



LEMBAR KERJA MINGGU 13

Perlindungan Sistem Tenaga: Latihan dan Praktik

Mata Kuliah: Dasar-Dasar Sistem Tenaga Listrik
Program: Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Institution: Universitas Bengkulu

1 Tujuan Pembelajaran

Setelah menyelesaikan lembar kerja ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Memahami prinsip dasar perlindungan sistem tenaga
2. Mengidentifikasi jenis-jenis gangguan dalam sistem tenaga
3. Menganalisis sistem perlindungan pada peralatan utama (generator, transformator, saluran transmisi)
4. Menentukan setting dan koordinasi perlindungan yang tepat
5. Menerapkan konsep perlindungan dalam studi kasus nyata

2 Latihan 1: Identifikasi Gangguan

2.1 Tujuan

Mengidentifikasi berbagai jenis gangguan dalam sistem tenaga listrik dan karakteristiknya.

2.2 Petunjuk

Gunakan pengetahuan tentang jenis-jenis gangguan untuk mengisi tabel berikut dan mengidentifikasi karakteristik masing-masing.

Jawaban:



Table 1: Jenis Gangguan dan Karakteristiknya

Jenis Gangguan	Simbol	Fasa	Arus Gangguan	Frekuensi Kejadian	Dampak
3 Fasa (3P)	3L	Tiga	...	...	...
Fasa-Fasa (L-L)	L-L	...	Tinggi	...	Menengah
Fasa-Tanah (L-G)	...	Satu	...	...	...
Dua Fasa-Tanah (L-L-G)	...	...	...	...	...

1. Gangguan 3 fasa (3P): Arus gangguan = _____, Frekuensi = _____
Dampak = _____
2. Gangguan fasa-fasa (L-L): Fasa = _____, Frekuensi = _____
3. Gangguan fasa-tanah (L-G): Simbol = _____, Arus = _____,
Frekuensi = _____, Dampak = _____
4. Gangguan dua fasa-tanah (L-L-G): Simbol = _____, Fasa = _____
Arus = _____, Frekuensi = _____, Dampak = _____

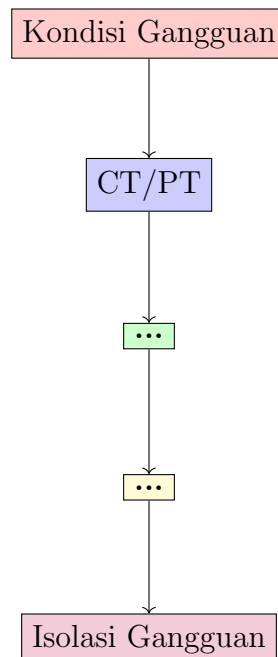
3 Latihan 2: Komponen Perlindungan

3.1 Tujuan

Mengenal komponen utama sistem perlindungan dan fungsinya.

3.2 Petunjuk

Lengkapi bagan alir sederhana sistem perlindungan berikut dengan menuliskan komponen yang hilang:



Jawaban:

1. Kotak 1 (relay): _____
2. Kotak 2 (cb): _____

Penjelasan singkat tentang masing-masing komponen:

- CT/PT: _____
- _____: _____
- _____: _____

4 Latihan 3: Jenis Relay Proteksi

4.1 Tujuan

Memahami berbagai jenis relay proteksi dan aplikasi masing-masing.

4.2 Petunjuk

Pasangkan jenis relay dengan fungsi utamanya dan berikan contoh aplikasi.

1. Relay Diferensial (87)
 - Fungsi: _____
 - Aplikasi: _____
2. Relay Arus Lebih (51)
 - Fungsi: _____
3. Relay Jarak (21)
 - Fungsi: _____



- Aplikasi: _____

- Fungsi: _____

4. Relay Arah (67)

- Aplikasi: _____

5 Latihan 4: Perhitungan Setting Relay Jarak

5.1 Tujuan

Melakukan perhitungan setting untuk relay jarak.

5.2 Petunjuk

Sebuah saluran transmisi 150 kV memiliki impedansi total $40 + j80$ ohm ($40\Omega + j80\Omega$). Hitung setting untuk masing-masing zona relay jarak berikut:

1. **Zona 1:** Melindungi 85% dari total impedansi saluran

- Impedansi setting Zona 1 = _____
- R (resistif) Zona 1 = _____
- X (reaktif) Zona 1 = _____

2. **Zona 2:** Melindungi 120% dari total impedansi saluran

- Impedansi setting Zona 2 = _____
- R (resistif) Zona 2 = _____
- X (reaktif) Zona 2 = _____

3. **Zona 3:** Melindungi 150% dari total impedansi saluran

- Impedansi setting Zona 3 = _____
- R (resistif) Zona 3 = _____
- X (reaktif) Zona 3 = _____

Perhitungan:



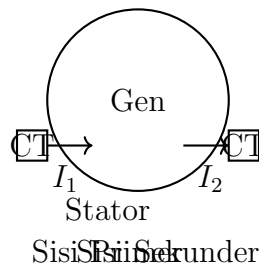
6 Latihan 5: Perlindungan Generator

6.1 Tujuan

Menganalisis perlindungan yang diperlukan untuk sistem generator.

