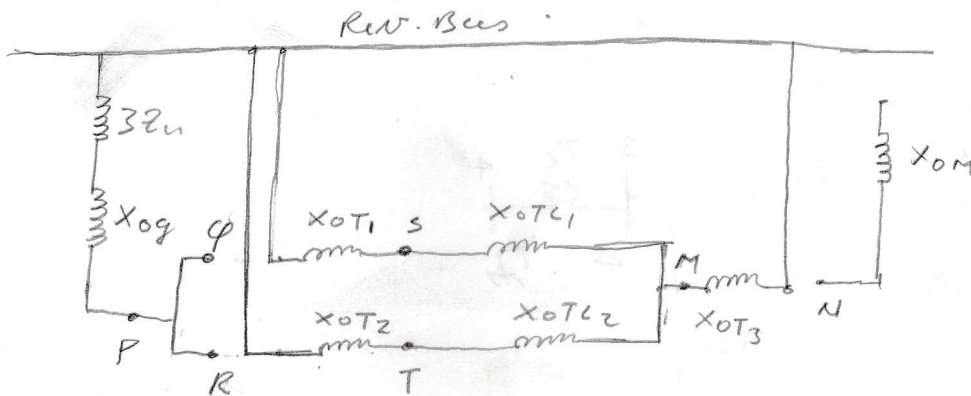
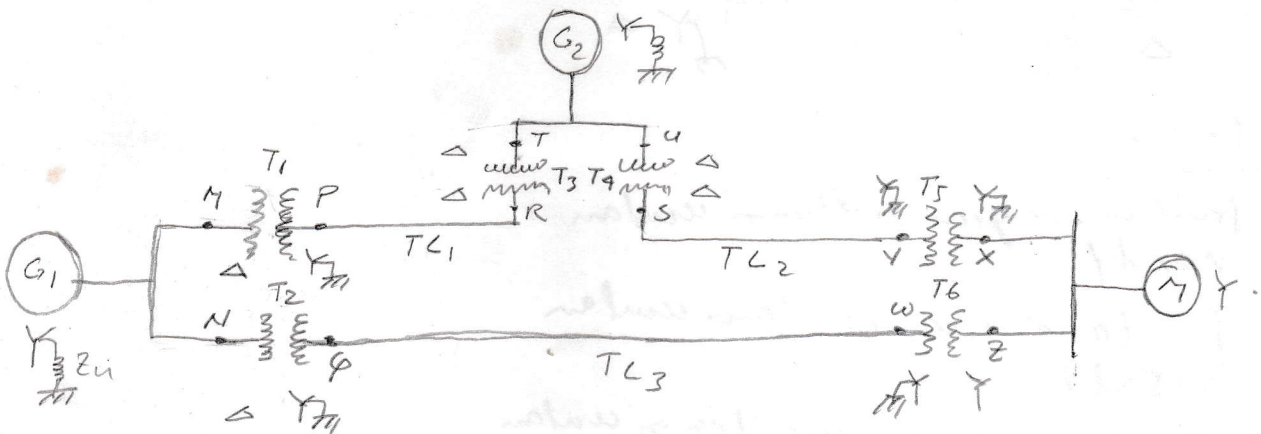


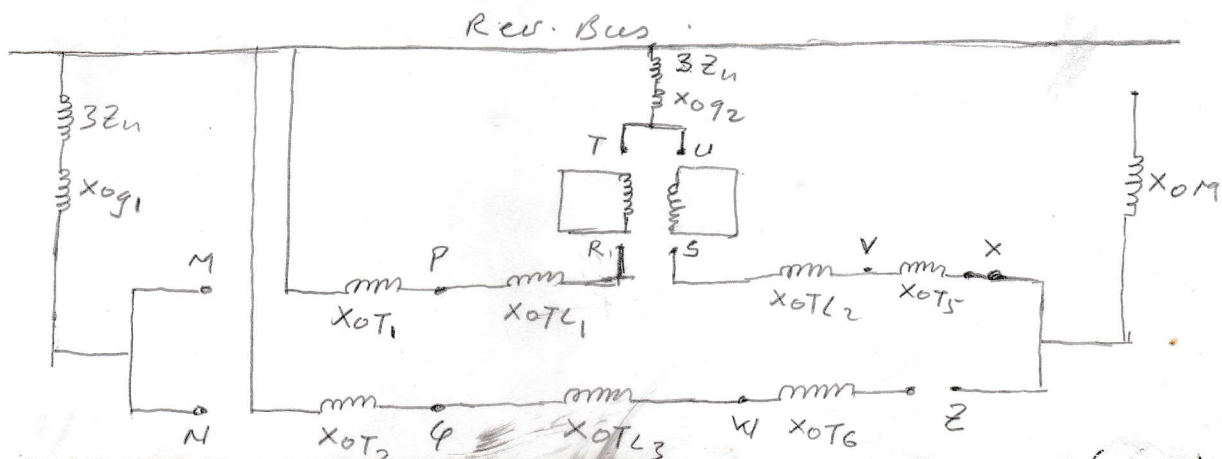
gambar infra dari rangkaian ekuivalen urutan nolnya dalam satuan pu. sbb:



