

DTG2A3



# Teknik Saluran Transmisi

*By : Dwi Andi Nurmantris*

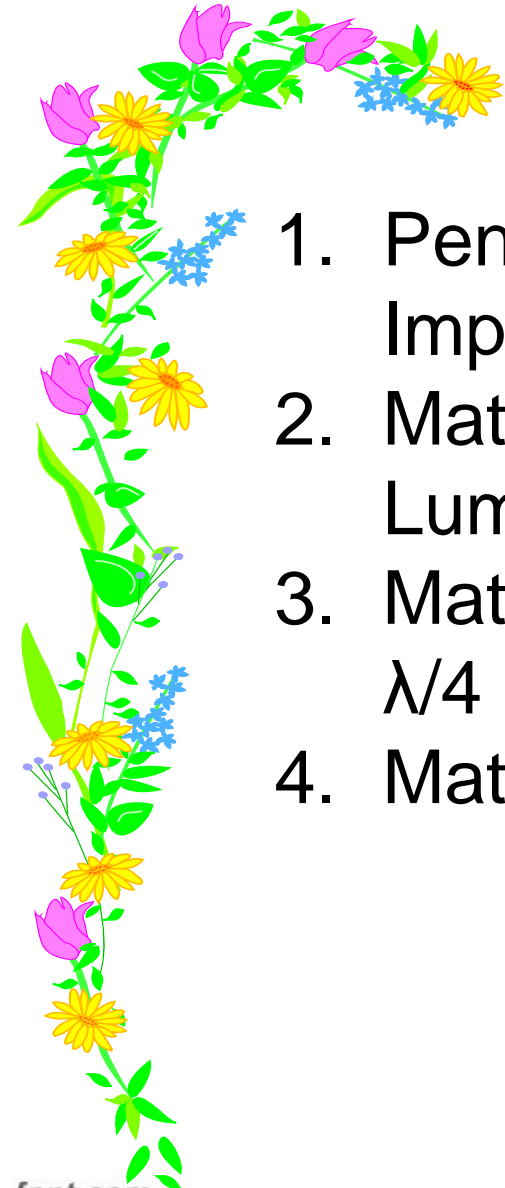


## 7. MATCHING IMPEDANCE NETWORK

# Content



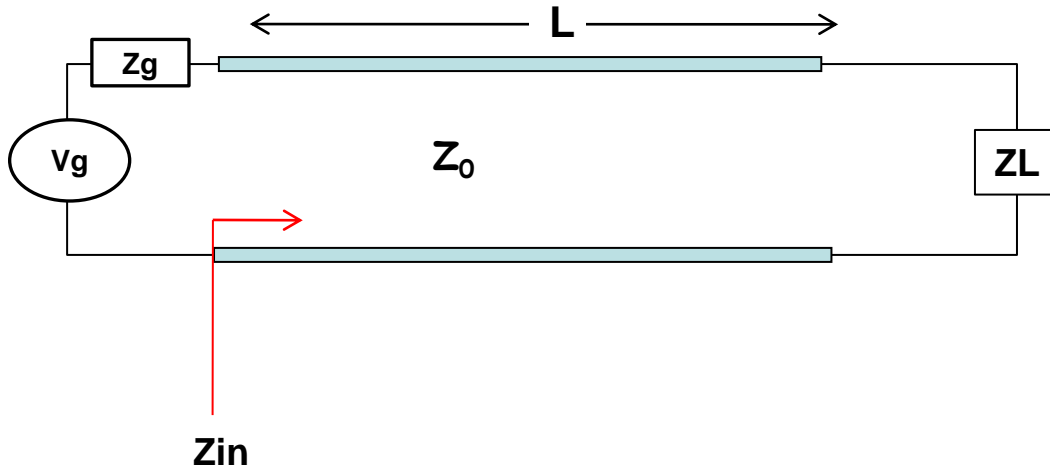
1. Pendahuluan :Konsep Dasar Matching Impedance
2. Matching Impedance menggunakan Lumped Element
3. Matching Impedance menggunakan Trafo  $\lambda/4$
4. Matching Impedance menggunakan Stub





# Pendahuluan : Konsep Dasar Matching Impedance

# Pendahuluan : Konsep Dasar Matching Impedance



- ❑ Tujuan dari Teknik saluran Transmisi adalah agar seluruh daya yang dikirim dari sumber bisa sampai ke beban dengan maksimum
- ❑ Agar daya yang diserap oleh beban maksimum → **Transfer Daya Maksimum**
- ❑ Syarat terjadi transfer daya maksimum :

$$Z_{in} = Z_g^*$$



Masalahnya adalah  $Z_{in}$  tergantung oleh :

