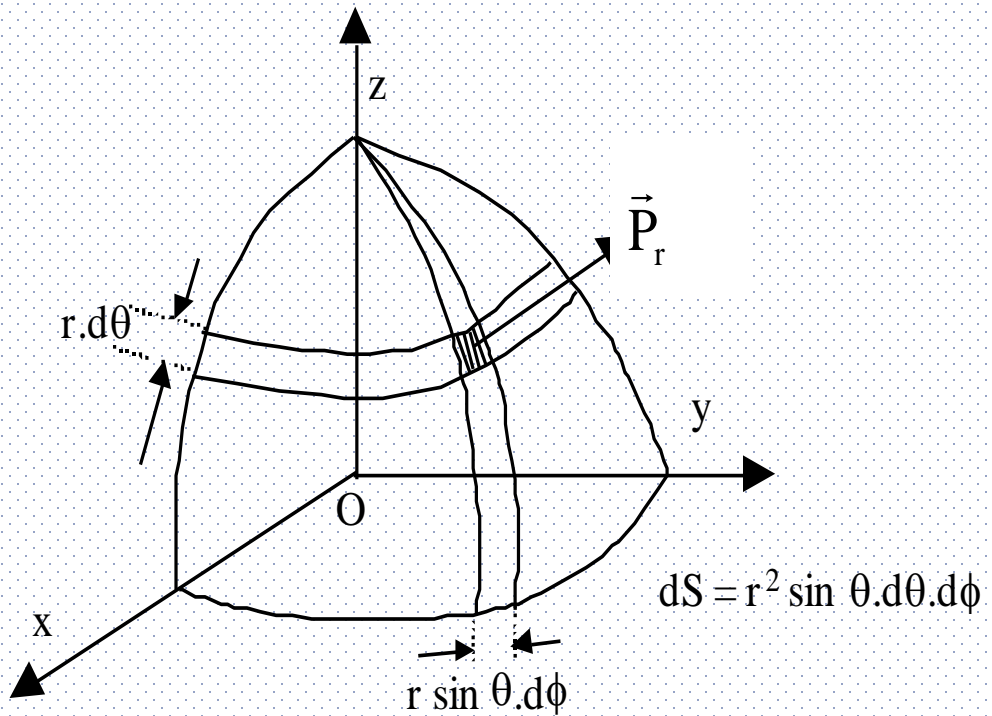
$$D = \frac{4\pi}{B} \approx \frac{4\pi}{\theta_{1/2} \cdot \phi_{1/2}}$$