Contoh:

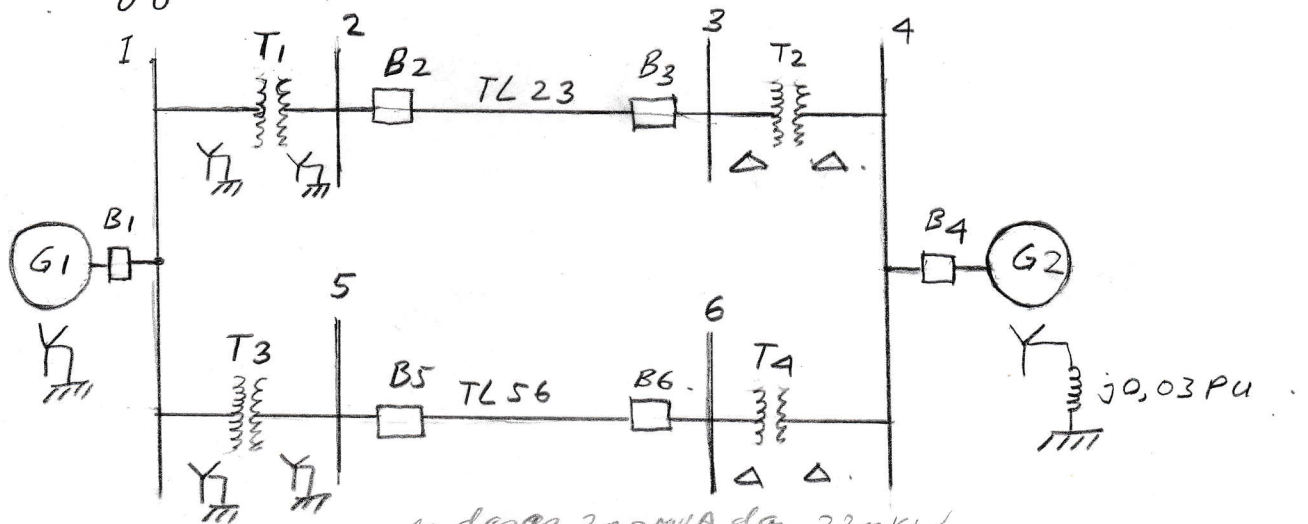


gambar inf. urutan nol dalam satuan pu.



Contoh:

Sistem tenaga listrik 3 fasa, konfigurasi jaringan tunggal seperti terlihat pada gambar:



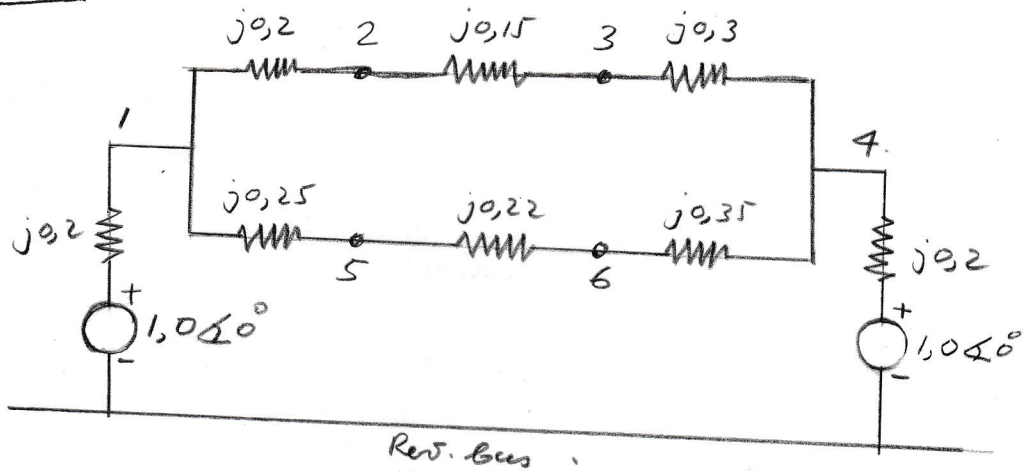
Data teknis sebagai berikut:

Komponen	Rating (MVA)	Tegangan (kV)	X_1 (pu)	X_2 (pu)	X_0 (pu)
G1	200	20	0,2	0,14	0,06
G2	200	13,2	0,2	0,14	0,06
T1	200	20/230	0,2	0,2	0,2
T2	200	13,2/230	0,3	0,3	0,3
T3	200	20/230	0,25	0,25	0,25
T4	200	13,2/230	0,35	0,35	0,35
TL 23	200	230	0,15	0,15	0,3
TL 56	200	230	0,22	0,22	0,5

