

KUMPULAN SOAL TERJAWAB (SOLVED PROBLEMS)

MINGGU 14: REVIEW INTEGRASI KOMPREHENSIF

Dasar-Dasar Sistem Tenaga Listrik (TTL-305) • Taksonomi Bloom C1 s.d C6

Panduan Bloom (C1 - C6)

Latihan soal beserta solusi lengkap (*solved problems*) Minggu 14 merupakan tinjauan ulang integratif (*comprehensive review*) dari Modul 1 hingga Modul 3 sebagai persiapan Ujian Akhir Semester (UAS).

Level C1: Pengetahuan / Mengingat (Remembering)

Soal 14.1 (C1): Pemetaan Matriks Modul Pembelajaran DSTL

Tuliskan 3 modul utama perkuliahan Dasar Sistem Tenaga Listrik 2026 beserta topik utamanya!

Solusi 14.1: 1. **Modul 1 (Fondasi Sistem Tenaga):** Arsitektur Grid 5-pilar, Analisis 3-Fasa, Per-Unit System, Transformator Daya.
2. **Modul 2 (Pilar Utama Sistem Tenaga):** Saluran Transmisi (Pendek, Menengah, Panjang), Pembangkitan EBT Bengkulu, Sistem Distribusi Topologi.
3. **Modul 3 (Operasi Modernisasi):** Power Flow Iteratif, Proteksi Hubung Singkat, Kontrol Tegangan/Harmonisa, Economic Dispatch, Stabilitas Transien, Smart Grid IBR.

Level C2: Pemahaman / Memahami (Understanding)

Soal 14.2 (C2): Interaksi Antar-Elemen Grid dalam Operasi Real-Time

Jelaskan rantai interaksi fisiologis antara perubahan beban acak di konsumen hingga penyesuaian daya mekanis di turbin pembangkit!

Solusi 14.2: Kenaikan beban $\rightarrow$ Ketidakseimbangan daya $P_e > P_m \rightarrow$ Energi kinetik rotor diserap $\rightarrow$ Kecepatan rotor dan frekuensi grid f turun $\rightarrow$ Sensor Governor mendeteksi penyimpangan frekuensi $\rightarrow$ Governor membuka katup uap/air turbin $\rightarrow$ Daya mekanis P_m naik hingga $P_m = P_e$ pada frekuensi baru.

Level C3: Penerapan / Mengaplikasikan (Applying)

Soal 14.3 (C3): Kalkulasi Aliran Daya Tegangan Ujung Feeder

Daya $S = 10 + j5$ MVA ditransmisikan melalui sirkuit dengan impedansi $Z = 0.05 + j0.15$ pu pada tegangan pengirim $V_S = 1.0 \angle 0^\circ$ pu. Hitung perkiraan tegangan penerima V_R !

Solusi 14.3:

$$\Delta V \approx \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{|V_S|} = \frac{(0.10 \times 0.05) + (0.05 \times 0.15)}{1.0} = 0.005 + 0.0075 = 0.0125 \text{ pu}$$

$$V_R = V_S - \Delta V = 1.0 - 0.0125 = 0.9875 \text{ pu}$$

Level C4: Analisis (Analyzing)

Soal 14.4 (C4): Analisis Hubung Singkat Setting Proteksi Reguler

Jaringan memiliki $Z_{th} = j0.10$ pu pada 100 MVA, 150 kV. Hitung arus gangguan 3-fasa simetris primer (I_f) dan tentukan arus sekunder pada CT 600/5 A!

Solusi 14.4:

$$I_{base} = \frac{100 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 150.000} = 384.90 \text{ A}$$

$$I_{f,pu} = \frac{1.0}{0.10} = 10.0 \text{ pu} \implies I_{f,primer} = 10.0 \times 384.90 \text{ A} = 3849.0 \text{ A}$$

$$I_{f,sekunder} = 3849.0 \times \frac{5}{600} = 32.075 \text{ A}$$

Level C5: Evaluasi (Evaluating)

Soal 14.5 (C5): Evaluasi Komprehensif Sistem Tenaga Bengkulu

Evaluasi opsi mitigasi teknis terbaik untuk mengatasi ancaman penurunan stabilitas frekuensi saat PLTU Bengkulu 100 MW trip mendadak di siang hari saat penetrasi PLTS Atap tinggi!

Solusi 14.5: Mitigasi paling efektif adalah kombinasi ****BESS skala besar (20 MW/10 MWh)**** yang dilengkapi ****Grid-Forming Inverter (GFM)**** untuk menyediakan inersia sintetis instan (< 50 ms), serta pemanfaatan respon peaker cepat dari ****PLTA Musi**** via skema otomatisasi ***Special Protection Scheme*** (SPS).

Level C6: Kreasi / Sintesis (Creating)

Soal 14.6 (C6): Master Script Octave Integrasi Simulasi DSTL

Buat skrip Master Octave yang mengintegrasikan kalkulasi per-unit, pemanggilan MATPOWER power flow, dan kalkulasi arus hubung singkat secara otomatis!

Solusi 14.6:

```
1 clear; clc;
2 fprintf('=== MASTER SIMULATION DASAR SISTEM TENAGA LISTRIK ===\n'
3 );
4 % 1. PER-UNIT CONVERSION
5 Sbase = 100e6; Vbase = 150e3; Zbase = Vbase^2/Sbase;
6 fprintf('Zbase = %.2f Ohm\n', Zbase);
7 % 2. RUN MATPOWER POWER FLOW
8 mpc = loadcase('case9');
9 results = runpf(mpc);
10 fprintf('Total System Losses = %.2f MW\n', sum(results.branch
11 (:,14)+results.branch(:,15)));
12 % 3. FAULT ANALYSIS
13 Zth = 0.08;
14 I_fault_ka = (1.0 / Zth * (Sbase / (sqrt(3)*Vbase))) / 1000;
15 fprintf('Arus Gangguan Bus Utama = %.2f kA\n', I_fault_ka);
```