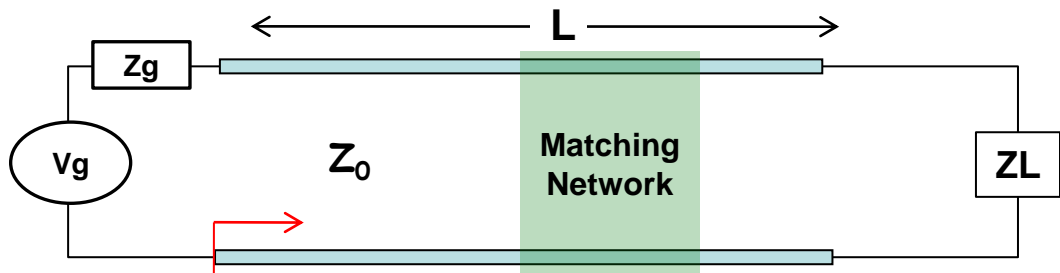
1.  $Z_L$  (bervariasi)
2.  $Z_0$  (terstandard)
3.  $L$  (berubah-ubah)

# Pendahuluan : Konsep Dasar Matching Impedance



Tapi ...

Kita bisa modifikasi saluran kita dengan menyelipkan suatu "MATCHING IMPEDANCE NETWORK" antara sumber dengan beban



$$Z_{in} = Z_g^*$$

TUJUANNYA adalah :  
Untuk mentransformasikan Beban ZL  
agar  $Z_{in} = Z_g^*$

Agar Daya yang di kirim tidak banyak berkurang pada rangkaian matching impedance maka syarat matching network :

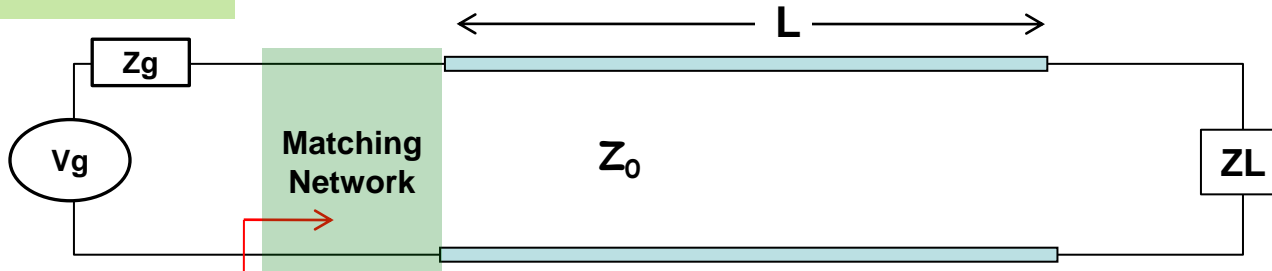
1. Matching network harus lossless
2. Matching impedance didesain harus reaktif murni (OC atau SC)