Interpertasi pola radiasi antena

Koordinat bola

$$0 \leq \theta \leq \pi$$

$$0 \leq \phi \leq 2\pi$$



Fungsi pola radiasi

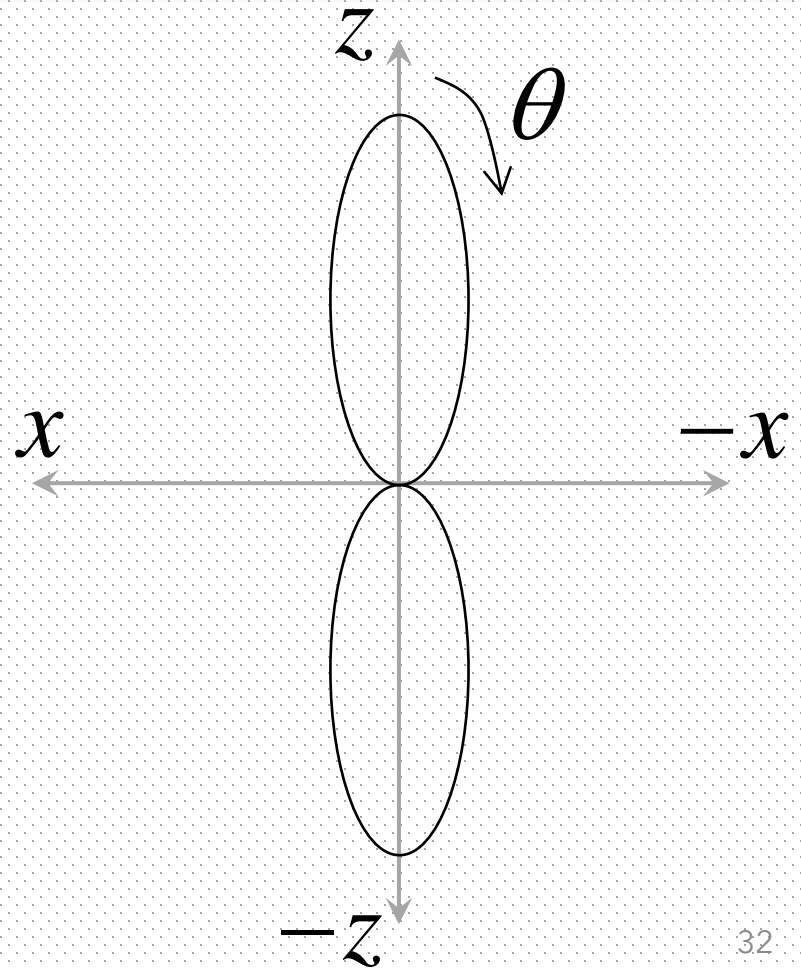
fungsi

$$\cos \theta$$

Dengan bidang batas

$$0 \leq \theta \leq \pi$$

