

Susunan antena

A. Adya Pramudita & B. Syihabuddin

Catatan Ajar 4, TTH3G3 - Antena dan Propagasi

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

Tujuan pembelajaran

- Peserta mampu memahami konsep susunan antena dan mampu menjelaskan konsep perkalian diagram arah, pengaruh parameter antena terhadap karakteristik susunan
- Peserta Mampu menentukan rangkaian pencatu pada suatu susunan antena

Pokok bahasan

Teknologi antena array

Konsep dasar susunan antena

Parameter penyusun karakteristik susunan antena

Konsep perkalian diagram arah

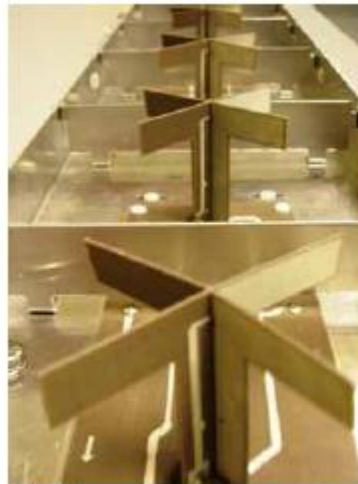
Gain antena susunan

Susunan binomial dan Chebyshev

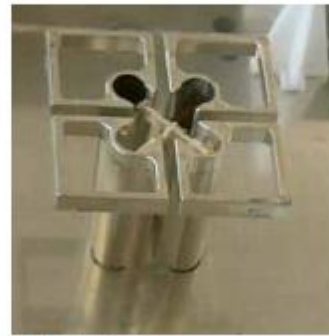
Teknik pencatutan antena susunan

Teknologi antena array

Array antenna



[Jaybeam]



[Kathrein]



[Huber+Suhner]

Konsep dasar susunan antena

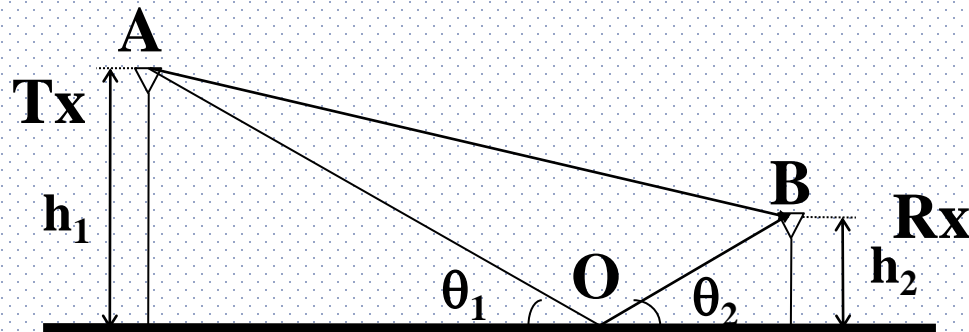
Konsep antena susun

- Antena susunan yang dimaksud disini berupa antena sejenis yang tersusun dengan jarak, amplitude serta fasa catu tertentu.
- Antena susunan menggunakan prinsip dari superposisi gelombang.

$$\overline{E}_t = \overline{E}_1 + \overline{E}_2 + \overline{E}_3 + \dots$$

Konsep antena susun

Contoh superposisi gelombang pada multipath.



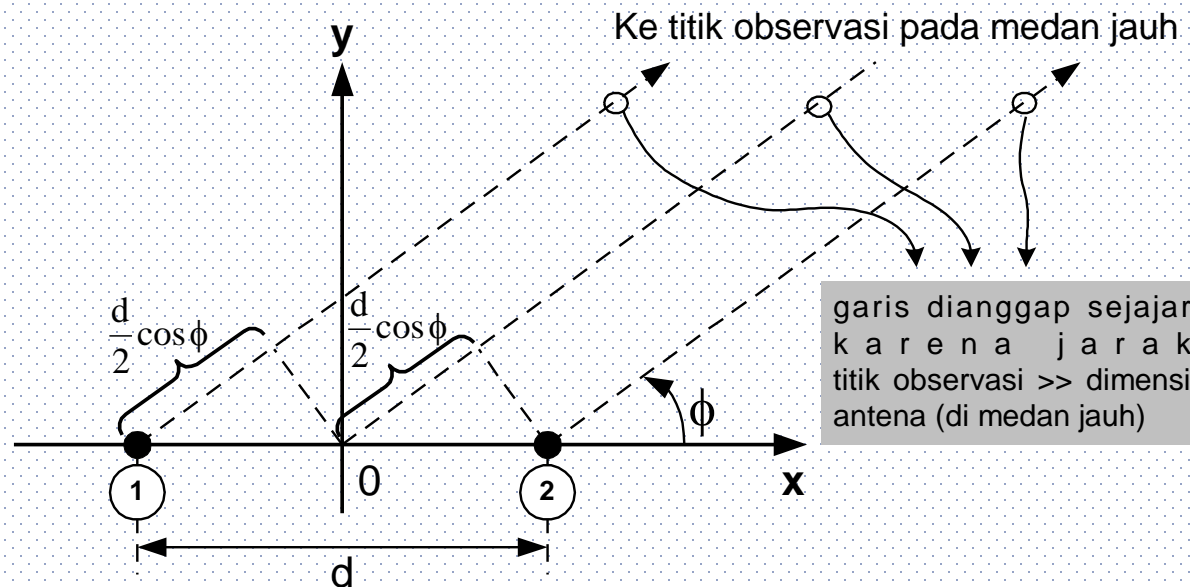
$$\begin{aligned} E_t &= E_{S1} + E_{S2} \\ &= E_0 e^{j\varphi_1} + E_0 e^{j\varphi_2} \\ &= E_0 (e^{j\varphi_1} + e^{j\varphi_2}) \\ &= E_0 (e^{j\varphi_1} + e^{j(\varphi_1 + \Delta\varphi)}) \end{aligned}$$

Jika medan E_{S1} dianggap sebagai referensi (fasanya dianggap = 0), maka akan didapat persamaan :

$$E_t = E_0 (1 + e^{j\Delta\varphi})$$

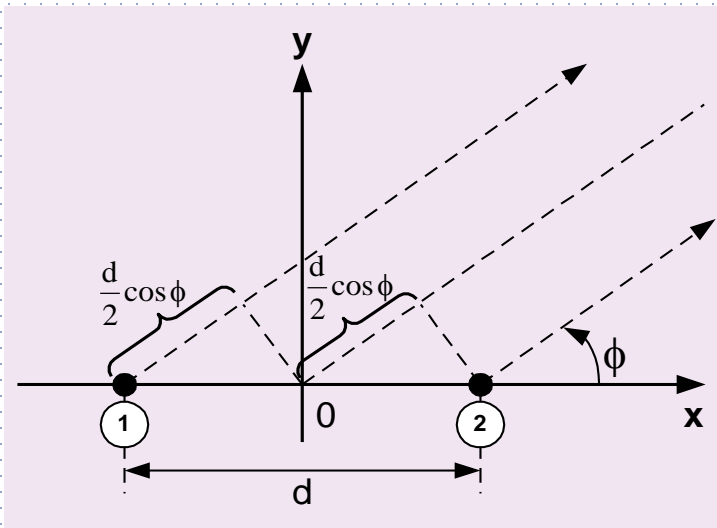
Parameter penyusun karakteristik susunan antena

Susunan sumber titik



- 2 sumber isotropis dipisahkan oleh jarak d
- Titik observasi adalah ke arah sudut ϕ dari sumbu horizontal (sumbu-x)
- Garis orientasi dari sumber-sumber isotropis menuju titik observasi dianggap sejajar karena d (jarak antar sumber isotropis) \ll daripada jarak antena menuju titik observasi

Kasus 1. Amplitudo dan fasa sama



Jika titik O dianggap sebagai referensi (dianggap sbg titik dengan fasa = 0), maka E_1 akan *tertinggal* sebesar :

$$\frac{\varphi}{2} = \frac{2\pi}{\lambda} \frac{d}{2} \cos \phi$$

dan medan E_2 akan *mendahului* sebesar :

$$\frac{\varphi}{2} = \frac{2\pi}{\lambda} \frac{d}{2} \cos \phi$$

Sehingga, medan gabungan E_t dapat dituliskan sebagai berikut :

$$E_t = E_0 e^{j\frac{\varphi}{2}} + E_0 e^{-j\frac{\varphi}{2}}$$

Kasus 1. Amplitudo dan fasa sama

$$E_t = E_0 e^{j\frac{\varphi}{2}} + E_0 e^{-j\frac{\varphi}{2}}$$

$$E_t = 2E_0 \left(\frac{e^{j\frac{\varphi}{2}} + e^{-j\frac{\varphi}{2}}}{2} \right)$$

$$E_t = 2E_0 \cos \frac{\varphi}{2}$$

dengan,

$$\varphi = d_r \cos \phi \quad \left| \quad d_r = \frac{2\pi}{\lambda} d \right.$$

Medan maksimum terjadi ketika,
($d = \frac{1}{2} \lambda$)

$$\begin{aligned} \cos \frac{\varphi}{2} = 1 &\Rightarrow \frac{\pi}{\lambda} d \cos \phi_m = 0 \\ &\Rightarrow \phi_m = \frac{\pi}{2}, \frac{3}{2} \pi \end{aligned}$$

Medan minimum terjadi ketika,
($d = \frac{1}{2} \lambda$)

$$\begin{aligned} \cos \frac{\varphi}{2} = 0 &\Rightarrow \frac{\pi}{\lambda} \frac{1}{2} \lambda \cos \phi_0 = \frac{\pi}{2} \\ &\Rightarrow \phi_0 = 0, \pi \end{aligned}$$

