



# DASAR TEKNIK TENAGA LISTRIK

## Impedansi

Wike Handini

### IMPEDANSI

- ⌚ Impedansi mempunyai simbol  $Z$  atau  $z$  dan satuan ohm atau  $\Omega$ .
- ⌚ Impedansi merupakan bilangan kompleks yang terdiri dari komponen bilangan nyata (real) dan bilangan khayal (imajiner).
- ⌚ Komponen bilangan nyata pada impedansi adalah tahanan  $R$ .
- ⌚ Komponen bilangan khayal pada impedansi adalah reaktansi  $X$ .
- ⌚ Baik tahanan  $R$  maupun reaktansi  $X$  mempunyai satuan ohm atau  $\Omega$ .



## IMPEDANSI

Impedansi ( $Z$ ) merupakan bilangan kompleks yang bergantung pada elemen-elemen pada rangkaian (yaitu tahanan  $R$ , induktansi  $L$  dan kapasitansi  $C$ ).

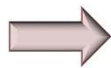
Dengan demikian, jika:

$$L = C = 0$$



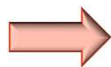
$$Z = R + j0 \quad \text{atau} \quad Z = R$$

$$R = C = 0$$



$$Z = 0 + jX_L \quad \text{atau} \quad Z = jX_L$$

$$R = L = 0$$



$$Z = 0 - jX_C \quad \text{atau} \quad Z = -jX_C$$

3

## IMPEDANSI

$$C = 0$$



$$Z = R + jX_L$$

$$X_L = \omega L = 2 \pi f L$$

$$L = 0$$



$$Z = R - jX_C$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2 \pi f C}$$

$X_L$  adalah reaktansi induktif

$L$  adalah induktansi dengan satuan henry atau H

$X_C$  adalah reaktansi kapasitif

$C$  adalah kapasitansi dengan satuan farad atau F

$$\omega = 2 \pi f$$

$f$  adalah frekuensi dengan satuan Hertz (Hz)

4

## CONTOH 1

Dengan frekuensi sebesar 50 Hz, hitunglah besarnya impedansi jika diketahui masing-masing komponen dari impedansi tersebut adalah sebagai berikut:

- Impedansi 1 memiliki komponen resistansi sebesar 10 ohm dan induktansi 20 mH
- Impedansi 2 memiliki komponen resistansi sebesar 25 ohm dan kapasitansi 0,4 mF

### SOLUSI SOAL a

Diketahui:

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$R = 10 \Omega$$

$$L = 20 \text{ mH} \\ = 0,02 \text{ H}$$

$$X_L = 2 \pi f L$$

$$X_L = 2 \times \pi \times 50 \times 0,02$$

$$X_L = 6,283 \Omega$$

$$Z_1 = R + jX_L$$

$$Z_1 = 10 + j6,283 \Omega$$

5

## CONTOH 1

### SOLUSI SOAL b

Diketahui:

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$R = 25 \Omega$$

$$C = 0,4 \text{ mF} \\ = 0,0004 \text{ F}$$

$$X_C = \frac{1}{2 \pi f C}$$

$$X_C = \frac{1}{2 \times \pi \times 50 \times 0,0004}$$

$$X_C = \frac{1}{0,126}$$

$$X_C = 7,958 \Omega$$

$$Z_2 = R - jX_C$$

$$Z_2 = 25 - j7,958 \Omega$$

6

## CONTOH 2

Dari jawaban contoh soal 1, hitunglah impedansi total bila kedua impedansi tersebut terhubung:

- Seri
- Paralel

Dari jawaban contoh soal 1

$$Z_1 = 10 + j6,283 \ \Omega$$

$$Z_2 = 25 - j7,958 \ \Omega$$

$$Z_{\text{seri}} = Z_1 + Z_2$$

$$Z_{\text{paralel}} = \frac{Z_1 \times Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