$$0 \leq \phi \leq 2\pi$$



Fungsi pola radiasi

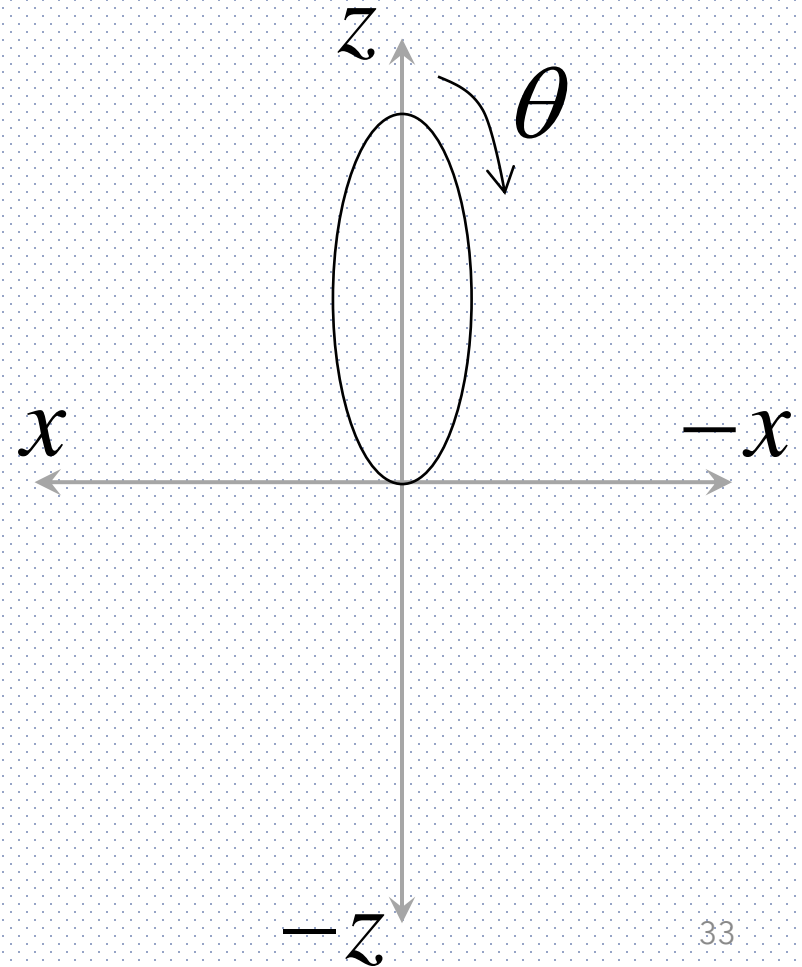
fungsi

$$\cos \theta$$

Dengan bidang batas

$$0 \leq \theta \leq \pi / 2$$

$$0 \leq \phi \leq 2\pi$$



Fungsi pola radiasi

