

DASAR-DASAR SISTEM TENAGA LISTRIK

Minggu 4: Saluran Transmisi - Parameter R, L, C, Model Pendek & Menengah
(Nominal- π /T)

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik - Universitas Bengkulu

Semester Genap 2026

Agenda Pembahasan Minggu 4

- 1 Parameter Saluran Transmisi (R , L , C)
- 2 Model Saluran Pendek ($j < 80$ km)
- 3 Model Saluran Menengah (80 - 250 km): Nominal- π Nominal-T
- 4 Regulasi Tegangan Simulasi Octave

Parameter Dasar Saluran Transmisi

1. Resistansi Saluran (R)

$$R_{dc} = \frac{\rho \cdot L}{A}$$

Diperhitungkan pengaruh suhu dan **Efek Kulit (*Skin Effect*)** pada frekuensi 50 Hz ($R_{ac} > R_{dc}$).

2. Induktansi Saluran (L)

$$L = 2 \times 10^{-7} \ln \left(\frac{D_{eq}}{D_s} \right) \quad [\text{H/m/fasa}]$$

$$D_{eq} = \sqrt[3]{D_{ab} D_{bc} D_{ca}}, \quad D_s = \text{GMR konduktor}$$

3. Kapasitansi Saluran (C)

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln \left(\frac{D_{eq}}{D_r} \right)} \quad [\text{F/m/fasa}]$$

Kapasitansi antarkonduktor ke netral menimbulkan arus pengisian (*charging current*).

Model Saluran Transmisi Pendek ($L < 80$ km)

Asumsi Model Saluran Pendek

Kapasitansi C sangat kecil sehingga dapat **diabaikan**. Impedansi total $Z = R + jX_L$.

Persamaan Tegangan Arus

$$V_S = V_R + I_R \cdot Z$$

$$I_S = I_R$$

Matriks Parameter ABCD

$$\begin{bmatrix} V_S \\ I_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & Z \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Sifat jaringan simetris timbal balik:
 $A = D = 1$, $AD - BC = 1$.

Model Saluran Menengah ($80 \text{ km} < L < 250 \text{ km}$)

1. Model Nominal- π

Kapasitansi $Y = j\omega C$ dibagi dua sama besar di ujung pengirim dan penerima ($Y/2$).

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + \frac{ZY}{2} & Z \\ Y \left(1 + \frac{ZY}{4}\right) & 1 + \frac{ZY}{2} \end{bmatrix}$$

2. Model Nominal-T

Impedansi Z dibagi dua di kedua lengan ($Z/2$), admitansi Y ditempatkan di tengah.

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + \frac{ZY}{2} & Z \left(1 + \frac{ZY}{4}\right) \\ Y & 1 + \frac{ZY}{2} \end{bmatrix}$$

Regulasi Tegangan & Skrip Octave Parameter ABCD

Definisi Regulasi Tegangan (VR)

$$VR = \frac{|V_{R,no_load}| - |V_{R,full_load}|}{|V_{R,full_load}|} \times 100\% = \frac{\left|\frac{V_S}{A}\right| - |V_R|}{|V_R|} \times 100\%$$

Skrip Octave: Matriks ABCD Nominal- π

```
Z = 15 + 45j;           % Impedansi Total Saluran (Ohm)
Y = 3e-4j;              % Admitansi Total (S)
A = 1 + (Z*Y)/2;
B = Z;
C = Y * (1 + (Z*Y)/4);
D = A;
fprintf('Parameter A = %.4f + j%.4f\n', real(A), imag(A));
fprintf('Determinant AD-BC = %.4f\n', real(A*D - B*C));
```

Rangkuman Minggu 4

- Saluran transmisi dimodelkan oleh resistansi R , induktansi L , dan kapasitansi C .
- Saluran Pendek (< 80 km) mengabaikan kapasitansi dengan parameter $A = D = 1, B = Z, C = 0$.
- Saluran Menengah ($80 - 250$ km) dimodelkan dengan rangkaian Nominal- π atau Nominal-T untuk memperhitungkan arus charging kapasitansi Y .
- Matriks konstanta ABCD memudahkan analisis jaringan transmisi cascaded.