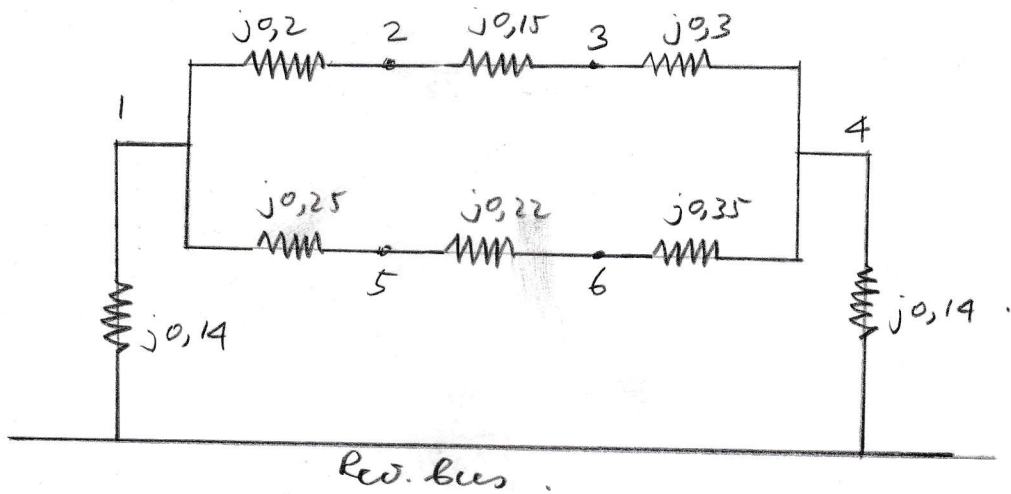
Pertanyaan:

- a) Gambarkan diagram reaktansi urutan positif dan pu
 b) — " — — " — " — " — urutan negatif dan pu
 c) — " — — " — " — " — urutan nol dan pu.

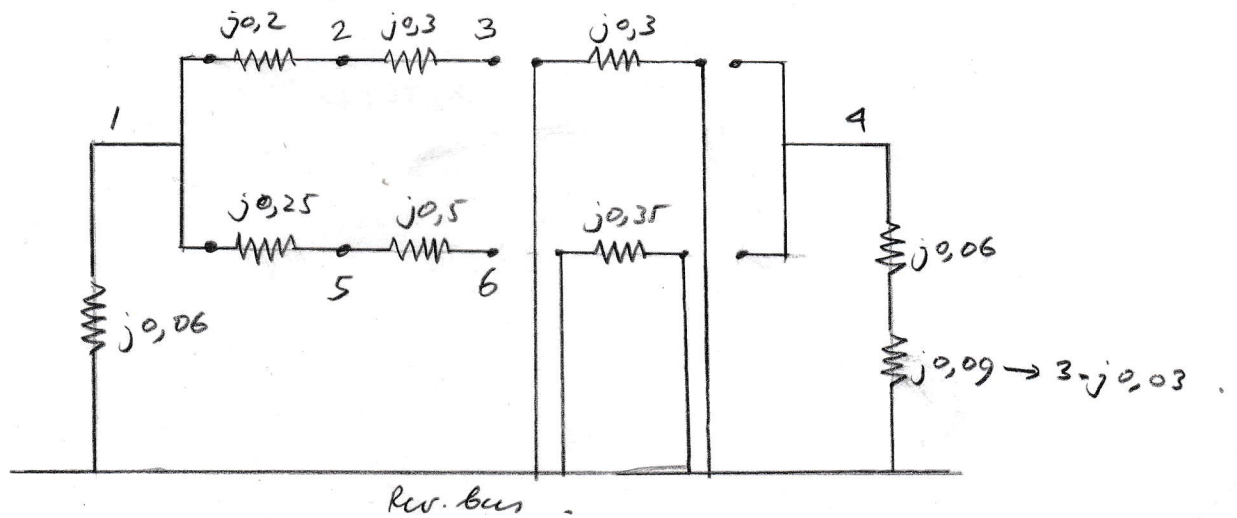
jawab:



a. Diagram reaktansi urutan positif dlm pu.



b. Diagram reaktansi urutan negatif dlm pu.



c. Diagram reaktansi urutan nol dlm pu.