Kasus 1. Amplitudo dan fasa sama

$$E_t = E_0 e^{j\frac{\phi}{2}} + E_0 e^{-j\frac{\phi}{2}}$$

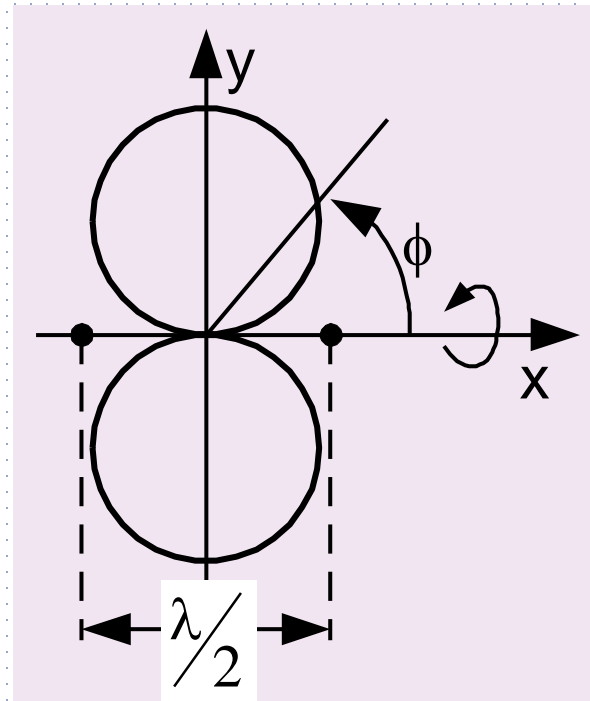
$$E_t = 2E_0 \left(\frac{e^{j\frac{\phi}{2}} + e^{-j\frac{\phi}{2}}}{2} \right)$$

$$E_t = 2E_0 \cos \frac{\phi}{2}$$

dengan,

$$\phi = d_r \cos \phi \quad \left| \quad d_r = \frac{2\pi}{\lambda} d \right.$$

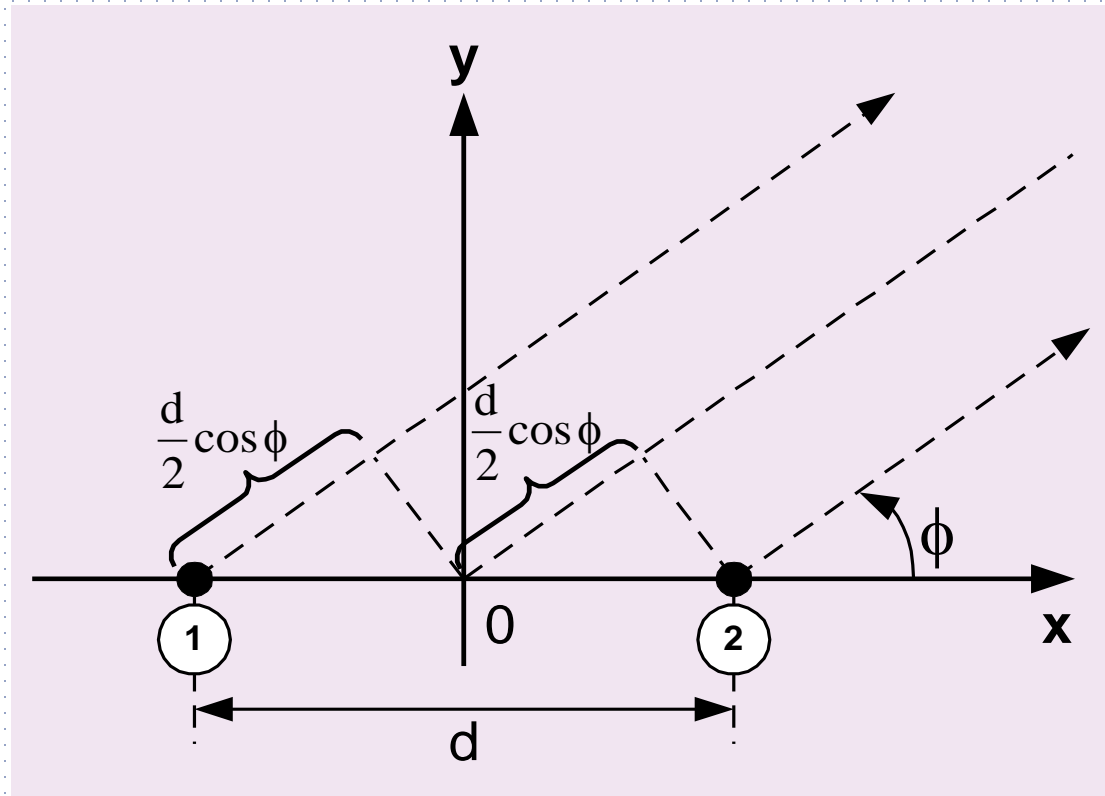
$$E_t = 2E_0 \cos \left(\frac{1}{2} \left(\frac{2\pi}{\lambda} d \cos \phi \right) \right)$$



Kasus 2. Amplitudo sama namun fasa berbeda fasa 180 derajat

Beda fasa pada medan-medan yang dihasilkan oleh 2 antenna yang dicatu dengan amplitudo arus yang sama di titik jauh disebabkan karena jarak relatif antara dua antenna tersebut, dinyatakan oleh :

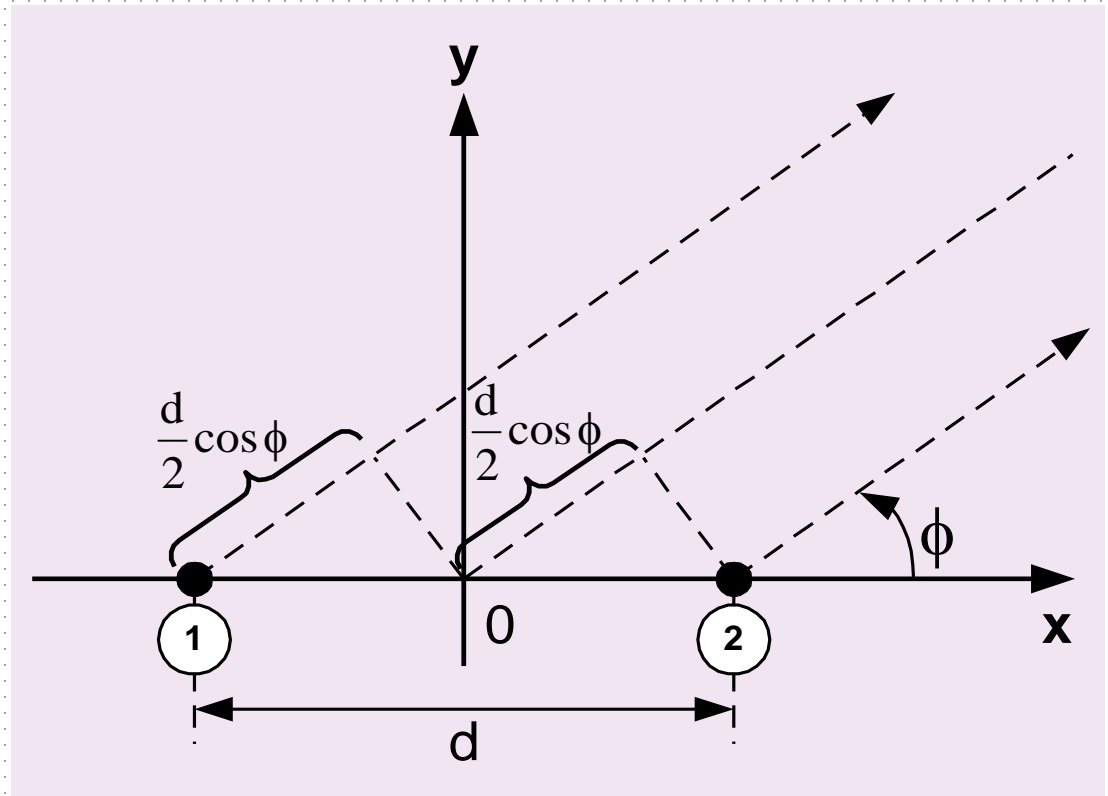
$$\phi = \frac{2\pi}{\lambda} d \cos \phi$$



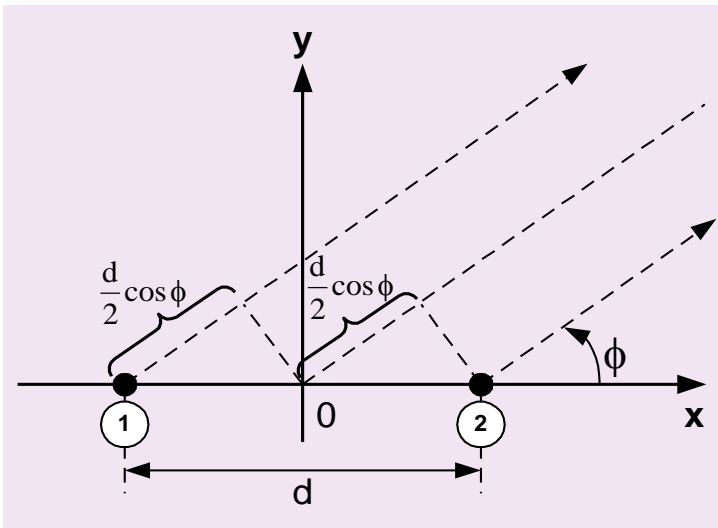
Kasus 2. Amplitudo sama namun fasa berbeda fasa 180 derajat