7

## CONTOH 2

SOLUSI SOAL a

$$Z_{\text{seri}} = (10 + j6,283) + (25 - j7,958)$$

$$Z_{\text{seri}} = 35 - j1,675 \ \Omega$$

SOLUSI SOAL b

$$Z_{\text{paralel}} = \frac{(10 + j6,283) \times (25 - j7,958)}{(10 + j6,283) + (25 - j7,958)}$$

$$Z_{\text{paralel}} = \frac{250 - j79,58 + j157,08 - j^2 50}{35 - j1,675}$$

$$Z_{\text{paralel}} = \frac{300 + j77,5}{35 - j1,675}$$

8

## CONTOH 2

---

$$Z_{\text{paralel}} = \frac{300 + j77,5}{35 - j1,675} = \frac{(300 + j77,5)(35 + j1,675)}{(35 - j1,675)(35 + j1,675)}$$

$$Z_{\text{paralel}} = \frac{10500 + j502,37 + j2712,576 + j^2 129,782}{1225 + j58,61 - j58,61 - j^2 2,804}$$

$$Z_{\text{paralel}} = \frac{10370,22 + j3214,944}{1227,804}$$

$$Z_{\text{paralel}} = 8,446 + j2,62$$

$$Z_{\text{paralel}} = \sqrt{8,446^2 + 2,62^2} \angle \tan^{-1} \left( \frac{2,62}{8,446} \right) = 8,843 \angle 17,224^\circ \Omega$$



Metode 1

9

## CONTOH 2

---

$$Z_{\text{paralel}} = \frac{300 + j77,5}{35 - j1,675}$$

$$Z_{\text{paralel}} = \frac{\sqrt{300^2 + 77,5^2} \angle \tan^{-1} \left( \frac{77,5}{300} \right)}{\sqrt{35^2 + (-1,675)^2} \angle \tan^{-1} \left( -\frac{1,675}{35} \right)}$$

$$Z_{\text{paralel}} = \frac{309,85 \angle 14,485^\circ}{35,04 \angle -2,74^\circ}$$

$$Z_{\text{paralel}} = 8,843 \angle 17,225^\circ \Omega$$



Metode 2

10

### CONTOH 3

Hitunglah impedansi total dari 3 buah impedansi yang terhubung paralel dengan nilai masing-masing sebesar:

$$Z_1 = 5 \angle 25^\circ \ \Omega \quad Z_2 = 2 \angle 30^\circ \ \Omega$$

$$Z_3 = 4 \angle 15^\circ \ \Omega$$

SOLUSI

$$\frac{1}{Z_{\text{total}}} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{Z_{\text{total}}} = \frac{1}{5 \angle 25^\circ} + \frac{1}{2 \angle 30^\circ} + \frac{1}{4 \angle 15^\circ}$$

$$\frac{1}{Z_{\text{total}}} = 0,2 \angle -25^\circ + 0,5 \angle -30^\circ + 0,25 \angle -15^\circ$$

11

### CONTOH 3

$$\frac{1}{Z_{\text{total}}} = 0,2 \angle -25^\circ + 0,5 \angle -30^\circ + 0,25 \angle -15^\circ$$

$$\frac{1}{Z_{\text{total}}} = (0,2 \cos -25^\circ + j0,2 \sin -25^\circ) + (0,5 \cos -30^\circ + j0,5 \sin -30^\circ) + (0,25 \cos -15^\circ + j0,25 \sin -15^\circ)$$

$$\frac{1}{Z_{\text{total}}} = (0,2 \times 0,9063 - j0,2 \times 0,4226) + (0,5 \times 0,866 - j0,5 \times 0,5) + (0,25 \times 0,9659 - j0,25 \times 0,2588)$$

$$\frac{1}{Z_{\text{total}}} = (0,1813 - j0,0845) + (0,433 - j0,25) + (0,2415 - j0,0647)$$

12

### CONTOH 3

---

$$\frac{1}{Z_{\text{total}}} = (0,1813 - j0,0845) + (0,433 - j0,25) + (0,2415 - j0,0647)$$

$$= 0,8558 - j0,3992$$

$$Z_{\text{total}} = \frac{1}{0,8558 - j0,3992}$$

$$Z_{\text{total}} = \frac{1}{\sqrt{0,8558^2 + 0,3992^2}} \angle \tan^{-1}\left(\frac{-0,3992}{0,8558}\right)$$

$$Z_{\text{total}} = \frac{1}{0,9443 \angle -25,0101^\circ} = 1,059 \angle 25,0101^\circ \Omega$$