# Pendahuluan : Konsep Dasar Matching Impedance



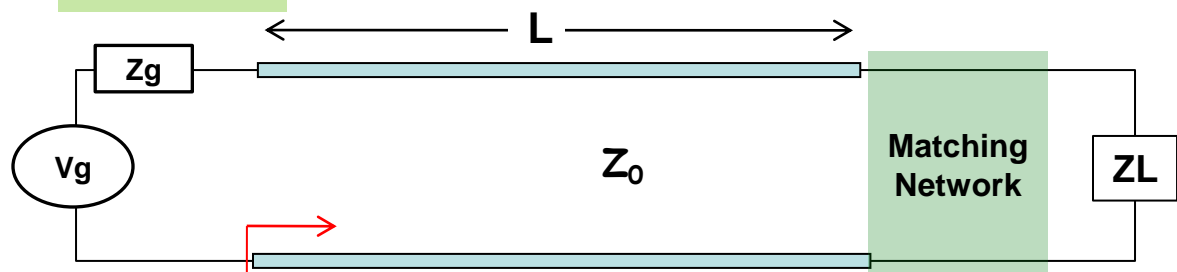
## Posisi Matching Impedance Network

Disisi Sumber



$$Z_{in} = Z_g^*$$

Disisi Beban



$$Z_{in} = Z_g^*$$

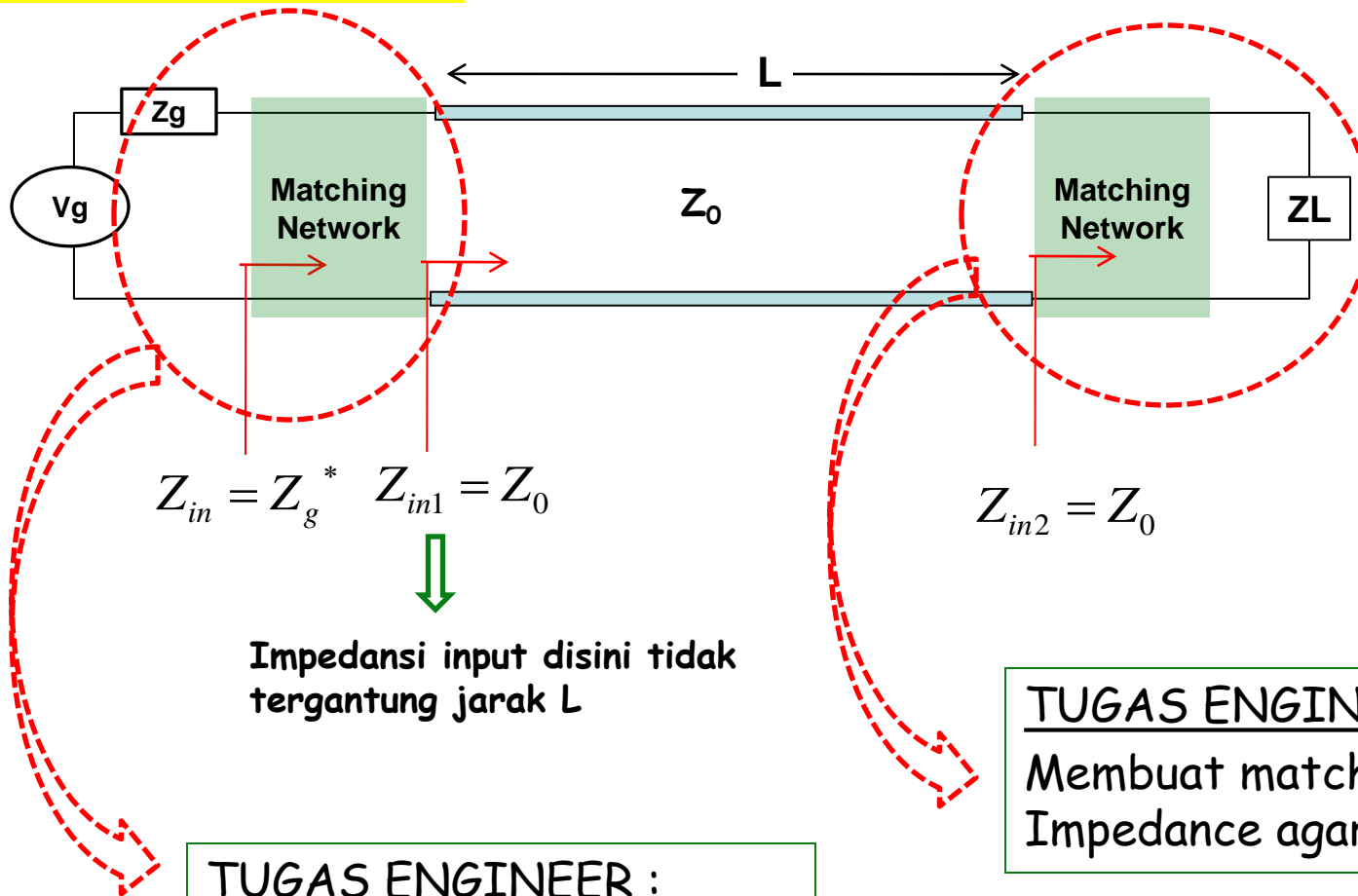
**MASALAHNYA :**  
Dua-duanya masih  
tergantung dari  
Jarak/panjang saltran



# Pendahuluan : Konsep Dasar Matching Impedance



## Practical Problem



**TUGAS ENGINEER :**  
Membuat matching Impedance agar  $Z_g^* = Z_0$

**TUGAS ENGINEER :**  
Membuat matching Impedance agar  $Z_L = Z_0$

# Pendahuluan : Konsep Dasar Matching Impedance



## Jenis – jenis Matching Impedance

### Lumped Element

- L-Network
- T-Network dan Phi-Network
- Multi Element

Elkom

### TRAFO $N/4$

- Single section
- Multiple section (Binomial design, Tschebyscheff design)

### STUB

- Stub seri, stub paralel
- Stub OC, stub SC
- Stub tunggal, stub ganda, stub triple