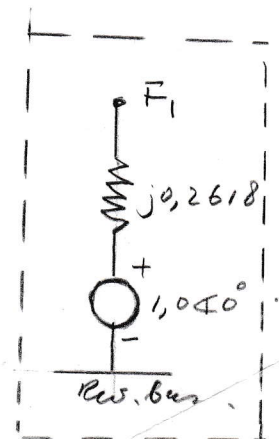
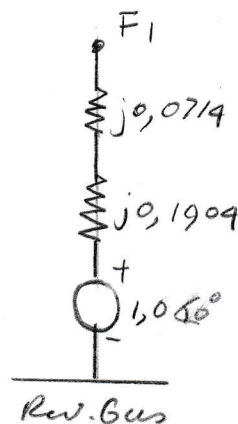
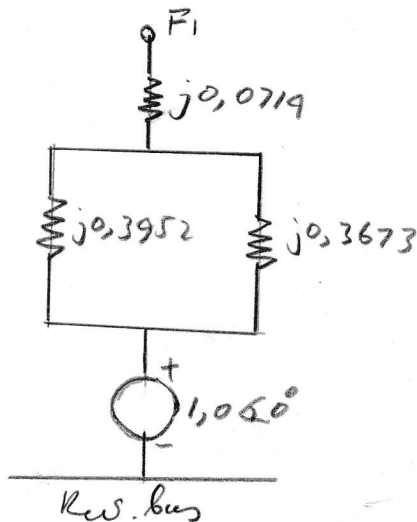
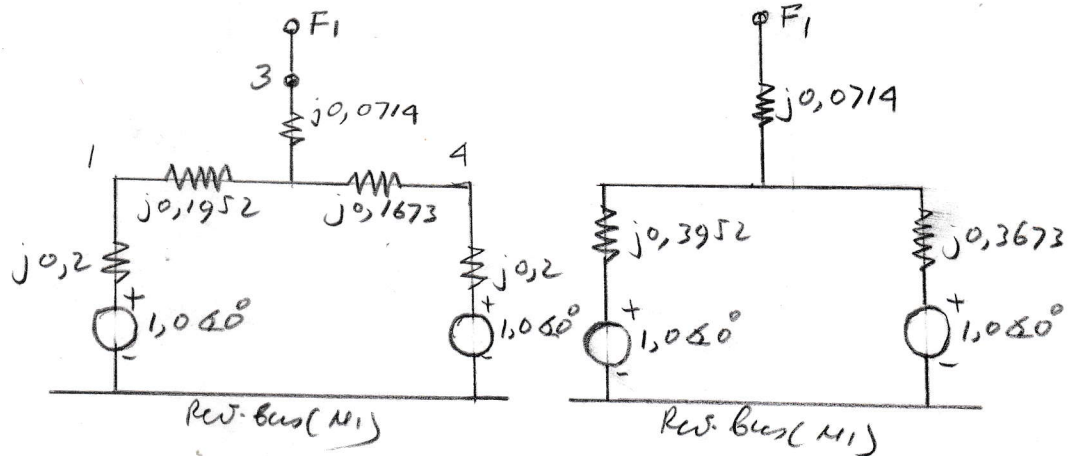
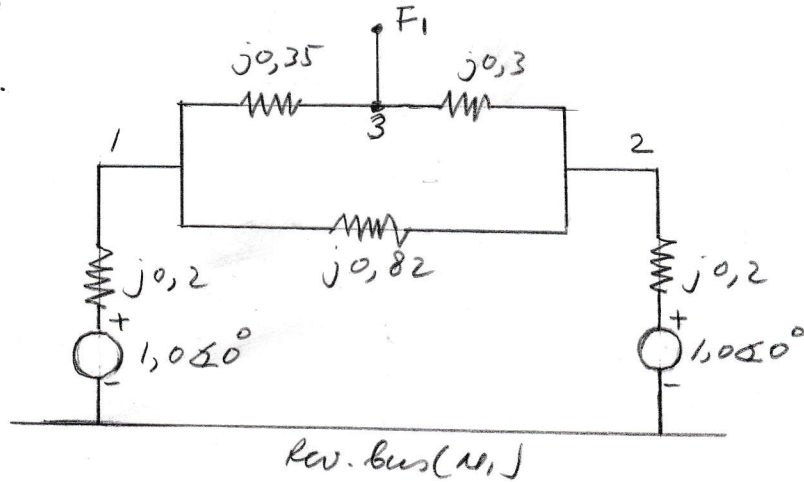
Contoh:

Seperti soal 1) jika terjadi gangguan hubung singkat (F_1) pada bus 3, sederhanakan diagram reaktansinya untuk:

- Reaktansi urutan positif.
- Reaktansi urutan negatif.
- Reaktansi urutan nol.

