



PROBLEM SET MINGGU 13

Perlindungan Sistem Tenaga: Konsep dan Aplikasi

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

Petunjuk Pengerjaan

- Kerjakan semua soal dengan lengkap dan sistematis
- Tunjukkan perhitungan secara detail
- Gunakan notasi standar dalam sistem tenaga listrik
- Waktu pengerjaan: 180 menit
- Bobot soal C1-C6 sesuai dengan taksonomi Bloom

1 C1: Ingat (Remember)

1.1 Soal 1

Sebutkan 4 tujuan utama dari sistem perlindungan dalam sistem tenaga listrik.



1.2 Soal 2

Sebutkan 4 jenis gangguan hubung singkat dalam sistem tenaga listrik dan gambarkan simbol masing-masing.

1.3 Soal 3

Apa fungsi utama dari Current Transformer (CT) dalam sistem perlindungan?

2 C2: Pahami (Understand)

2.1 Soal 4

Jelaskan perbedaan antara perlindungan primer dan perlindungan cadangan dalam sistem tenaga listrik. Berikan contoh masing-masing.

2.2 Soal 5

Jelaskan mengapa sistem koordinasi perlindungan sangat penting dalam sistem tenaga listrik. Apa yang terjadi jika koordinasi perlindungan tidak tepat?



2.3 Soal 6

Jelaskan perbedaan antara relay elektromekanis, relay statik, dan relay digital. Sebutkan keunggulan masing-masing.

3 C3: Terapkan (Apply)

3.1 Soal 7

Sebuah sistem transmisi 150 kV memiliki panjang 120 km. Jika digunakan relay jarak untuk perlindungan, tentukan setting untuk:

1. Zona 1 (biasanya 80-85% dari impedansi saluran)
2. Zona 2 (biasanya 120-150% dari impedansi saluran)

Diketahui impedansi saluran sebesar $0.4 + j0.8$ ohm/km.

3.2 Soal 8

Sebuah transformator 150 MVA, 150/20 kV memiliki rasio CT sisi primer 1200:5 dan sisi sekunder 6000:5. Jika arus gangguan pada sisi primer adalah 10 kA, hitung:

1. Arus sekunder CT sisi primer dan sekunder
2. Rasio kesetaraan CT untuk proteksi diferensial



4 C4: Analisis (Analyze)

4.1 Soal 9

Analisis skenario berikut: Pada sistem radial 3-bus, terdapat gangguan hubung singkat 3 fasa di tengah saluran antara bus 2-3. Perlindungan terdiri dari relay arus lebih inverse-time di masing-masing outgoing feeder. Gambarkan alur operasi perlindungan dan jelaskan prinsip selektivitas yang digunakan.

4.2 Soal 10

Sebuah pembangkit 100 MW terhubung ke sistem melalui transformator 120 MVA, 15 kV/150 kV. Analisis perlindungan yang diperlukan untuk sistem ini. Faktor-faktor apa yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan dan setting perlindungan?

5 C5: Evaluasi (Evaluate)

5.1 Soal 11

Seorang engineer menawarkan dua pendekatan untuk sistem perlindungan pada saluran transmisi 200 km:

- Pendekatan A: Menggunakan relay arus lebih berarah dengan koordinasi waktu
- Pendekatan B: Menggunakan relay jarak mikroprosesor dengan komunikasi



Evaluasi kedua pendekatan tersebut berdasarkan kriteria: kecepatan, akurasi, biaya, dan keandalan. Berikan rekomendasi Anda beserta alasan.

5.2 Soal 12

Sebuah sistem distribusi di Sumatra sedang mengalami peningkatan penetrasi pembangkit terbarukan terdistribusi. Evaluasi dampak integrasi DER terhadap sistem perlindungan konvensional. Faktor-faktor apa yang perlu dipertimbangkan dan solusi apa yang dapat diusulkan?

6 C6: Ciptakan (Create)

6.1 Soal 13

Desain sistem perlindungan lengkap untuk gardu induk 150/20 kV berikut:

- 1 unit transformator daya 100 MVA
- 4 feeder distribusi 20 kV
- 1 incoming feeder 150 kV

Untuk setiap peralatan, sebutkan jenis relay yang digunakan, setting, dan prinsip kerjanya. Sertakan juga diagram single line perlindungan.



6.2 Soal 14

Buatkan simulasi sederhana menggunakan MATLAB/Octave untuk menghitung setting relay jarak pada sistem transmisi 3-bus. Program harus dapat:

- Memasukkan data impedansi saluran
- Menghitung setting zona 1, 2, dan 3
- Menampilkan hasil dalam format yang mudah dibaca
- Menyertakan fungsi verifikasi setting

Tuliskan algoritma dan listing program yang dibutuhkan.

7 Studi Kasus: Perlindungan Sistem Sumatra

7.1 Soal 15

Latar Belakang: PT PLN Sumatera Selatan ingin memperkuat sistem transmisi 150 kV antara Bengkulu dan Palembang sepanjang 300 km. Sistem saat ini menggunakan perlindungan konvensional yang sering mengalami salah operasi selama kondisi cuaca buruk.

Tugas Anda:

1. **Analisis Permasalahan:** Identifikasi tantangan teknis dalam melindungi jalur sepanjang 300 km di wilayah Sumatra
2. **Desain Solusi:** Rancang sistem perlindungan terpadu untuk jalur tersebut
3. **Spesifikasi Teknis:** Sebutkan perangkat yang dibutuhkan dan spesifikasinya
4. **Koordinasi Perlindungan:** Gambarkan prinsip koordinasi dengan gardu-gardu sepanjang jalur
5. **Estimasi Biaya:** Berikan estimasi kasar investasi dan benefit sistem baru



8 Soal Tantangan

8.1 Soal 16

Sebuah sistem smart grid di Sumatra berencana mengintegrasikan sistem proteksi berbasis komunikasi dan IEC 61850. Buatlah perancangan konsep sistem proteksi modern yang:

- Memanfaatkan komunikasi berkecepatan tinggi
- Memungkinkan perlindungan diferensial secara digital
- Dapat beradaptasi dengan kondisi sistem secara real-time
- Memungkinkan fungsi proteksi backup secara otomatis

Sertakan arsitektur sistem, protokol komunikasi, dan manfaat yang diperoleh.

SELAMAT MENGERJAKAN

Universitas Bengkulu
Fakultas Teknik - Teknik Elektro