### Pemilihan Matching Impedance

- Kompleksitas
- Bandwidth
- Implementasi
- Adjustable





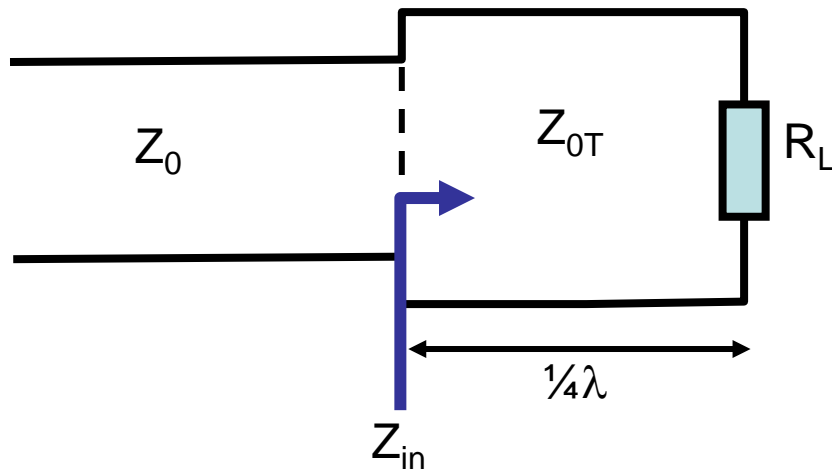
# Matching Impedance Menggunakan Trafo $\lambda/4$

# Matching Impedance Menggunakan Trafo $\lambda/4$



## Jika Beban Resistif Murni

- Jika diasumsikan saluran lossless dengan impedansi  $Z_0$  dan  $Z_{0T}$ , sedangkan  $Z_L = R_L$  (resistif murni), maka :



$$Z_{in} = Z_{0T} \frac{R_L + jZ_{0T} \tan \frac{2\pi}{\lambda} \left( \frac{\lambda}{4} \right)}{Z_{0T} + jR_L \tan \frac{2\pi}{\lambda} \left( \frac{\lambda}{4} \right)} = \frac{Z_{0T}^2}{R_L}$$

- Syarat Matching :

$$\boxed{Z_{in} = Z_0} \quad \longrightarrow \quad Z_0 = \frac{Z_{0T}^2}{R_L} \quad \longrightarrow \quad \boxed{Z_{0T} = \sqrt{Z_0 R_L}}$$

# Matching Impedance Menggunakan Trafo $\lambda/4$



## Contoh Soal

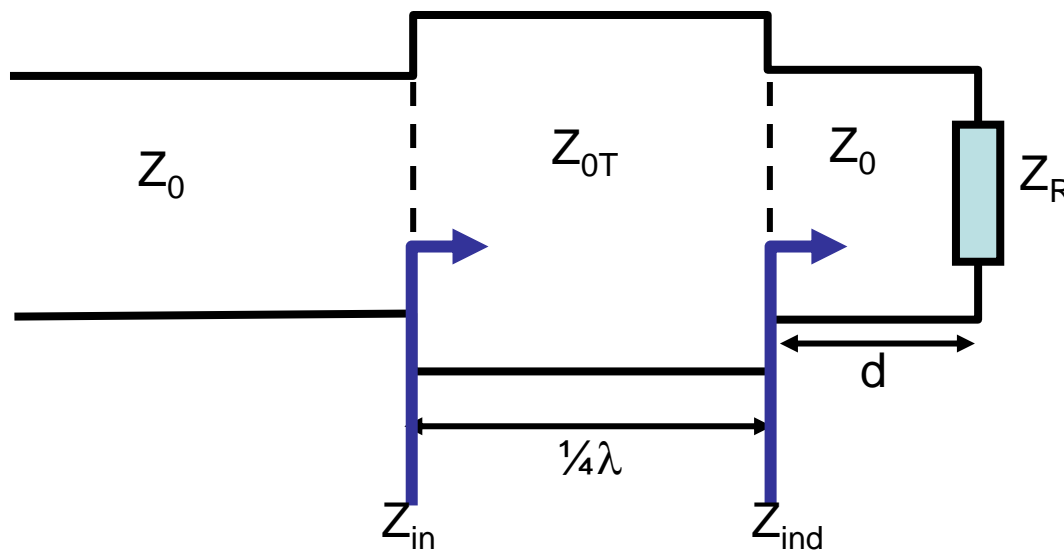
Sebuah beban dengan impedansi  $Z_L = 500$  ohm akan disesuaikan ke saluran dengan impedansi karakteristik 50 ohm. Penyesuai impedansi menggunakan matching network trafo  $\lambda/4$ . tentukanlah impedansi karakteristik trafo.