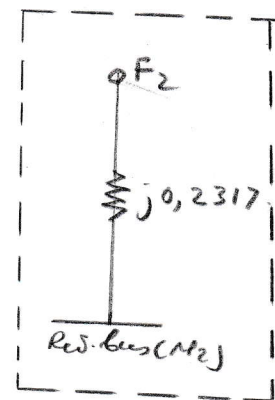
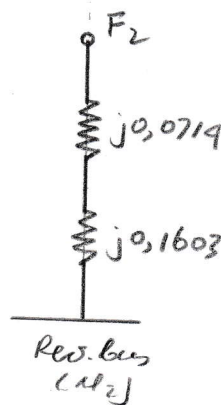
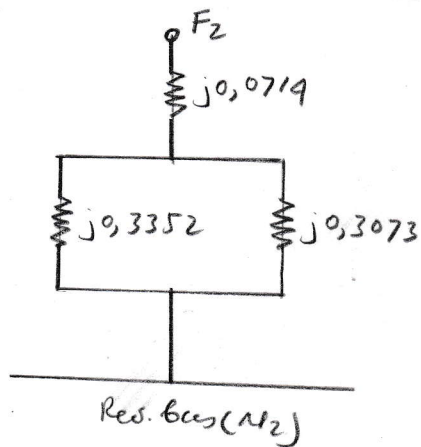
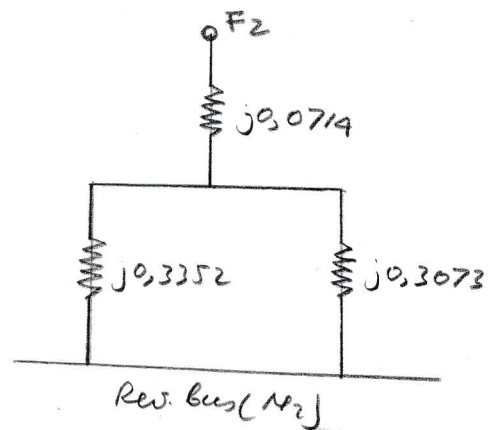
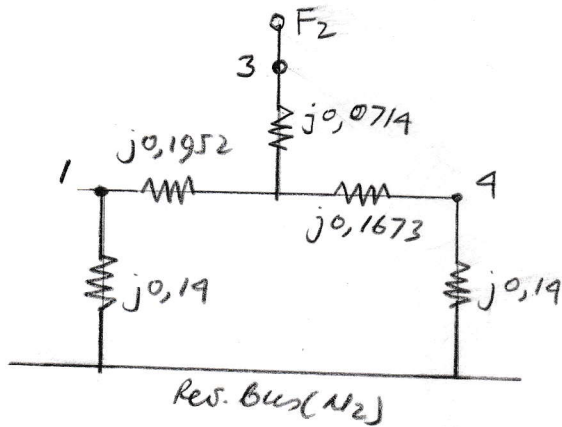
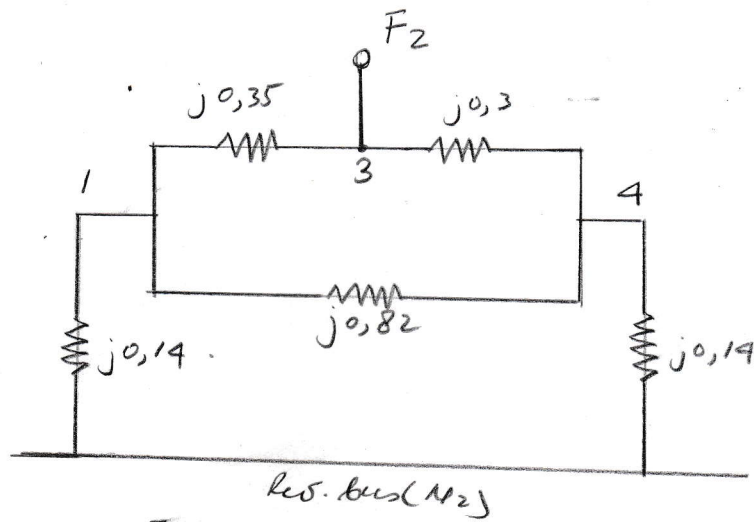
Jawab:

a).



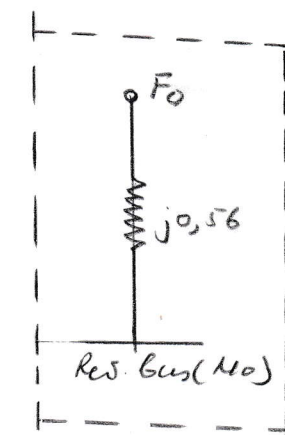
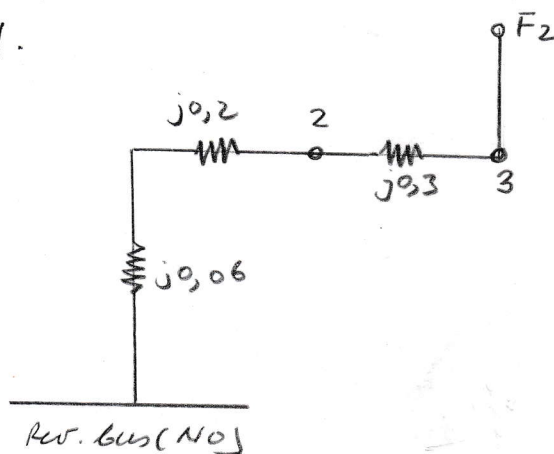
Reaktansi urutan positif

b).



Reaktansi urutan negatif.