Jika dua antena tersebut dicatu oleh arus dengan beda fasa tertentu, maka beda fasa antara medan-medan yang dihasilkan dinyatakan oleh :

$$\begin{aligned}\varphi &= \frac{2\pi}{\lambda} d \cos \phi + \Delta\phi \\ &= d_r \cos \phi + \Delta\phi\end{aligned}$$



Kasus 2. Amplitudo sama namun fasa berbeda fasa 180 derajat



$$E_t = 2E_0 \cos \frac{\phi}{2} \quad \left| \quad \phi = \frac{2\pi}{\lambda} d \cos \phi + \pi \right.$$

$$E_t = 2E_0 \cos \left[\frac{\pi}{\lambda} d \cos \phi + \frac{\pi}{2} \right]$$

Harga maksimum, $d = \frac{1}{2}\lambda$

$$\frac{\pi}{2} \cos \Phi_m = \pm (2k + 1) \frac{\pi}{2}$$

$$\phi_m = 0, \pi$$

Harga minimum, $d = \frac{1}{2}\lambda$

$$\frac{\pi}{2} \cos \Phi_0 = \pm k \pi$$

$$\phi_0 = \frac{\pi}{2}, \frac{3}{2} \pi$$

Kasus 2. Amplitudo sama namun fasa berbeda fasa 180 derajat

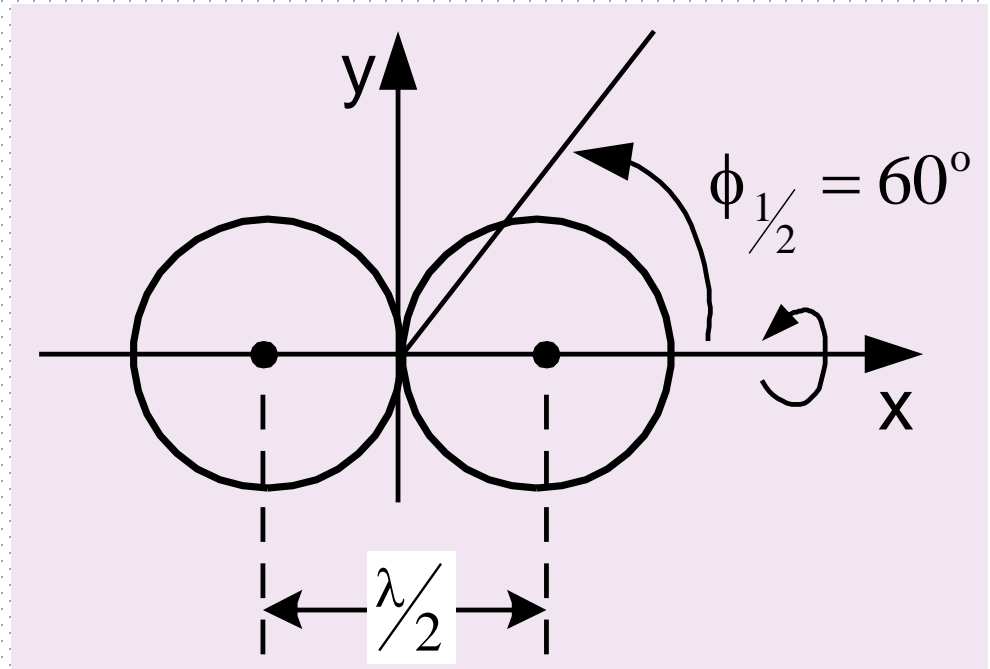
Harga $\frac{1}{2}$ daya, $d = \frac{1}{2}\lambda$

$$\cos\left(\frac{\pi}{2} \cdot \cos\phi + \frac{\pi}{2}\right) = \frac{1}{2} \sqrt{2}$$

$$\frac{\pi}{2} \cos\phi_{1/2} = \pm(2k+1)\frac{\pi}{4}$$

$$\phi_{1/2} = 60^\circ$$

$$\text{HPBW} = 2\phi_{1/2} = 120^\circ$$



Kasus 3. Amplitudo sama namun fasa berbeda fasa 90 derajat

Turunkan persamaan medan total:

$$E_t = 2E_0 \cos \frac{\phi}{2} \quad \left| \quad \phi = \frac{2\pi}{\lambda} d \cos \phi + \frac{\pi}{2} \right.$$

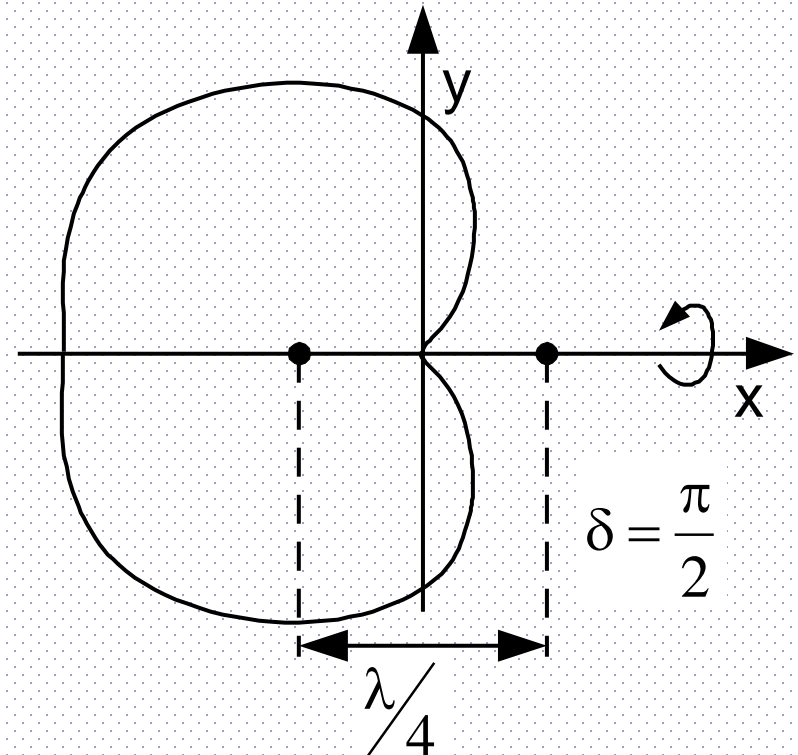
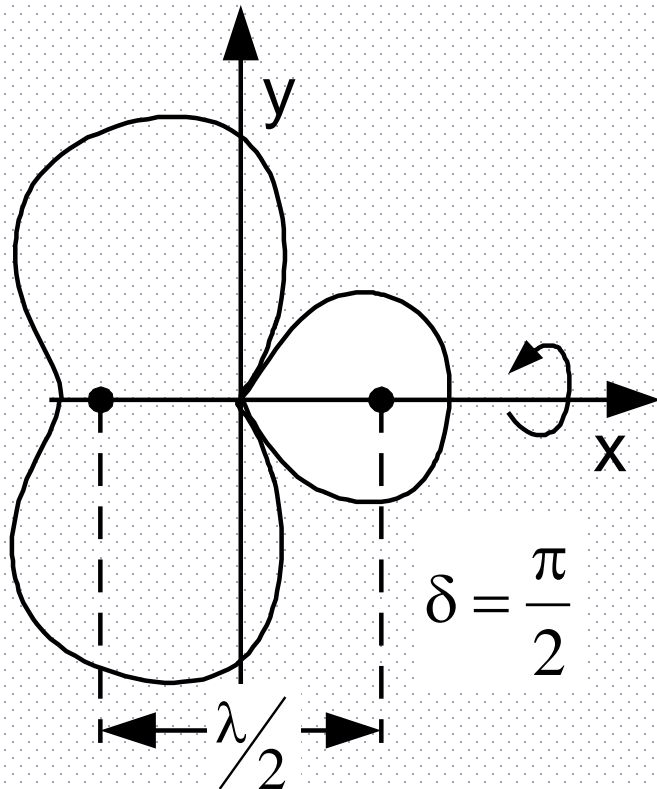
$$E_t = 2E_0 \cos \left[\frac{\pi}{\lambda} d \cos \phi + \frac{\pi}{4} \right]$$

Cari nilai sampling dari medan total

ϕ	$E_t(\phi)$
0	
10	
dst	

Kasus 3. Amplitudo sama namun fasa berbeda fasa 90 derajat

Plot hasil sampling dari medan total

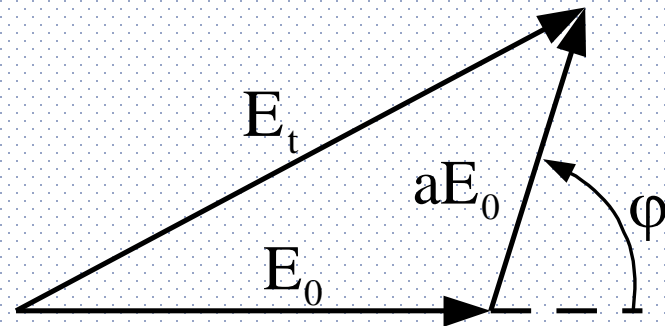


Kondisi umum

Pada kondisi umum, yaitu amplitude dan fasa berbeda, semisal,
 $|E_1| = E_0$ $|E_2| = aE_0$ Dan Beda Fasa = δ , maka

$$E_t = E_0 \sqrt{(1 + a \cos \varphi)^2 + a^2 \sin^2 \varphi} \angle \tan^{-1} \left(\frac{a \sin \varphi}{1 + a \cos \varphi} \right)$$

$$\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} d \cos \phi + \delta$$



Parameter susunan antena

- Dari kasus yang dikemukakan, perbedaan amplitude dan fasa catu serta jarak antar antena, dapat menghasilkan pola radiasi yang berbeda.