# Matching Impedance Menggunakan Trafo $\lambda/4$



## Jika Beban Kompleks

- Untuk kasus dimana  $Z_L$  tidak resistif murni, maka **trafo**  $\frac{1}{4}\lambda$  dipasang sejarak **d** dari beban, sedemikian  **$Z_{ind}$**  bernilai resistif murni  $\rightarrow Z_{ind} = R_{ind} + jX_{ind}$



Untuk Mencari Impedansi karakteristik trafo

$$Z_{0T} = \sqrt{Z_0 R_{ind}}$$

$$Z_{ind} = R_{ind} + jX_{ind}$$

Cari panjang d sehingga  $\rightarrow X_{ind} = 0$

# Matching Impedance Menggunakan Trafo $\lambda/4$



## Contoh Soal

Sebuah beban dengan impedansi  $Z_L = (100 + j100)$  ohm akan disesuaikan ke saluran dengan impedansi karakteristik 50-ohm. Penyesuai impedansi menggunakan matching network trafo  $\lambda/4$ . tentukanlah jarak pemasangan trafo dan impedansi karakteristik trafo.

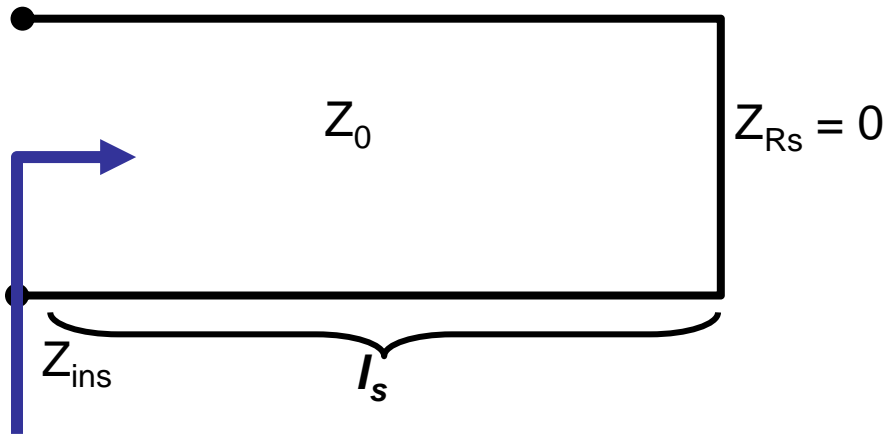


# Matching Impedance Menggunakan Stub

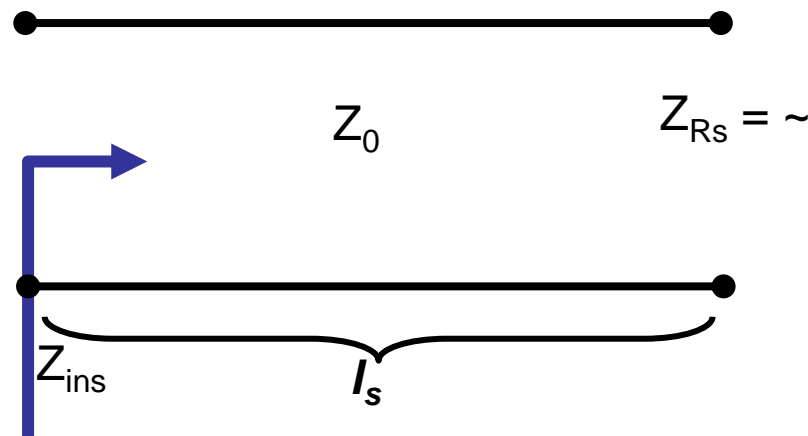
# Matching Impedance Menggunakan Stub



## Pendahuluan Stub



- **Stub** adalah potongan saluran transmisi yang digunakan untuk memberikan kompensasi reaktansi pada saluran transmisi utama.

