

LEMBAR KERJA MINGGU 2

ANALISIS RANGKAIAN AC TIGA FASA

Dasar-Dasar Sistem Tenaga Listrik

Nama: _____ NIM: _____

Tanggal: _____ Kelas: _____

TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah menyelesaikan lembar kerja ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Menganalisis hubungan tegangan dan arus pada sistem tiga fasa dengan konfigurasi Y dan Delta.
2. Menghitung daya aktif, reaktif, dan semu pada sistem tiga fasa seimbang dan tidak seimbang.
3. Menerapkan sistem per-unit untuk standardisasi analisis.
4. Menggunakan GNU Octave untuk perhitungan sistem tiga fasa.

BAGIAN A: KONSEP DASAR DAN TEORI

A.1 Keunggulan Sistem Tiga Fasa

Pertanyaan 1: Sebutkan dan jelaskan minimal 4 keunggulan utama sistem tiga fasa dibandingkan sistem satu fasa dalam aplikasi sistem tenaga listrik!

A.2 Hubungan Matematis Dasar

Pertanyaan 2: Lengkapi tabel berikut untuk sistem tiga fasa seimbang:

Parameter	Hubungan Y	Hubungan Delta
Tegangan Saluran vs Fasa	$V_L = \text{_____} V_p$	$V_L = \text{_____} V_p$
Arus Saluran vs Fasa	$I_L = \text{_____} I_p$	$I_L = \text{_____} I_p$

Pertanyaan 3: Untuk sistem tiga fasa seimbang dengan tegangan fasa $V_p = 220\angle 0^\circ$ V, hitung:

a) Tegangan saluran untuk konfigurasi Y: _____

b) Tegangan saluran untuk konfigurasi Delta: _____

BAGIAN B: PERHITUNGAN DAYA SISTEM TIGA FASA

B.1 Formula Daya

Pertanyaan 4: Tuliskan rumus untuk:

- a) Daya aktif total 3 fasa: $P =$ _____
- b) Daya reaktif total 3 fasa: $Q =$ _____
- c) Daya semu total 3 fasa: $S =$ _____
- d) Faktor daya: $\cos \phi =$ _____

B.2 Studi Kasus Daya

Soal 1: Sebuah beban tiga fasa seimbang terhubung Y dengan impedansi per fasa $Z = 12 + j9 \Omega$. Beban disuplai dari sistem tiga fasa dengan tegangan saluran 400 V, 50 Hz.

Hitunglah:

- a) Arus fasa dan arus saluran
- b) Daya aktif, reaktif, dan semu total
- c) Faktor daya

Penyelesaian:

Soal 2: Beban yang sama seperti Soal 1 sekarang dihubungkan dalam konfigurasi Delta. Hitung kembali semua parameter di atas dan bandingkan hasilnya!

Penyelesaian:

BAGIAN C: SISTEM PER-UNIT

C.1 Konsep Dasar Per-Unit

Pertanyaan 5: Jelaskan mengapa sistem per-unit penting dalam analisis sistem tenaga listrik!

Pertanyaan 6: Untuk sistem tiga fasa, jika nilai base yang dipilih adalah $S_{base} = 100$ MVA dan $V_{base} = 22$ kV (tegangan saluran), hitunglah:

a) $I_{base} = \underline{\hspace{2cm}}$ A

b) $Z_{base} = \underline{\hspace{2cm}}$ Ω

C.2 Konversi ke Sistem Per-Unit

Soal 3: Transformator 3 fasa dengan rating 50 MVA, 22/132 kV memiliki impedansi 8% pada rating dasarnya.

Jika sistem base dipilih 100 MVA, 22 kV (sisi tegangan rendah), hitunglah:

- a) Impedansi transformator dalam per-unit pada base baru
- b) Impedansi dalam ohm yang dirujuk ke sisi 22 kV
- c) Impedansi dalam ohm yang dirujuk ke sisi 132 kV

Penyelesaian:

BAGIAN D: APLIKASI GNU OCTAVE

D.1 Perhitungan Bilangan Kompleks

Latihan Coding 1: Lengkapi kode Octave berikut untuk menghitung daya tiga fasa:

```
% Data sistem  
V_line = 400; % Tegangan saluran (V)
```

```

Z_phase = 12 + 9i; % Impedansi per fasa (Ohm)

% Hitung untuk konfigurasi Y
V_phase_Y = V_line / sqrt(3);
I_phase_Y = _____;
I_line_Y = _____;

% Hitung daya untuk konfigurasi Y
S_per_phase_Y = _____;
S_total_Y = _____;
P_total_Y = real(_____);
Q_total_Y = imag(_____);
PF_Y = _____;

% Tampilkan hasil
fprintf('=== Konfigurasi Y ===\n');
fprintf('Arus fasa: %.2f<%.1f deg A\n', abs(I_phase_Y), angle(I_phase_Y)*180/pi);
fprintf('Daya total: P=%.2f kW, Q=%.2f kVAR, S=%.2f kVA\n',
        P_total_Y/1000, Q_total_Y/1000, abs(S_total_Y)/1000);
fprintf('Faktor daya: %.3f\n', PF_Y);

```

D.2 Konversi Per-Unit

Latihan Coding 2: Buat fungsi Octave untuk konversi impedansi transformator ke sistem per-unit baru:

```

function Z_pu_new = convert_transformer_pu(Z_pu_old, S_old, V_old, S_new, V_new)
    % Fungsi untuk konversi impedansi transformator ke base baru

    Z_pu_new = _____;
end

% Contoh penggunaan:
Z_old = 0.08; % 8% impedansi pada base transformator
S_base_tf = 50; % MVA rating transformator
V_base_tf = 22; % kV rating transformator (sisi rendah)
S_base_system = 100; % MVA base sistem
V_base_system = 22; % kV base sistem

Z_new = convert_transformer_pu(Z_old, S_base_tf, V_base_tf, S_base_system, V_base_sys
fprintf('Impedansi transformator pada base sistem: %.4f pu\n', Z_new);

```

BAGIAN E: SOAL TANTANGAN

Soal Tantangan: Sebuah sistem distribusi 3 fasa, 11 kV menyuplai dua beban:

- Beban 1: 500 kW, faktor daya 0.8 lagging (hubungan Y)
- Beban 2: 300 kVA, faktor daya 0.9 leading (hubungan Delta)

Tentukan:

- a) Arus saluran total yang diperlukan
- b) Daya total (P, Q, S) yang disuplai sistem
- c) Faktor daya gabungan sistem
- d) Kapasitor shunt yang diperlukan untuk memperbaiki faktor daya menjadi 0.95 lagging

Penyelesaian:

CATATAN DAN REFLEKSI

Gunakan ruang ini untuk mencatat hal-hal penting atau pertanyaan yang muncul selama mengerjakan lembar kerja:

Referensi: Saadat, H. *Power System Analysis*; Glover, J.D. et al. *Power System Analysis and Design*

Software: GNU Octave (<https://www.gnu.org/software/octave/>)