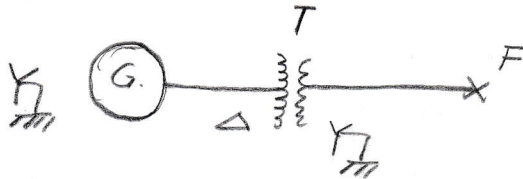
c).



Reaktansi urutan nol.

Contoh:

Sistem tenaga listrik tiga fasa, seperti terlihat pada gambar satu garis di bawah:



Data teknis sebagai berikut:

Komponen	KVA	Tegangan Volt	X_1 (%)	X_2 (%)	X_0 (%)
Generator	50.000	11.000	80	50	20
Transformator	40.000	11000/110.000	6	6	6

Jika terjadi gangguan hubung singkat dua fase ke tanah (fase b dan c) pada titik F, dan dipilih MVA dasar 50 MVA dan KV dasar 11 kV.

Tentukan:

- Komponen simetris arus saluran (I_{a1} , I_{a2} dan I_{a0})
- Arus saluran (I_b dan I_c).

Jawab:

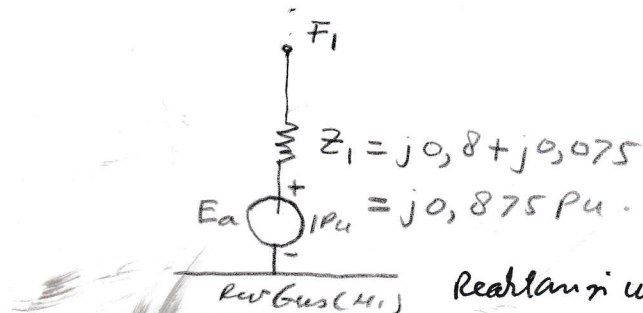
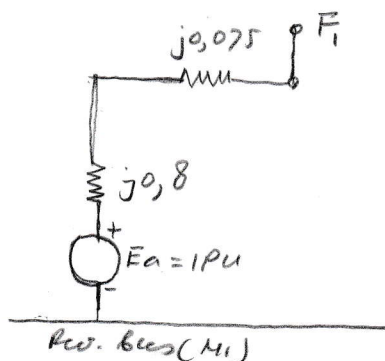
$$\text{Arus dasar} = \frac{50.1000}{\sqrt{3} \cdot 11} = 2620 \text{ Amp.}$$

$$\text{Generator: } X_1 = 0,8 \text{ pu; } X_2 = 0,5 \text{ pu; } X_0 = 0,2 \text{ pu.}$$

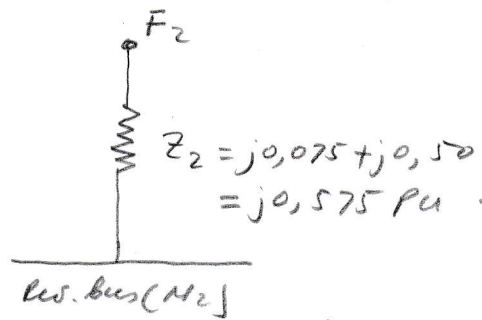
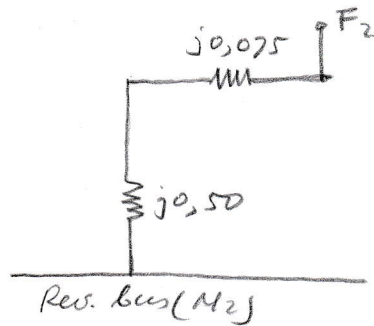
Transformator: pada dasar 50 MVA dan 11 kV.

$$X_1 = X_2 = X_0 = 0,06 \cdot \frac{50}{40}$$

$$= 0,075 \text{ pu.}$$

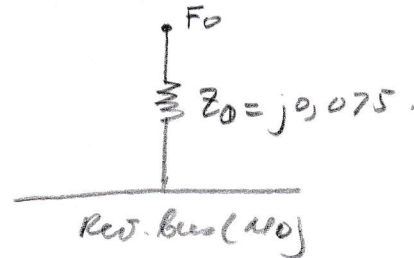
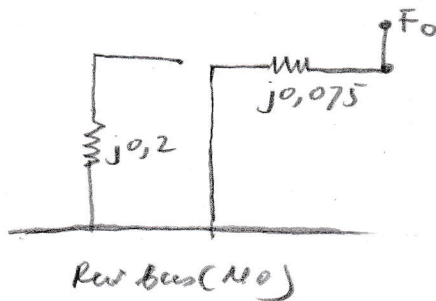