6.2 Petunjuk

Gambar dan jelaskan sistem perlindungan diferensial stator generator dalam diagram sederhana di bawah ini:



Jelaskan prinsip kerja perlindungan diferensial stator: _____

Kondisi yang akan menyebabkan operasi relay diferensial:

1. _____
2. _____
3. _____

7 Latihan 6: Perlindungan Transformator

7.1 Tujuan

Menganalisis perlindungan diferensial pada transformator.

7.2 Petunjuk

Sebuah transformator 150 MVA, 150/20 kV memiliki rasio CT sisi primer 1200:5 dan sisi sekunder 8000:5.

Hitung rasio kesetaraan CT dan jelaskan kebutuhannya untuk proteksi diferensial:

Diketahui:

- Kapasitas transformator: _____
- Tegangan primer: _____
- Tegangan sekunder: _____



- Rasio CT sisi primer: _____
- Rasio CT sisi sekunder: _____

Perhitungan rasio kesetaraan CT:

Rasio transformator = _____ = _____

Rasio CT sisi primer = _____

Rasio CT sisi sekunder = _____

Rasio kesetaraan CT = _____

Jelaskan mengapa rasio CT harus disesuaikan untuk proteksi diferensial:

8 Latihan 7: Studi Kasus Perlindungan Saluran

8.1 Tujuan

Menerapkan konsep perlindungan dalam konteks sistem nyata.

8.2 Studi Kasus

Sebuah jalur transmisi 150 kV sepanjang 200 km menghubungkan Gardu Bengkulu dan Gardu Palembang dengan impedansi saluran $(0.4 + j0.8)\Omega/\text{km}$. Rancang sistem perlindungan untuk jalur ini.

Langkah 1: Hitung impedansi total saluran

Impedansi total = _____ $\times$ _____ = _____
 Ω

Langkah 2: Tentukan setting untuk relay jarak

- Zona 1 = _____ $\times$ _____ = _____
- Zona 2 = _____ $\times$ _____ = _____
- Zona 3 = _____ $\times$ _____ = _____

Langkah 3: Jelaskan koordinasi perlindungan dengan elemen lain di sistem _____



Langkah 4: Sebutkan jenis relay lain yang diperlukan sebagai cadangan

- _____
- _____
- _____

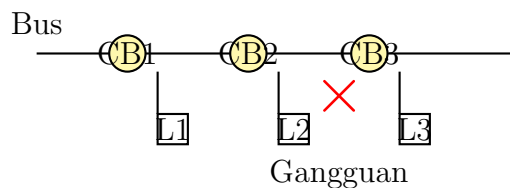
9 Latihan 8: Konsep Koordinasi Perlindungan

9.1 Tujuan

Memahami prinsip koordinasi perlindungan dalam sistem.

9.2 Petunjuk

Perhatikan sistem radial berikut dan jelaskan konsep selektivitas perlindungan:



Pertanyaan:

1. Jika terjadi gangguan di lokasi yang ditunjukkan, perlindungan mana yang seharusnya beroperasi terlebih dahulu? _____
2. Berapa waktu operasi yang ideal untuk CB3 jika koordinasi yang dipilih adalah 0.3 detik? _____
3. Jika CB2 gagal beroperasi, perlindungan cadangan mana yang akan beroperasi? _____
4. Jelaskan konsep selektivitas yang diterapkan dalam sistem ini: _____

10 Latihan 9: Kurva Waktu-Terbalik

10.1 Tujuan

Memahami karakteristik kurva waktu-terbalik pada relay arus lebih.



10.2 Petunjuk

Berdasarkan persamaan kurva waktu-terbalik:

$$t = \frac{A}{\left(\frac{I}{I_s}\right)^p - 1} + B$$

Dimana I adalah arus gangguan dan I_s adalah arus setting.

Untuk kurva standar (IEC), $A = 0.14$, $B = 0$, $p = 0.02$, dan $I_s = 1$ A.

Lengkapi tabel berikut:

Table 2: Perhitungan Waktu Operasi Relay Inverse Time

Arus Gangguan (A)	Rasio I/Is	Waktu Operasi (detik)	Kategori
2			Cepat
5			Standar
10			Lambat
20			Sangat Lambat

Perhitungan:

Gambaran umum kurva waktu-terbalik:

Pada arus tinggi, waktu operasi _____, sedangkan pada arus rendah, waktu operasi _____.

11 Refleksi dan Evaluasi Diri

Setelah menyelesaikan semua latihan di atas, berikan penilaian pada pemahaman Anda:

1. Seberapa baik Anda memahami konsep perlindungan sistem tenaga?
(1=Tidak paham, 2=Kurang paham, 3=Cukup paham, 4=Baik paham, 5=Sangat paham)

Jawaban: _____

2. Topik mana yang paling sulit bagi Anda?

Jawaban: _____

3. Topik mana yang paling mudah bagi Anda?

Jawaban: _____

4. Apa yang masih perlu Anda pelajari lebih lanjut mengenai perlindungan sistem tenaga?

Jawaban: _____



Catatan: Lembar kerja ini dirancang untuk membantu memahami konsep perlindungan sistem tenaga secara praktis. Gunakan referensi tambahan untuk memperdalam pemahaman dan konsultasikan dengan dosen jika ada bagian yang belum dipahami.