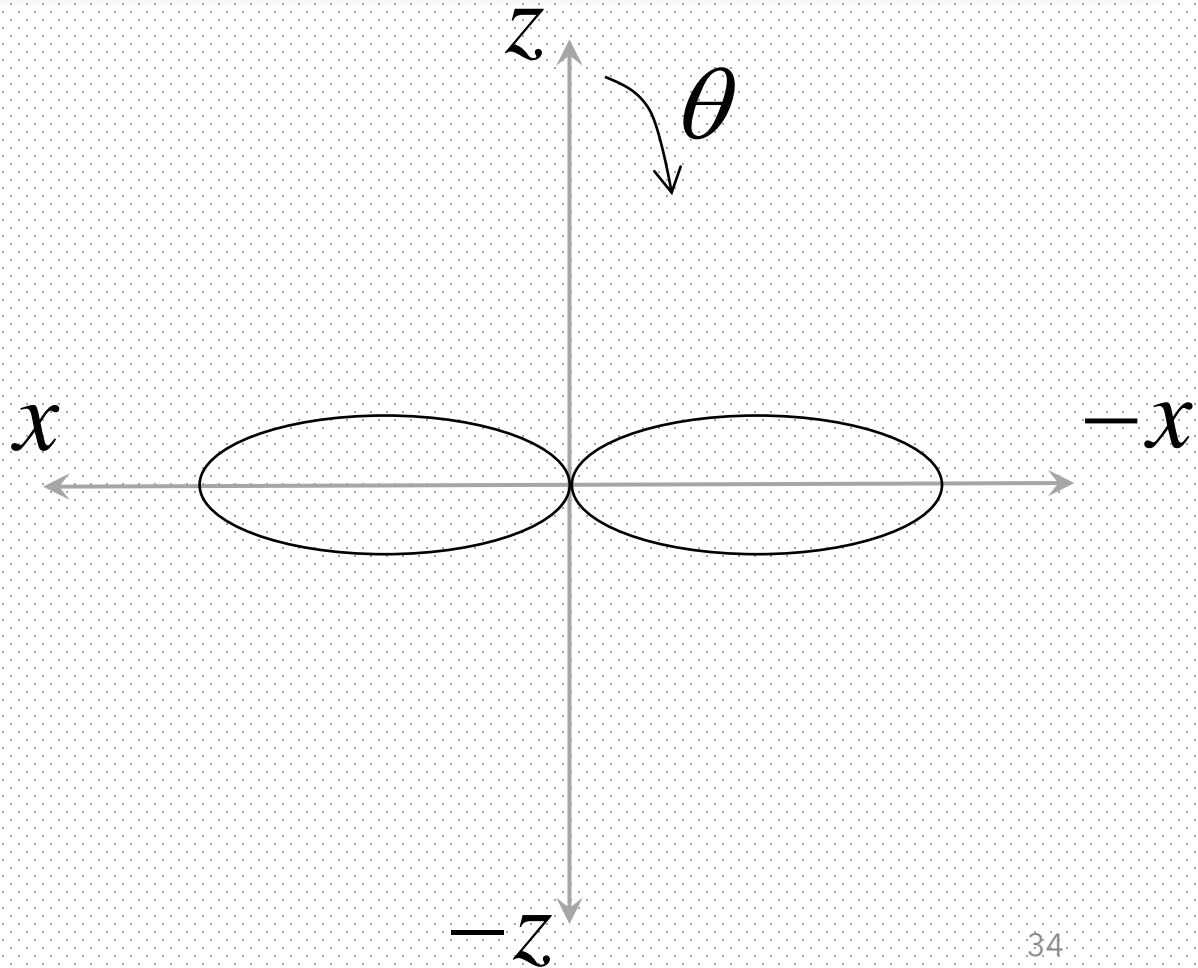
fungsi

$$\sin \theta$$

Dengan bidang batas

$$0 \leq \theta \leq \pi$$

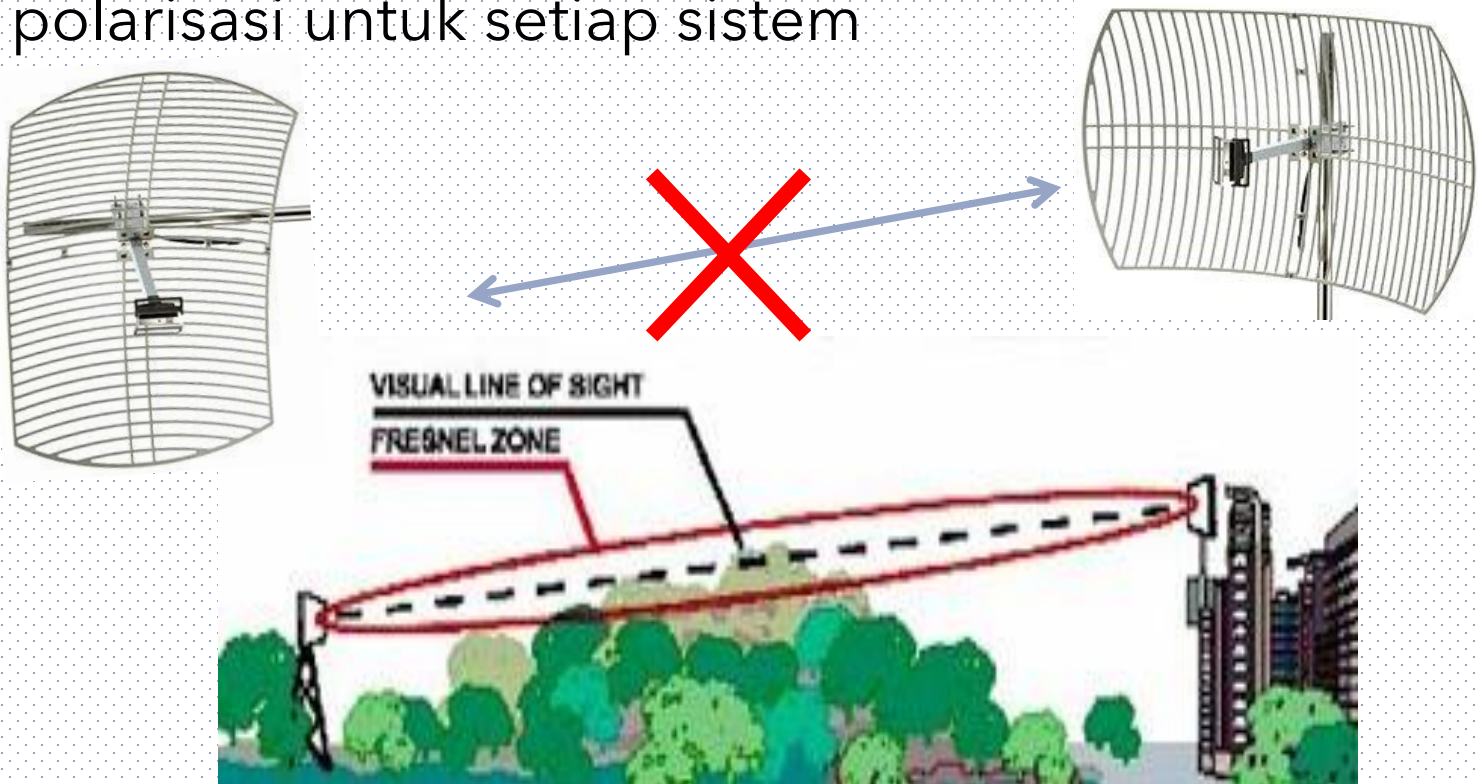
$$0 \leq \phi \leq 2\pi$$



Polarisasi antena

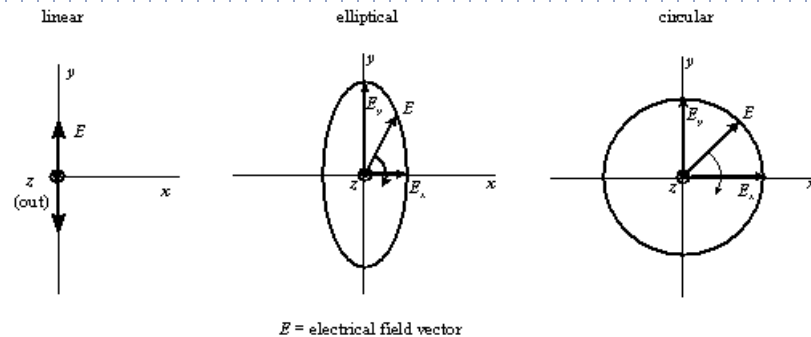