Reaktansi urutan positif



$$Z_2 = j0,075 + j0,50 \\ = j0,575 \text{ pu}$$

Reaktansi urutan negatif (Z_2)



$$Z_0 = j0,075$$

Reaktansi urutan nol (Z_0)

$$a) \cdot \bar{I}_{a1} = \frac{E_a}{\left\{ Z_1 + \frac{Z_0 \cdot Z_2}{Z_0 + Z_2} \right\}} \\ = \frac{1,0}{\left\{ j0,875 + \frac{j0,575 \cdot j0,075}{j0,65} \right\}}$$

$$= \frac{1,0}{(j0,875 + j0,0665)}$$

$$= \frac{1,0}{j0,9415}$$

$$= -j1,06 \text{ pu}$$

$$\bar{I}_{a2} = -\bar{I}_{a1} \left(\frac{Z_0}{Z_0 + Z_2} \right)$$

$$= j1,06 \left(\frac{j0,075}{j0,65} \right)$$

$$= j0,122 \text{ pu}$$

$$\bar{I}_{a0} = -\bar{I}_{a2} \left(\frac{Z_2}{Z_0 + Z_2} \right)$$

$$= j1,06 \left(\frac{j0,575}{j0,65} \right) = j0,94 \text{ pu}$$

$$b). I_b = I_{a0} + a^2 I_{a1} + a I_{a2}$$

$$= j0,94 + (-0,5 - j0,866)(-j1,06) + (-0,5 + j0,866)(j0,122)$$

$$= j0,94 + j0,53 - 0,918 - j0,061 - 0,106$$

$$= -1,026 + j1,41$$

$$= 1,735 \angle 125,7^\circ \text{ pu}$$

$$= 1,735 \cdot 2620 \angle 125,7^\circ$$

$$= 4550 \angle 125,7^\circ \text{ Amp}$$

$$I_c = I_{a0} + a I_{a1} + a^2 I_{a2}$$

$$= j0,94 + (-0,5 + j0,866)(-j1,06) + (-0,5 - j0,866)(j0,122)$$

$$= j0,94 + j0,53 + 0,918 - j0,061 + 0,108$$

$$= 1,026 + j1,41$$

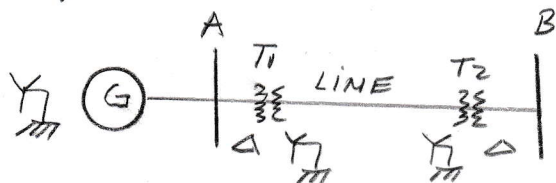
$$= 1,735 \angle 54,3^\circ \text{ pu}$$

$$= 1,735 \cdot 2620 \angle 54,3^\circ$$

$$= 4550 \angle 54,3^\circ \text{ Amp}$$

Contoh:

Sistem tiga fasa jaringan terlihat seperti pada gambar satu garis dibawah:



Generator (G) = 1500 kVA; 6,9 kV; $X_1 = 10\%$; $X_2 = 7\%$

Transfo, T_1 dan T_2 = 1500 kVA; 6,9 Δ / 11 kV; $X_1 = X_2 = X_0 = 5\%$

Saluran (line), $X_1 = X_2 = 1,5 \Omega$; $X_0 = 5 \Omega$

Jika terjadi gangguan hubung singkat satu fasa ketanah (fasa a ketanah) pada busbar B, dan dipilih kVA dasar 1500 kVA dan kV dasar 6,9 kV.

Pertanyaan:

Hitung arus gangguan tersebut dalam Pu dan Ampere.

Jawab:

$$\text{Arus dasar} = \frac{1500}{\sqrt{3} \cdot 6,9}$$

$$= 125,5 \text{ Amp.}$$

Reaktansi saluran dalam Pu.

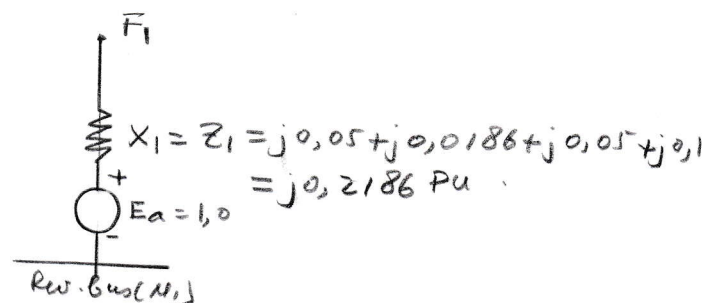
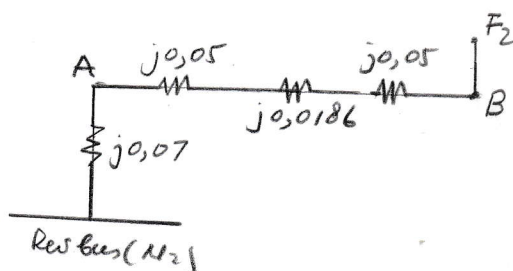
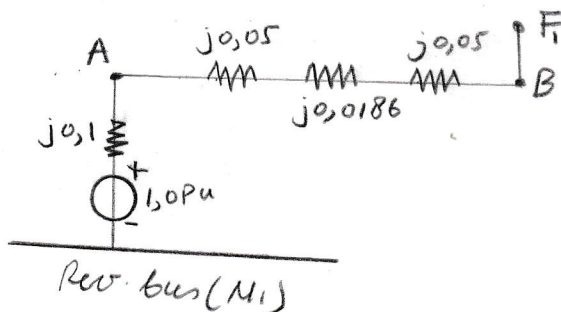
$$X_1 = X_2 = 1,5 \cdot \frac{1500}{1000} \cdot \frac{1}{112}$$