Konsep perkalian diagram arah

Perkalian diagram

- Susunan antenna biasanya akan terdiri dari antenna-antenna sejenis. *Antena sejenis adalah antenna yang memiliki diagram arah medan dan fasa yang sama*, dan orientasinya juga sama.
- Susunan dari sejumlah n antenna-antenna sejenis, dapat diperhatikan sebagai susunan sejumlah n sumber isotropik dengan catuan arus dan fasa tertentu, sehingga memiliki *Diagram Arah Medan (dan Diagram Fasa) yang terkoreksi* dengan diagram antenna single-nya.
- Pada susunan antenna yang sejenis, dapat dipakai PRINSIP PERKALIAN DIAGRAM
- Untuk susunan TAK ISOTROPIK DAN/ATAU TAK SEJENIS TIDAK BERLAKU PRINSIP PERKALIAN DIAGRAM

Perkalian diagram

- Misalkan suatu **antena A (1 buah)**, memiliki diagram arah yang dinyatakan sebagai berikut :

$$E_e = f(\theta, \phi).e^{jf_p(\theta, \phi)}$$

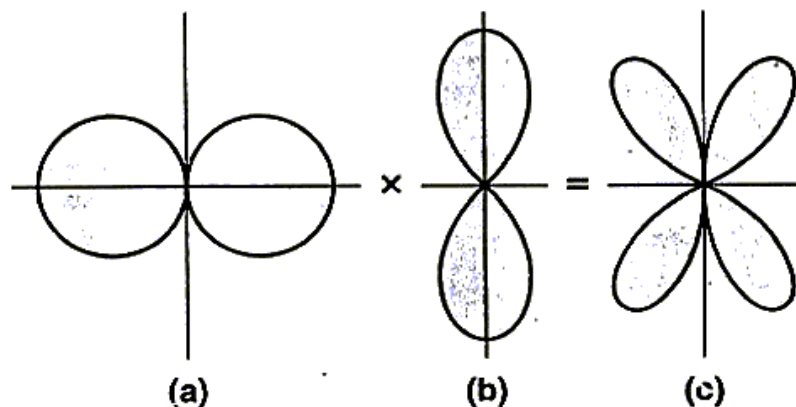
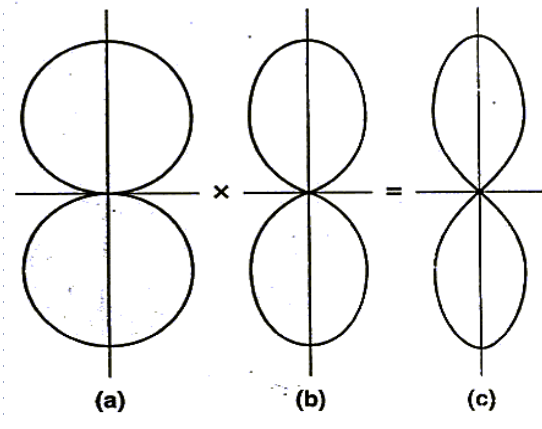
- Dan **susunan sejumlah - n** antena isotropis memiliki diagram arah :

$$E_{ti} = E_0 F(\theta, \phi).e^{jF_p(\theta, \phi)}$$

Perkalian diagram

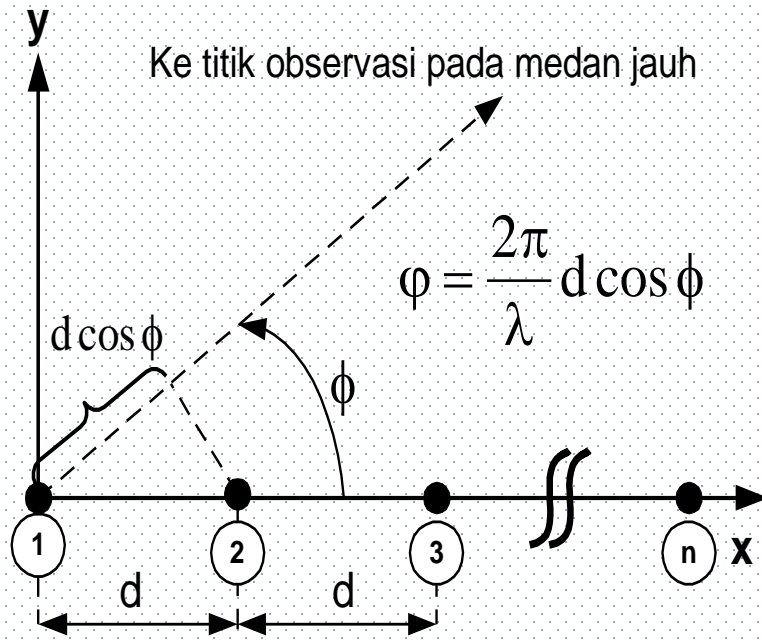
- Maka, **susunan sejumlah - n antena A**, akan memiliki diagram arah sesuai Prinsip Perkalian Diagram, sbb :

$$E_{te} = E_0 \underbrace{f(\theta, \phi) F(\theta, \phi)}_{\text{magnitude medan}} \angle \underbrace{f_p(\theta, \phi) + F_p(\theta, \phi)}_{\text{fasa}}$$



Gain antena susunan

Susunan linear n sumber isotropis



- Referensi titik 1

Dengan dinormalisasikan terhadap E_o ,

$$E_{tn} = 1 + e^{j\phi} + e^{j2\phi} + \dots + e^{j(n-1)\phi}$$

$$E_{tn} e^{j\phi} = e^{j\phi} + e^{j2\phi} + e^{j3\phi} + \dots + e^{jn\phi}$$

$$E_{tn} (1 + e^{j\phi}) = 1 - e^{jn\phi} \quad \text{⊖}$$

Didapatkan,

$$E_{tn} = \frac{1 - e^{jn\phi}}{1 - e^{j\phi}} = \frac{e^{jn\frac{\phi}{2}}}{e^{j\frac{\phi}{2}}} \left(\frac{e^{jn\frac{\phi}{2}} - e^{-jn\frac{\phi}{2}}}{e^{j\frac{\phi}{2}} - e^{-j\frac{\phi}{2}}} \right)$$

Susunan linear n sumber isotropis

didapatkan medan total ternormalisasi untuk referensi pada titik 1

$$E_{tn} = \frac{\sin\left(n \frac{\varphi}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\varphi}{2}\right)} \angle \zeta$$

dimana, $\zeta = \frac{n-1}{2} \varphi$

dan, $\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \cos \phi + \delta$

d = jarak spasi antar elemen
 δ = beda fasa antar catuan arus yang berdekatan

Array factor

Array factor adalah normalisasi medan total susunan antenna terhadap nilai maksimum dari medan total susunan tersebut

$$\text{Array Factor} = \text{AF} = E_N = \frac{E_t}{E_{\text{tmaks}}}$$

Jika,

$$E_{\text{tn}} = \frac{\sin\left(n \frac{\varphi}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\varphi}{2}\right)} \angle \zeta$$

E_{tmaks} tercapai pada
 φ mendekati 0

$$E_{\text{tmaks}} = \lim_{\varphi \rightarrow 0} \frac{\sin\left(n \frac{\varphi}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\varphi}{2}\right)} = n$$
$$E_N = \frac{E_t}{E_{\text{tmaks}}}$$

Array Factor

$$E_N = \frac{1}{n} \frac{\sin\left(n \frac{\varphi}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\varphi}{2}\right)}$$

Gain susunan

Gain Susunan (distribusi arus catuan uniform):

- Jika daya W masuk pada 1 antena \rightarrow maka $|E_1| = E_0$
- Jika daya W masuk pada n antena \rightarrow maka $|E_1'| = \frac{E_0}{\sqrt{n}}$
- Dan $E_{t \text{ maks}} = n|E_1'| = n \frac{E_0}{\sqrt{n}} = E_0 \sqrt{n}$
- Sehingga,