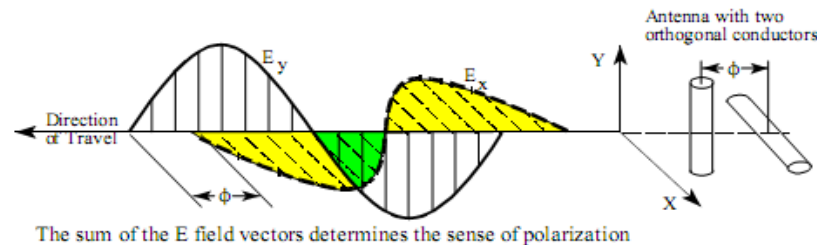
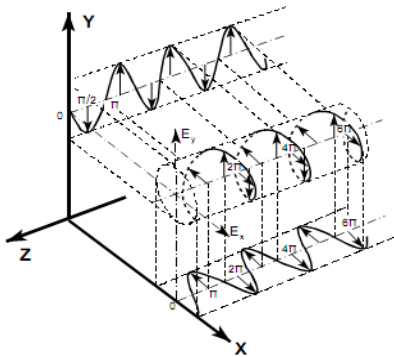
Polarisasi

Perbedaan orientasi polarisasi antara Tx dan Rx dapat mempengaruhi kinerja sistem, sehingga perlu mengetahui jenis polarisasi untuk setiap sistem