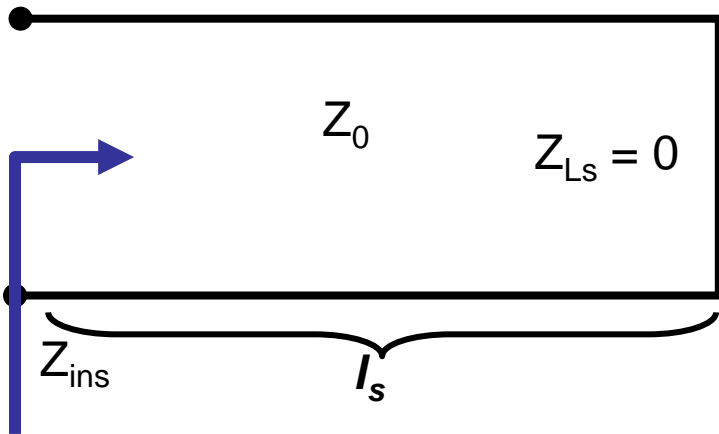


- **Stub** bisa berupa saluran transmisi tertutup (SC), bisa juga dibiarkan terbuka (OC). Namun demikian, umumnya dipakai stub tertutup untuk menghindari kebocoran radiasi medan.

# Matching Impedance Menggunakan Stub



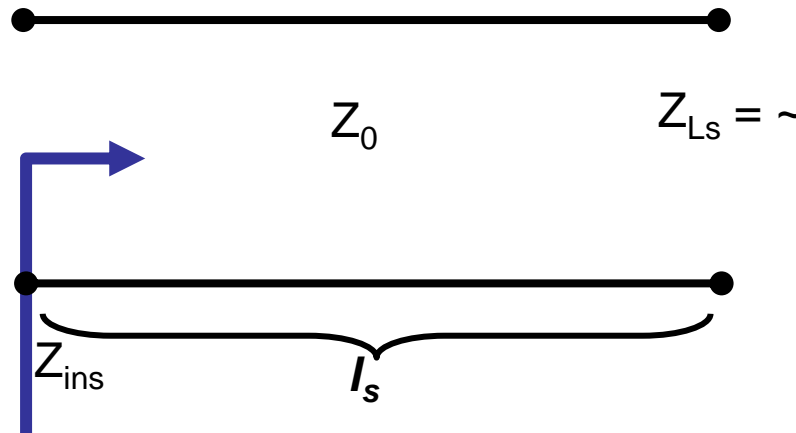
## Impedansi Input Stub



$$Z_{ins} = Z_0 \frac{Z_{Ls} + jZ_0 \tan \beta l_s}{Z_0 + jZ_{Ls} \tan \beta l_s} = Z_0 \frac{0 + jZ_0 \tan \beta l_s}{Z_0 + j0 \tan \beta l_s}$$

$$= jZ_0 \tan \beta l_s$$

$$Y_{ins} = \frac{1}{jZ_0 \tan \beta l_s} = -\frac{j}{Z_0 \tan \beta l_s}$$



$$Z_{ins} = Z_0 \frac{\sim + jZ_0 \tan \beta l_s}{Z_0 + j \sim \tan \beta l_s}$$

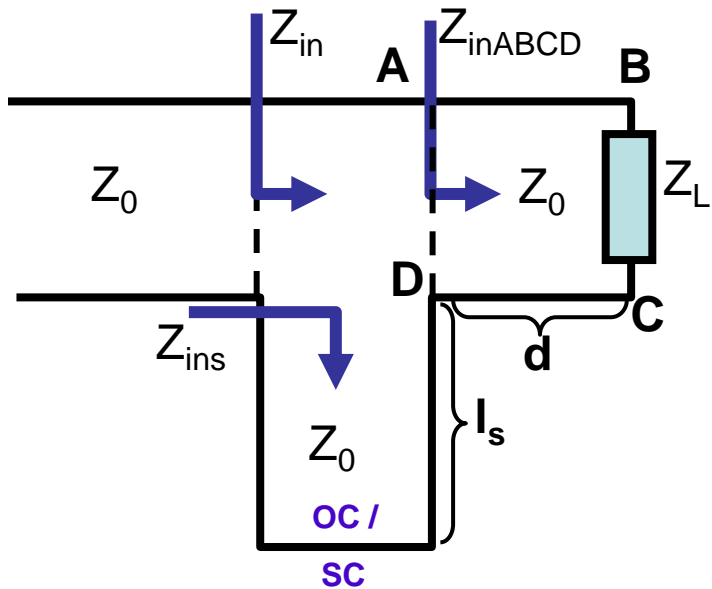
$$= Z_0 \frac{1 + 0}{0 + j \tan \beta l_s}$$

$$= -j \frac{Z_0}{\tan \beta l_s}$$

$$Y_{ins} = \frac{1}{-j \frac{Z_0}{\tan \beta l_s}} = -\frac{j \tan \beta l_s}{Z_0}$$