- Penguatan Medan

$$G_F = \frac{E_0 \sqrt{n}}{E_0} = \sqrt{n}$$

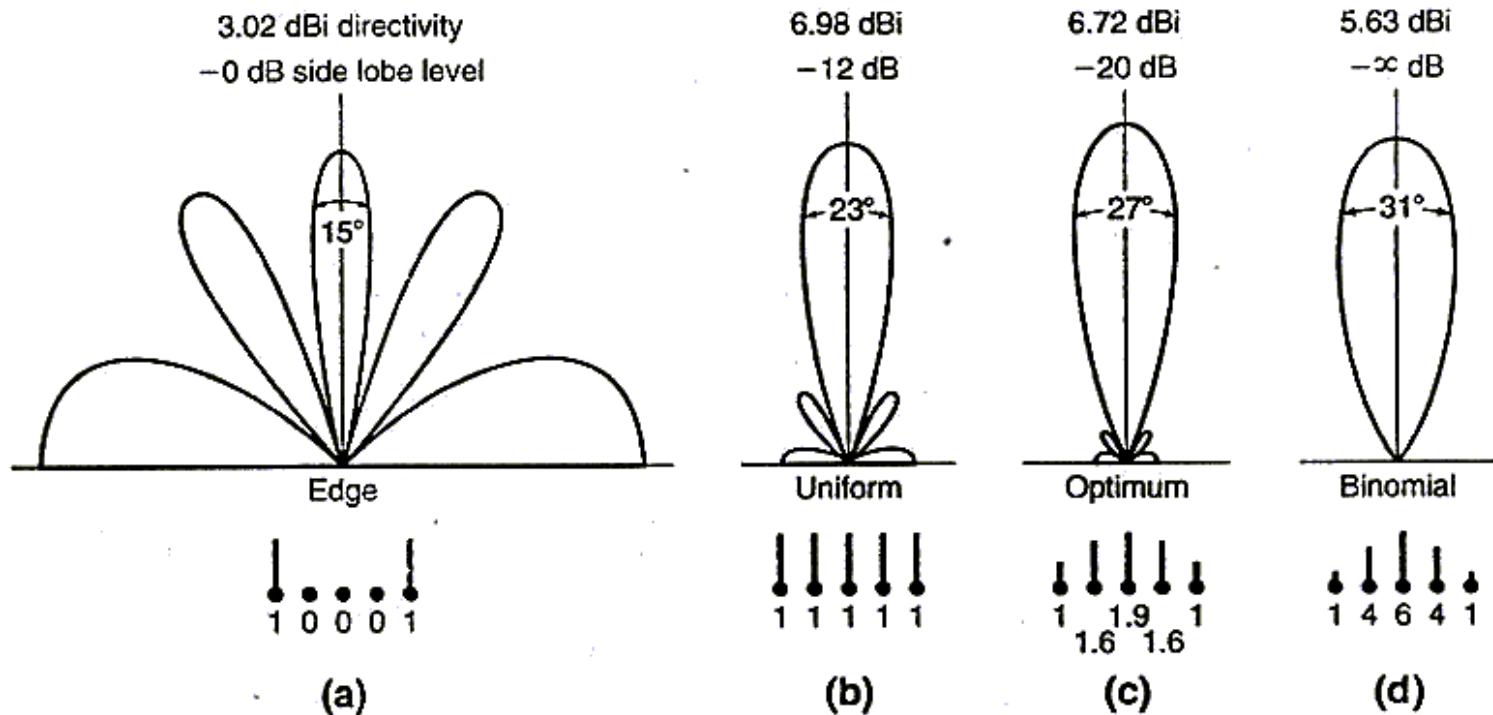
- Penguatan Daya

$$G = (G_F)^2 = n$$

Susunan binomial dan Chebyshev

Distribusi arus non-uniform

Five source array in order of decreasing side-lobe level



Distribusi binomial

Table

<i>n</i>	Relative amplitudes (Pascal's triangle)						
3			1	2	1		
4			1	3	3	1	
5			1	4	6	4	1
6		1	5	10	10	5	1

$$(a + b)^{n-1} = a^{n-1} + (n-1)a^{n-2}b + \frac{(n-1)(n-2)}{2!}a^{n-3}b^2 + \dots$$

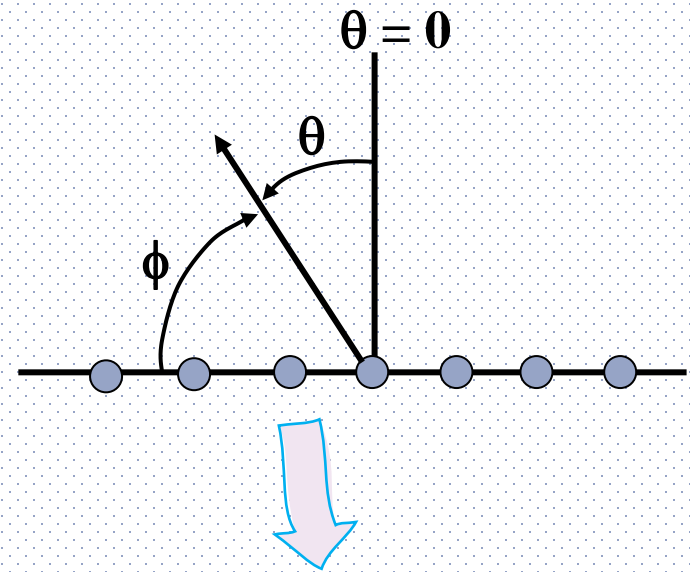
Koefisien-koefisien tersebut membentuk Deret Segitiga Pascal

Distribusi Dolph - Tchebyshev (distribusi optimum)

- Distribusi Dolph-Tchebyscheff digunakan untuk mendapatkan kriteria optimum dari pola pancar antena susunan.
- Kriteria optimum terdiri dari 2 macam :
 - Jika lebar berkas mainlobe ditentukan, maka perbandingan mayor terhadap minorlobe akan (menuju) maksimum.
 - Jika perbandingan antara mayor terhadap minor lobe ditentukan, maka lebar berkas main-lobe akan (menuju) minimum.

Distribusi Dolph - Tchebyshev (distribusi optimum)

- Dalam distribusi Dolph-Tchebyscheff, diasumsikan syarat sbb:
 - Antena ISOTROPIS dengan distribusi amplitudo arus SIMETRIS
 - Beda fasa antar catuan elemen isotropis berdekatan = 0 ($\delta = 0$)
 - Jarak spasi antar elemen isotropis SERAGAM (d seragam)



$$\begin{aligned} \varphi &= d_r \cos \phi \\ &= d_r \sin \theta \end{aligned} \bigg|_{d_{gn} \ d_r = \frac{2\pi}{\lambda} d}$$

Distribusi arus n-genap

$$E_{ne} = 2A_0 \cos \frac{\varphi}{2} + 2A_1 \cos 3\frac{\varphi}{2} + \dots + 2A_k \cos \left(\frac{n_e - 1}{2} \varphi \right)$$

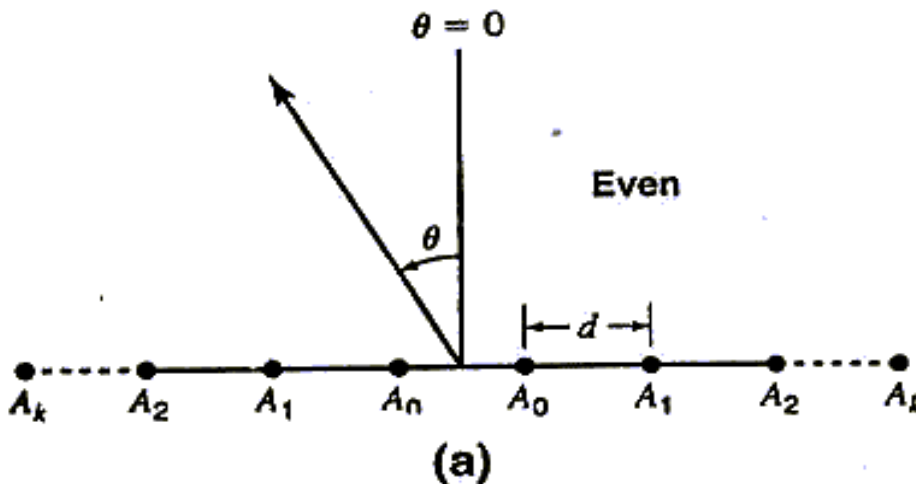
$$E_{ne} = 2 \sum_{k=0}^{N-1} A_k \cos \left([2k+1] \frac{\varphi}{2} \right)$$

dengan,

n_e = jumlah elemen (genap)

$$N = \frac{n_e}{2}$$

$$k = 0, 1, 2, \dots, (N-1)$$



Distribusi arus n-ganjil

$$E_{no} = 2A_0 + 2A_1 \cos \varphi + 2A_2 \cos 2\varphi + \dots + 2A_k \cos \left(\frac{n_o - 1}{2} \varphi \right)$$

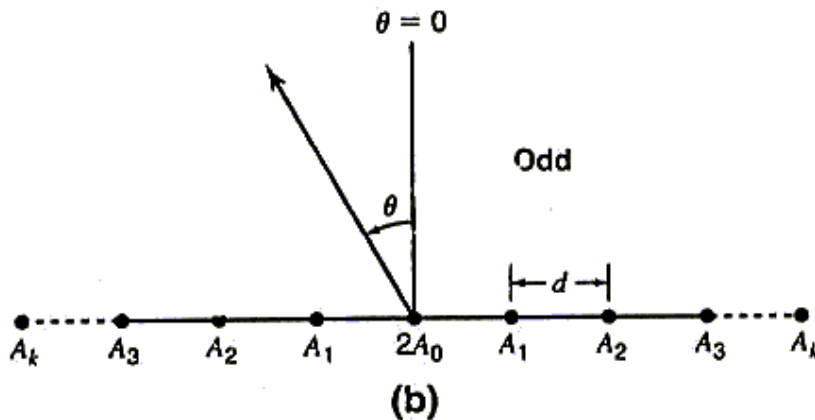
$$E_{no} = 2 \sum_{k=0}^{k=N} A_k \cos \left([2k] \frac{\varphi}{2} \right)$$

Dengan,

n_o = jumlah elemen (ganjil)

$$N = \frac{n_o - 1}{2}$$

$$k = 0, 1, 2, \dots, N$$



Harmonisa pola radiasi

$$E_{ne} = 2 \sum_{k=0}^{k=N-1} A_k \cos\left([2k+1]\frac{\varphi}{2}\right)$$

$$E_{no} = 2 \sum_{k=0}^{k=N} A_k \cos\left([2k]\frac{\varphi}{2}\right)$$

Dua persamaan di atas, dapat dipandang sebagai suatu DERET FOURIER dengan suku terbatas. Sepasang suku menyatakan kontribusi dari “sepasang” sumber atau dari sumber tengah. Dan dapat dianggap sebagai penjumlahan konstanta DC, fundamental, dan harmonik-harmonik.