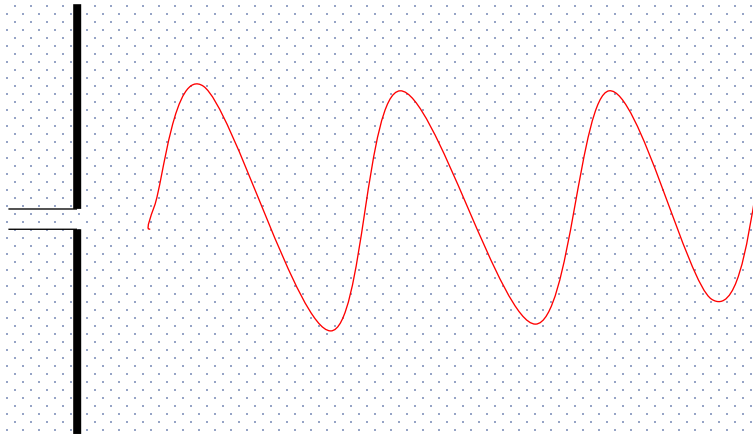


Polarisasi

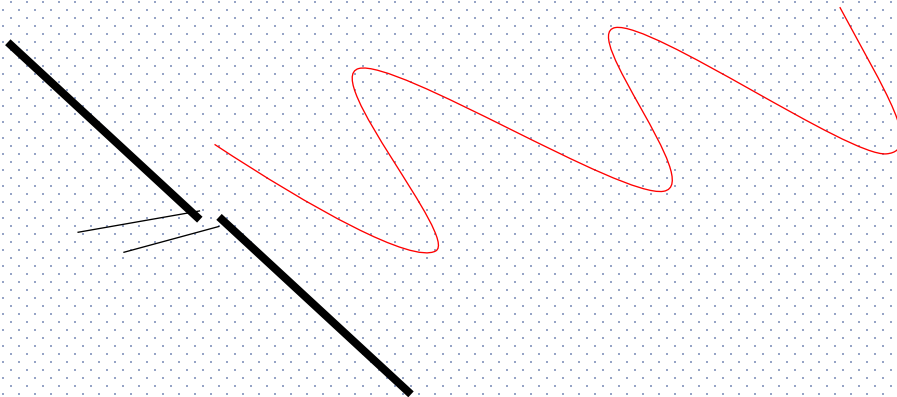
Jenis polarisasi antenna (1) polarisasi linear
(2) polarisasi sirkular dan (3) polarisasi elips.



Polarisasi



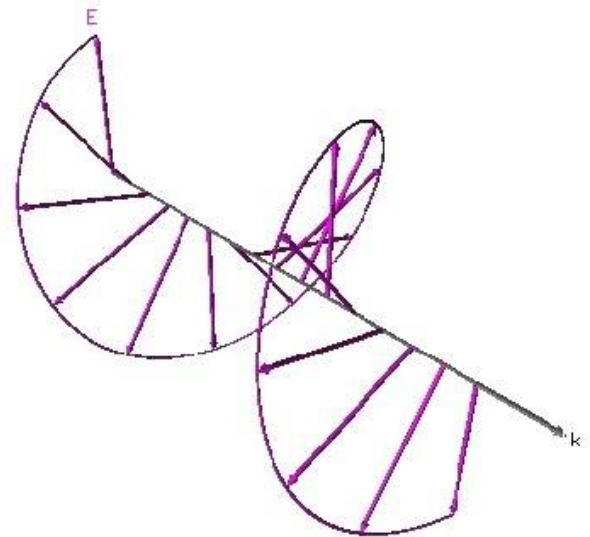
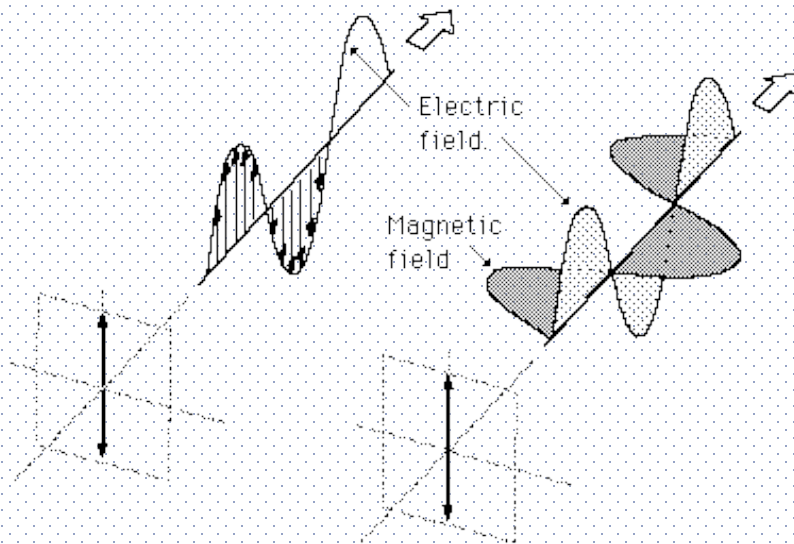
Antena dipol dengan orientasi vertical menghasilkan polarisasi vertikal



Antena dipol dengan orientasi horizontal menghasilkan polarisasi horizontal

Polarisasi

Polarisasi linear



Polarisasi sirkular/elips

Salah satu cara untuk meningkatkan kapasitas kanal, diantaranya dapat menggunakan diversitas polarisasi.

Terima kasih