# Matching Impedance Menggunakan Stub (stub tunggal seri SC dan OC)



$$Z_{inABCD} = Z_0 \frac{Z_L + jZ_0 \tan \beta d}{Z_0 + jZ_L \tan \beta d}$$

$$= \text{Re}\{Z_{inABCD}\} + j \text{Im}\{Z_{inABCD}\}$$

$$Z_{ins(SC)} = jZ_0 \tan \beta l_s$$

$$Z_{ins(OC)} = -j \frac{Z_0}{\tan \beta l_s}$$

Syarat matched :

$$Z_{in} = Z_0$$

Untuk saluran lossless, impedansi karakteristik bersifat resistif murni :

$$Z_0 = R_0$$

$$Z_{in} = Z_{inABCD} + Z_{ins}$$

$$R_0 = \text{Re}\{Z_{inABCD}\} + j \text{Im}\{Z_{inABCD}\} + jZ_0 \tan \beta l_s$$

(misal SC) harus = 0

Syarat matched !

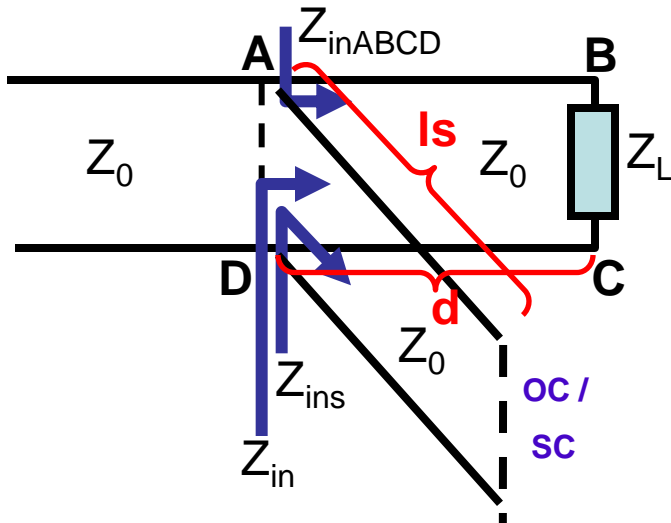
$$\text{Re}\{Z_{inABCD}\} = R_0$$

didapat d !!

$$j \text{Im}\{Z_{inABCD}\} + jZ_0 \tan \beta l_s = 0$$

didapat l\_s !!

# Matching Impedance Menggunakan Stub (stub tunggal paralel SC)



$$Z_{inABCD} = Z_0 \frac{Z_L + jZ_0 \tan \beta d}{Z_0 + jZ_L \tan \beta d}$$

$$= \text{Re}\{Z_{inABCD}\} + j \text{Im}\{Z_{inABCD}\}$$

$$Z_{ins(SC)} = jZ_0 \tan \beta l_s$$

$$Z_{ins(OC)} = -j \frac{Z_0}{\tan \beta l_s}$$

Syarat matched :

$$Z_{in} = Z_0$$

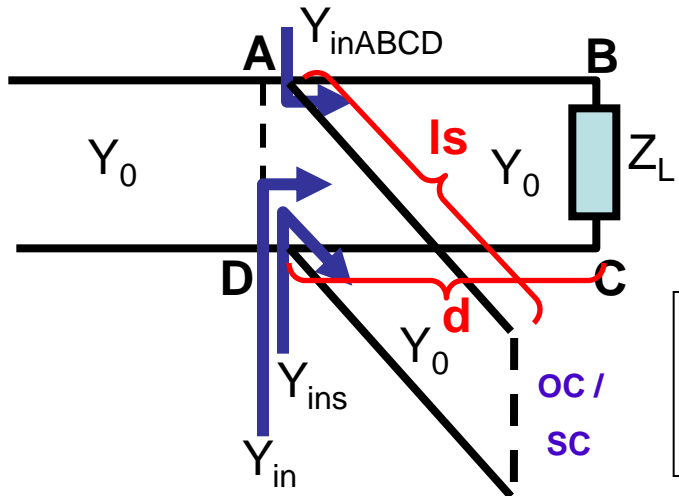
Untuk saluran lossless, impedansi karakteristik bersifat resistif murni :

$$Z_0 = R_0$$

$$Z_{in} = \frac{Z_{inABCD} \times Z_{ins}}{Z_{inABCD} + Z_{ins}} = Z_0$$

Penyelesaian matematis cukup panjang dan sulit, sehingga untuk stub paralel, lebih baik bekerja di ADMITANSI !!