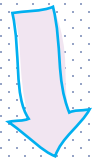
Harmonisa pola radiasi

Contoh : $n = 9$, dan $d = \frac{\lambda}{2}$

$$\text{maka, } \varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \left(\frac{\lambda}{2} \right) \sin \theta = \pi \sin \theta$$

dan konstanta A_k diasumsikan $\Rightarrow 2A_0 = A_1 = A_2 = A_3 = A_4 = \frac{1}{2}$

$$E_{\text{no}} = 2 \sum_{k=0}^{k=N} A_k \cos \left([2k] \frac{\varphi}{2} \right)$$

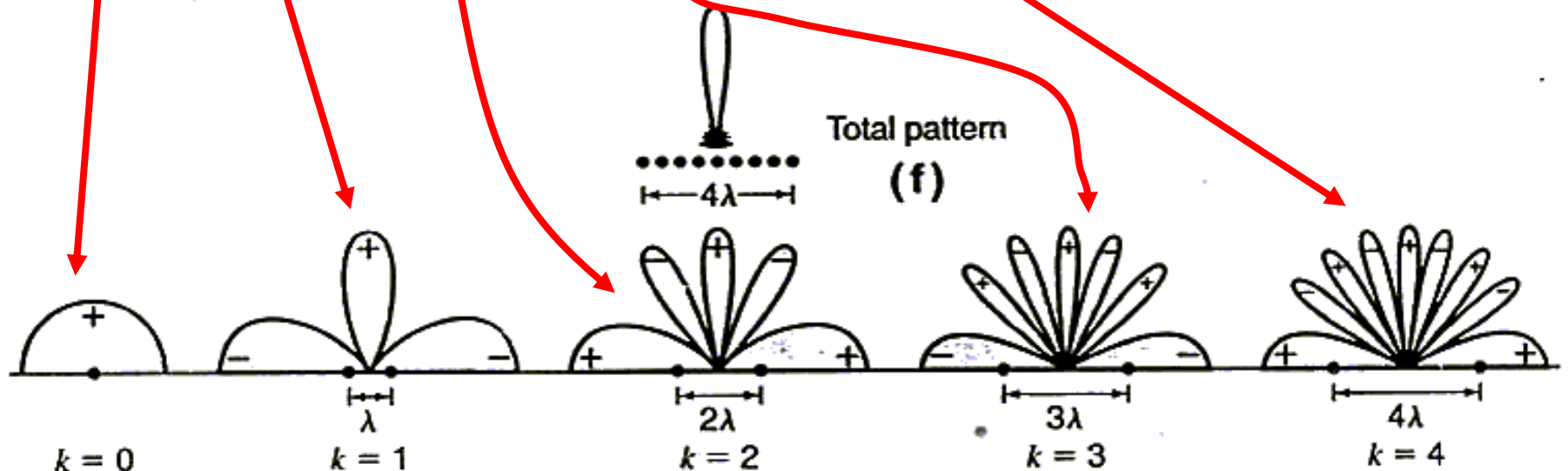


$$n = 9, \text{ dan } d = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \left(\frac{\lambda}{2} \right) \sin \theta = \pi \sin \theta$$

$$E_9 = \frac{1}{2} + \cos \varphi + \cos 2\varphi + \cos 3\varphi + \cos 4\varphi$$

Harmonisa pola radiasi

$$E_9 = \frac{1}{2} + \cos \varphi + \cos 2\varphi + \cos 3\varphi + \cos 4\varphi$$



DC

Fundamental

Harmonik#2

Harmonik#3

Harmonik#4

Polinom Tsebychev

Teorema de Moivre

$$e^{jm\frac{\varphi}{2}} = \cos m\frac{\varphi}{2} + j \sin m\frac{\varphi}{2} = \left(\cos \frac{\varphi}{2} + j \sin \frac{\varphi}{2} \right)^m \quad \text{and,}$$

$$\cos m\frac{\varphi}{2} = \operatorname{Re} \left(\cos \frac{\varphi}{2} + j \sin \frac{\varphi}{2} \right)^m$$

Jika diekpresikan dengan deret binomial,

$$\begin{aligned} \cos m\frac{\varphi}{2} = & \cos^m \frac{\varphi}{2} - \frac{m(m-1)}{2!} \cos^{m-2} \frac{\varphi}{2} \\ & + \frac{m(m-1)(m-2)(m-3)}{4!} \cos^{m-4} \frac{\varphi}{2} \sin^4 \frac{\varphi}{2} - \dots \end{aligned}$$

Polinom Tsebychev

$$\sin^2 \frac{\varphi}{2} = 1 - \cos^2 \frac{\varphi}{2} \quad \rightarrow \quad \cos m \frac{\varphi}{2} = \cos^m \frac{\varphi}{2} - \frac{m(m-1)}{2!} \cos^{m-2} \frac{\varphi}{2} + \frac{m(m-1)(m-2)(m-3)}{4!} \cos^{m-4} \frac{\varphi}{2} \sin^4 \frac{\varphi}{2} - \dots$$

$$m=0 \rightarrow \cos m \frac{\varphi}{2} = 1$$

$$m=1 \rightarrow \cos m \frac{\varphi}{2} = \cos \frac{\varphi}{2}$$

$$m=2 \rightarrow \cos m \frac{\varphi}{2} = 2 \cos^2 \frac{\varphi}{2} - 1$$

$$m=3 \rightarrow \cos m \frac{\varphi}{2} = 4 \cos^3 \frac{\varphi}{2} - 3 \cos \frac{\varphi}{2}$$

$$m=4 \rightarrow \cos m \frac{\varphi}{2} = 8 \cos^4 \frac{\varphi}{2} - 8 \cos^2 \frac{\varphi}{2} + 1$$

Dengan menggunakan turunan rekursif,

$$T_{n+1}(x) = 2x T_n(x) - T_{n-1}(x)$$

$$T_0(x) = 1$$

$$T_1(x) = x$$

$$T_2(x) = 2x^2 - 1$$

$$T_3(x) = 4x^3 - 3x$$

$$T_4(x) = 8x^4 - 8x^2 + 1$$

$$T_5(x) = 16x^5 - 20x^3 + 5x$$

$$T_6(x) = 32x^6 - 48x^4 + 18x^2 - 1$$

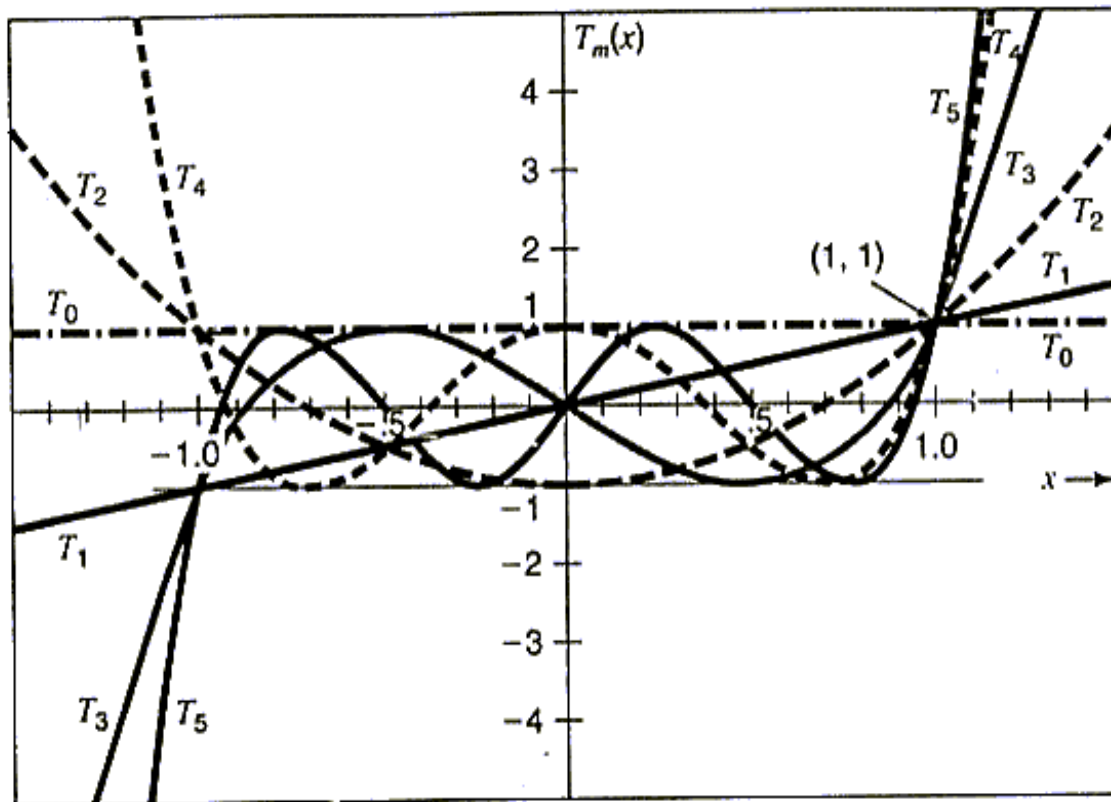
$$T_7(x) = 64x^7 - 112x^5 + 56x^3 - 7x$$