$$= 0,0186 \text{ Pu.}$$

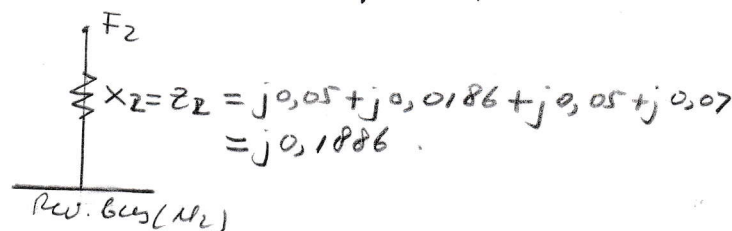
$$X_0 = 5 \cdot \frac{1500}{1000} \cdot \frac{1}{112}$$

$$= 0,062 \text{ Pu.}$$

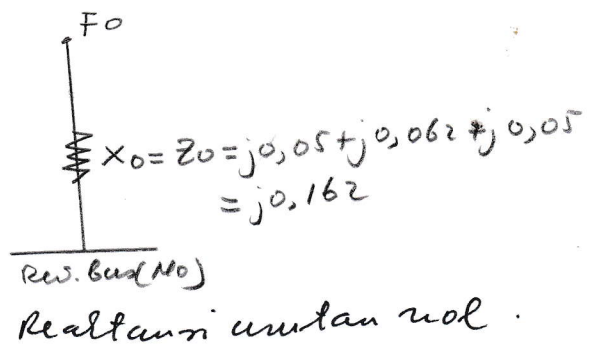
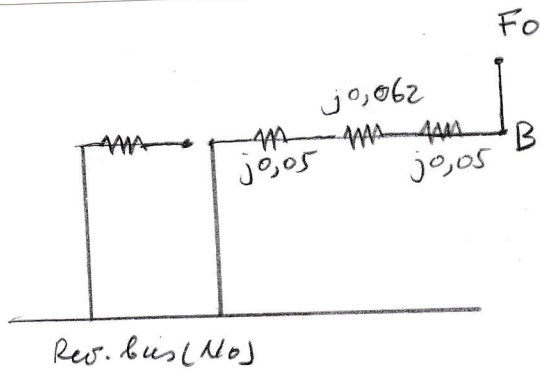
Komponen:	X_1 (Pu)	X_2 (Pu)	X_0 (Pu)
Generator (G)	0,10	0,07	—
Trrafo (T ₁)	0,05	0,05	0,05
Trrafo (T ₂)	0,05	0,05	0,05
Saluran	0,0186	0,0186	0,062



Reaktansi urutan positif



Reaktansi urutan negatif.

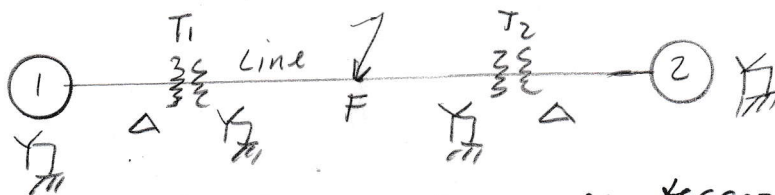


$$\begin{aligned}
 I_f = I_a &= \frac{3 E_a}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \\
 &= \frac{3 \cdot 1}{j0,2186 + j0,1886 + j0,162} \\
 &= \frac{3}{j0,5692} = -j5,27 \text{ Pu} \\
 &= 5,27 \angle -90^\circ \text{ Pu}
 \end{aligned}$$

dlr Amp = $5,27 \cdot 125,5 = 660 \text{ Amp}$.

Contoh:

Diagram tenaga listrik tiga fasa seperti terlihat pada gambar satu garis di bawah.



Data teknis dg MVA dasar dan tegangan dasar yg sama.

Komponen	X_1 (Pu)	X_2 (Pu)	X_0 (Pu)
Generator (1)	0,30	0,20	0,05
Motor (2)	0,25	0,15	0,05
Transfo (T1), T2	0,10	0,10	0,10
Saluran (Line)	0,15	0,15	0,90

Jika terjadi gangguan hubung singkat di tengah? Saluran (line) di titik F.

Hitung:

a) Arus gangguan satu fasa ke tanah.

b) Arus gangguan antar fasa.

c) Arus gangguan dua fasa ke tanah (fasa b dan c).