# Matching Impedance Menggunakan Stub (stub tunggal paralel SC dan OC)



$$Y_{inABCD} = \frac{1}{Z_0} \frac{Z_0 + jZ_L \tan \beta d}{Z_L + jZ_0 \tan \beta d}$$

$$= \text{Re}\{Y_{inABCD}\} + j \text{Im}\{Y_{inABCD}\}$$

$$Y_{ins(SC)} = -\frac{j}{Z_0 \tan \beta l_s}$$

$$Y_{ins(OC)} = -\frac{j \tan \beta l_s}{Z_0}$$

Syarat matched :

$$Y_{in} = Y_0$$

$$Y_{in} = Y_{inABCD} + Y_{ins}$$

(misal : SC)  
harus = 0

$$\frac{1}{R_0} = \text{Re}\{Y_{inABCD}\} + j \text{Im}\{Y_{inABCD}\} - \frac{j}{Z_0 \tan \beta l_s}$$

Jadi, syarat matched !

$$\frac{1}{R_0} = \text{Re}\{Y_{inABCD}\}$$

didapat d !

dan

$$j \text{Im}\{Y_{inABCD}\} - \frac{j}{Z_0 \tan \beta l_s} = 0$$

didapat l\_s !!

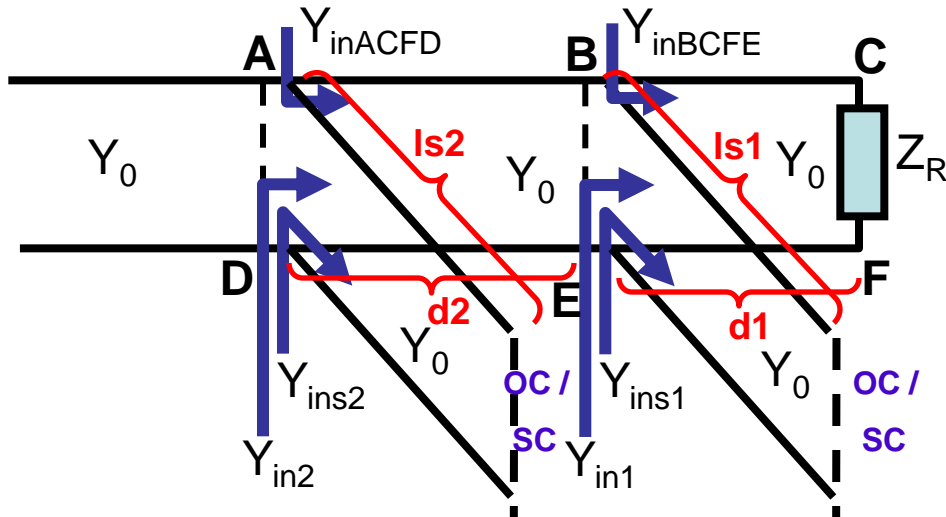
# Matching Impedance Menggunakan Stub (stub tunggal paralel SC dan OC)



## Contoh Soal

Sebuah beban dengan impedansi  $Z_L = (100 + j100)$  ohm akan disesuaikan ke saluran koaksial 50-ohm. Kecepatan rambat gelombang di saluran koaksial sebesar 0,8 kecepatan gelombang di vakum dan dioperasikan pada frekuensi 300 Mhz. Penyesuai impedansi menggunakan matching network stub tunggal paralel. Jika digunakan stub dengan ujung terbuka, tentukanlah jarak  $d$  dan panjang stub  $l_s$

# Matching Impedance Menggunakan Stub (stub ganda paralel SC dan OC)



$$Y_{inBCFE} = \frac{1}{Z_0} \frac{Z_0 + jZ_R \tan \beta d_1}{Z_R + jZ_0 \tan \beta d_1} = G_1 + jB_1$$

$$Y_{in1} = Y_{inBCFE} + Y_{ins1}$$

$$Y_{inACFD} = \frac{1}{Z_0} \frac{Z_0 + jZ_{in1} \tan \beta d_2}{Z_{in1} + jZ_0 \tan \beta d_2} = G_2 + jB_2$$

**Catatan :**  
 Dalam desain biasanya d1 dan d2 di tentukan  
 Sedangkan Is1 dan Is2 yang bisa di *adjust*

$$Y_{ins(SC)} = -\frac{j}{Z_0 \tan \beta l_s}$$

$$Y_{ins(OC)} = -\frac{j \tan \beta l_s}{Z_0}$$

**Syarat matched :**

$$Y_{in2} = Y_0$$

$$Y_{in2} = Y_{inACFD} + Y_{ins2}$$

(misal : SC) harus = 0

$$\frac{1}{R_0} = G_2 + jB_2 - \frac{j}{Z_0 \tan \beta l_{s2}}$$

# Questions???