dst

dengan $x = \cos \frac{\varphi}{2}$

Polinom Tsebychev

Polinom Chebyshev secara grafis,

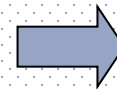


Sifat Polinom

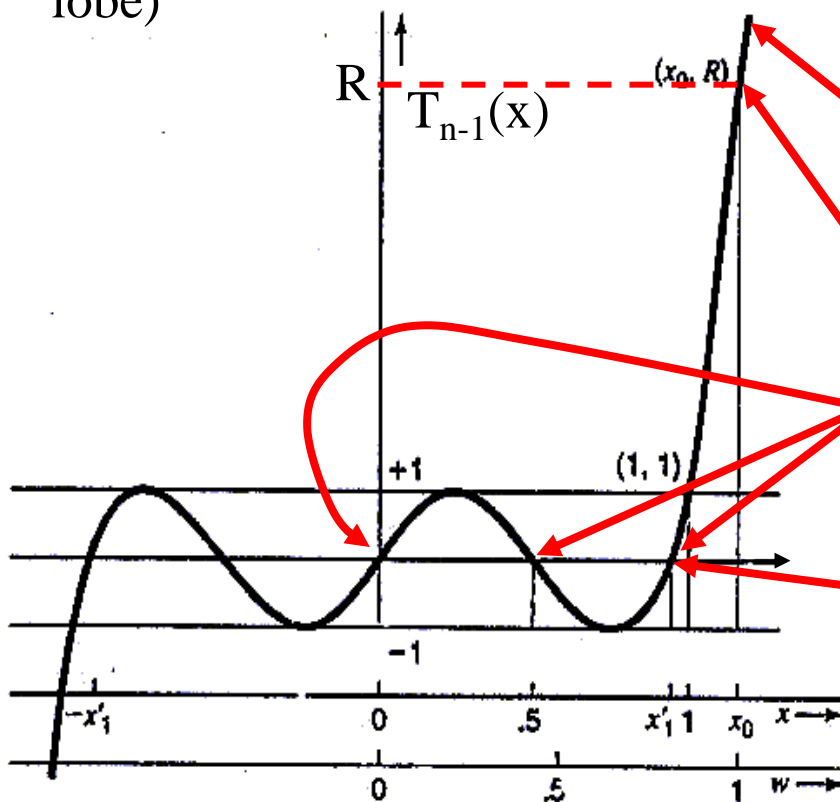
1. Semua $T_m(x)$ melewati $(1, 1)$
2. Jika $-1 \leq x \leq 1$, maka:
 $-1 \leq T_m(x) \leq 1$
3. Semua akar $T_m(x)$ ada di antara -1 dan 1 atau $-1 < x_0 < 1$
4. Semua harga ekstrim adalah ± 1

Polinom Tsebychev

R is ratio between main lobe and sidelobe(minor lobe)



$$R = \frac{\text{mainlobe maximum}}{\text{sidelobe level}}$$



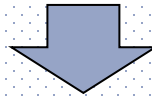
- $T_{n-1}(x)$ is the radiation pattern for n elements $\rightarrow E_n$
- Point (x_0, R) express the value of **mainlobe maximum**
- **Roots of the polynomial** express the null point
- **FNBW** (*First Null Beamwidth*) at the $(x = x'_1)$

the first root of the polynomial

$$x'_1 = \cos \left[\frac{(2k+1)\pi}{2m} \right]_{m=n-1; \text{ pilih } k=0}$$

Prosedur perancangan

1. Untuk susunan **n-sumber**, pilih polinom orde $(n - 1) \rightarrow T_{n-1}(\mathbf{x})$



2. Selesaikan $T_{n-1}(\mathbf{x}_0) = \mathbf{R}$ untuk mendapatkan harga \mathbf{x}_0 .

Untuk $\mathbf{m} = \mathbf{n} - 1$, dapat dihitung sebagai berikut :

$$\mathbf{x}_0 = \frac{1}{2} \left[\left(\mathbf{R} + \sqrt{\mathbf{R}^2 - 1} \right)^{\frac{1}{\mathbf{m}}} + \left(\mathbf{R} - \sqrt{\mathbf{R}^2 - 1} \right)^{\frac{1}{\mathbf{m}}} \right]$$

Prosedur perancangan

3. **Penskalaan.** Jika $R > 1$, maka $x_0 > 1$ juga. Padahal nilai x adalah berkisar $(-1 \leq x \leq 1)$, sebab $x = \cos(\varphi/2)$. **Lakukan perubahan skala $x \rightarrow w$**

$$w = \frac{x}{x_0}$$



$$w = \cos \frac{\varphi}{2}$$

4. **Persamaan medan total n-sumber**

$$E_{ne} = 2 \sum_{k=0}^{N-1} A_k \cos\left([2k+1]\frac{\varphi}{2}\right)$$

$$N = \frac{n_e}{2}$$

n genap

$$E_{no} = 2 \sum_{k=0}^{N-1} A_k \cos\left([2k]\frac{\varphi}{2}\right)$$

$$N = \frac{n_o - 1}{2}$$

n ganjil

Persamaan dapat dinyatakan dalam w (setelah penyekalaan)

Prosedur perancangan

5. **Penyetaraan**. $E_n(w)$ disetarakan dengan $T_{n-1}(x)$, dengan : $w = \frac{x}{x_0}$

$$E_n(w) \Big|_{w=\frac{x}{x_0}} = T_{n-1}(x)$$

Diperoleh harga-harga : $A_0, A_1, A_2, \dots, A_k$

Teknik pencatuan antena susunan

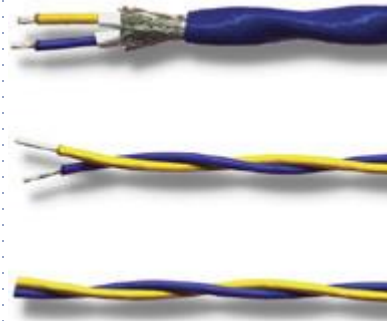
Teknik pencatuan

- Pencatuan pada dasarnya menghubungkan antena dengan piranti lain melewati saluran transmisi.
- Prinsip dasar pencatuan : matching impedance

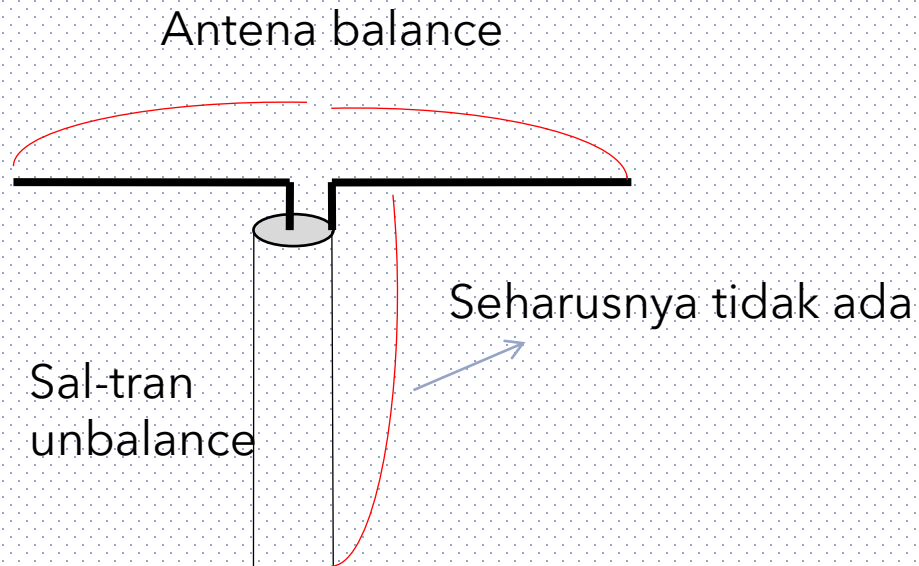
Balun

- Balun : rangkain untuk menghubungkan antena balance (dipole) ke saluran transmisi unbalance.
- Saluran transmisi balance : Kabel two wire
 Z_o : 600 Ohm, 300 Ohm
- Saluran transmisi unbalance : Kabel coaxial
Rg 8/U , Rg 58/U : $Z_o = 50$ Ohm
Rg 11/U, Rg 59/U : $Z_o = 75$ Ohm
GR-874 : $Z_o = 60$ Ohm

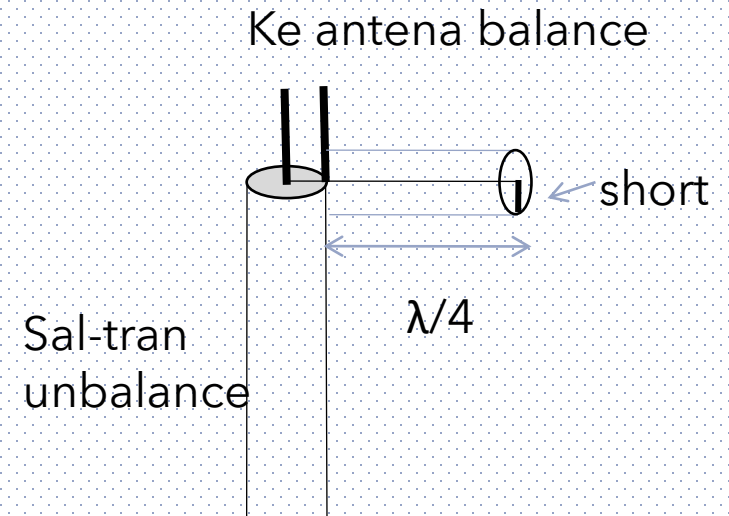
Balun



Balun

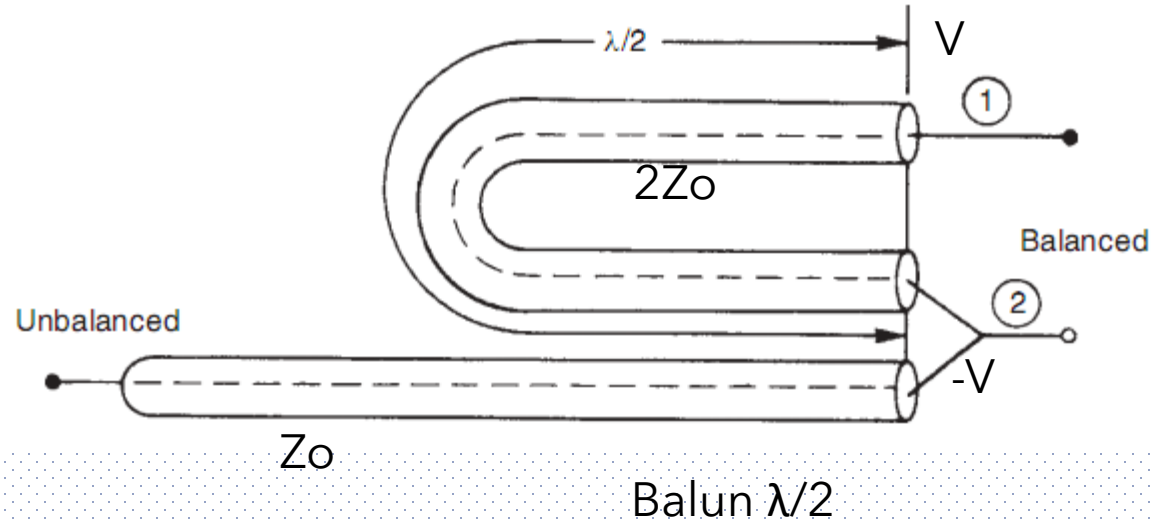


— : Distribusi arus



Balun $\lambda/4$

Balun

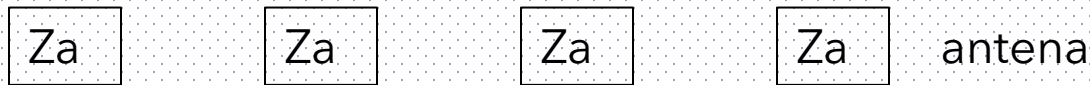


Rangkaian pencatu

Perbandingan arus

Distribusi uniform

$I: \quad 1 \quad : \quad 1 \quad : \quad 1 \quad : \quad 1$



Z'_o

Z'_o

Z'_o

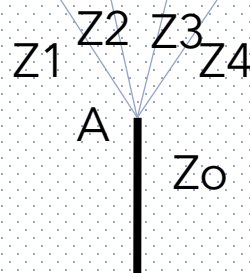
Z'_o

$$\frac{1}{Z_o} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3} + \frac{1}{Z_4}$$

$$\frac{1}{Z_o} = \frac{4}{Z_1}$$

$$Z_1 = 4Z_o, \quad Z_2 = Z_3 = Z_4 = 4Z_o$$

Panjang sal-trans = $\lambda/4$



Supaya antenna dirasakan memiliki impedansi $4Z_o$ pada titik A, maka dapat transformator $\lambda/4$ dengan

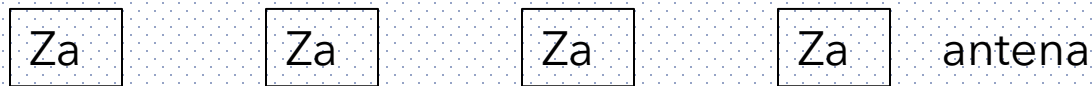
$$Z'_o = \sqrt{Z_a \cdot 4Z_o}$$

Rangkaian pencatu

Perbandingan arus

I : 1 : 3 : 3 : 1

Distribusi tidak uniform



Z'_{01}

Z'_{02}

Z'_{03}

Z'_{04}

$$\frac{1}{Z_o} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3} + \frac{1}{Z_4}$$

$$\frac{1}{Z_o} = \frac{1}{3Z_x} + \frac{1}{Z_x} + \frac{1}{Z_x} + \frac{1}{3Z_x} = \frac{8}{3Z_x}$$

$$Z_1 = 8Z_o, Z_2 = Z_3 = \frac{8}{3}Z_o, Z_4 = 8Z_o$$

Panjang sal-trans = $\lambda/4$

Z_1 Z_2 Z_3 Z_4

A

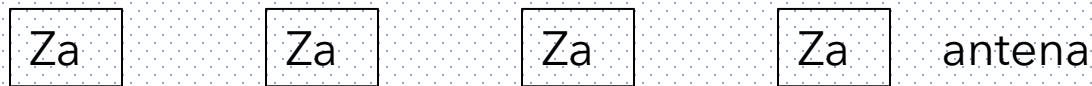
Z_o

Rangkaian pencatu

Perbandingan arus

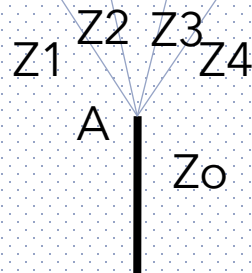
$I:$ 1 : 3 : 3 : 1

Distribusi tidak uniform



Z'_{01} Z'_{02} Z'_{03} Z'_{04}

Panjang sal-trans = $\lambda/4$



Supaya antenna 1 dan 4 dirasakan memiliki impedansi $8Z_0$ pada titik A, maka dapat transformator $\lambda/4$ dengan

$$Z'_{01} = \sqrt{Z_a \cdot 8Z_0}$$

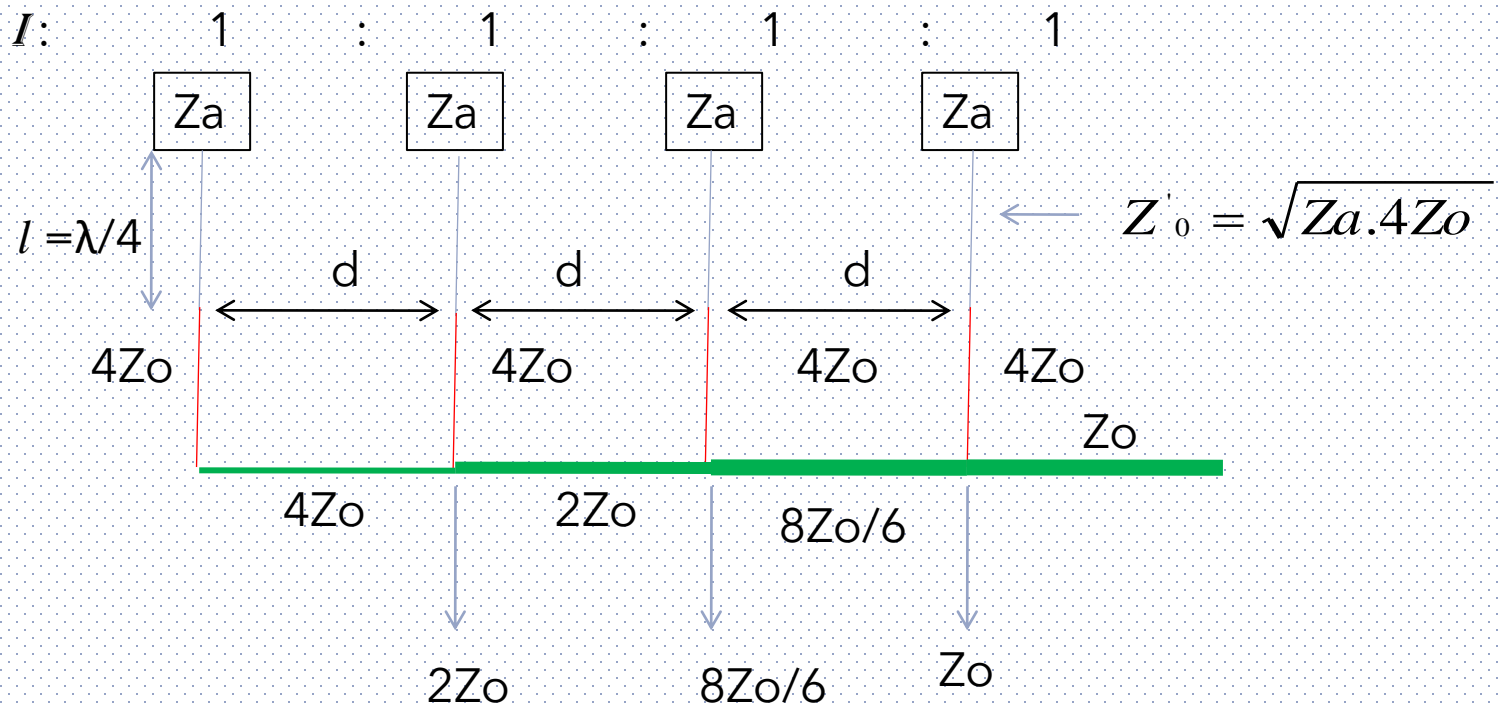
Dan untuk antenna 2 dan 3

$$Z'_{02} = \sqrt{Z_a \cdot \frac{8}{3} Z_0}$$

Rangkaian pencatu

Perbandingan arus

Distribusi uniform



Terima kasih