

KUMPULAN SOAL TERJAWAB (SOLVED PROBLEMS)

MINGGU 8: ANALISIS ALIRAN DAYA (POWER FLOW)

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 8 mencakup klasifikasi bus (Slack, PV, PQ), pembentukan matriks Y_{bus} , iterasi Gauss-Seidel Newton-Raphson, serta eksekusi MATPOWER.

Level C1: Pengetahuan / Mengingat (Remembering)

Soal 8.1 (C1): Klasifikasi Bus Aliran Daya

Lengkapi tabel klasifikasi bus dalam analisis aliran daya berikut yang menyatakan variabel diketahui dan variabel yang dicari!

- Solusi 8.1:**
1. ****Bus Slack / Swing (Referensi):**** Variabel Diketahui = $|V|, \delta$ ($1.0 \angle 0^\circ$); Variabel Dicari = P, Q .
 2. ****Bus PV (Generator / Voltage Controlled):**** Variabel Diketahui = $P, |V|$; Variabel Dicari = Q, δ .
 3. ****Bus PQ (Beban / Load Bus):**** Variabel Diketahui = P, Q ; Variabel Dicari = $|V|, \delta$.

Level C2: Pemahaman / Memahami (Understanding)

Soal 8.2 (C2): Perbandingan Gauss-Seidel vs Newton-Raphson

Bandingkan keunggulan dan kelemahan metode iteratif Gauss-Seidel dan Newton-Raphson untuk sistem tenaga listrik skala besar!

Solusi 8.2:

- ****Gauss-Seidel:**** Keuntungan = Algoritma sederhana, memori kecil; Kelemahan = Jumlah iterasi bertambah drastis seiring besarnya sistem (konvergensi lambat).
- ****Newton-Raphson:**** Keuntungan = Konvergensi kuadratis sangat cepat (hanya 3-5 iterasi independen terhadap ukuran sistem); Kelemahan = Membutuhkan pembentukan dan inversi Matriks Jacobian di setiap iterasi.

Level C3: Penerapan / Mengaplikasikan (Applying)

Soal 8.3 (C3): Pembentukan Matriks Y_{bus} 3-Bus

Sistem 3-bus memiliki impedansi saluran: $Z_{12} = j0.1$ pu, $Z_{23} = j0.2$ pu, dan $Z_{13} = j0.25$ pu. Bentuklah matriks admitansi bus (Y_{bus})!

Solusi 8.3: Admitansi saluran: $y_{12} = \frac{1}{j0.1} = -j10$ pu, $y_{23} = \frac{1}{j0.2} = -j5$ pu, $y_{13} = \frac{1}{j0.25} = -j4$ pu.

$$Y_{11} = y_{12} + y_{13} = -j14, \quad Y_{22} = y_{12} + y_{23} = -j15, \quad Y_{33} = y_{23} + y_{13} = -j9$$

$$Y_{12} = Y_{21} = -y_{12} = j10, \quad Y_{23} = Y_{32} = -y_{23} = j5, \quad Y_{13} = Y_{31} = -y_{13} = j4$$

$$Y_{bus} = \begin{bmatrix} -j14 & j10 & j4 \\ j10 & -j15 & j5 \\ j4 & j5 & -j9 \end{bmatrix} \text{ pu}$$

Level C4: Analisis (Analyzing)

Soal 8.4 (C4): Iterasi Pertama Gauss-Seidel 2-Bus

Bus 1 adalah Slack Bus ($V_1 = 1.0 \angle 0^\circ$). Bus 2 adalah PQ Bus dengan beban $S_2 = 0.8 + j0.6$ pu ($P_2 = -0.8, Q_2 = -0.6$). Impedansi saluran $Z_{12} = j0.1$ pu ($y_{12} = -j10$). Hitung tegangan $V_2^{(1)}$ pada iterasi pertama Gauss-Seidel!

Solusi 8.4:

$$V_2^{(1)} = \frac{1}{Y_{22}} \left[\frac{P_2 - jQ_2}{(V_2^{(0)})^*} - Y_{21}V_1 \right], \quad V_2^{(0)} = 1.0 \angle 0^\circ$$

$$V_2^{(1)} = \frac{1}{-j10} \left[\frac{-0.8 - j(-0.6)}{1.0} - (j10)(1.0) \right] = \frac{1}{-j10} [-0.8 + j0.6 - j10]$$

$$V_2^{(1)} = \frac{-0.8 - j9.4}{-j10} = 0.94 - j0.08 \text{ pu} = 0.9434 \angle -4.86^\circ \text{ pu}$$

Level C5: Evaluasi (Evaluating)

Soal 8.5 (C5): Evaluasi Rugi-Rugi Daya Transmisi Aliran Daya

Dari hasil aliran daya Soal 8.4, hitung arus saluran I_{12} , aliran daya kompleks dari Bus 1 ke Bus 2 (S_{12}), dan rugi-rugi daya total saluran (S_{loss})!

Solusi 8.5:

$$I_{12} = \frac{V_1 - V_2^{(1)}}{Z_{12}} = \frac{1.0 - (0.94 - j0.08)}{j0.1} = \frac{0.06 + j0.08}{j0.1} = 0.8 - j0.6 \text{ pu}$$

$$S_{12} = V_1 \cdot I_{12}^* = (1.0 \angle 0^\circ) \cdot (0.8 + j0.6) = 0.8 + j0.6 \text{ pu}$$

$$S_{21} = V_2 \cdot I_{21}^* = (0.94 - j0.08) \cdot (-0.8 - j0.6) = -0.8 - j0.5 \text{ pu}$$

$$S_{loss} = S_{12} + S_{21} = (0.8 + j0.6) + (-0.8 - j0.5) = j0.1 \text{ pu}$$

Rugi-rugi daya aktif $P_{loss} = 0 \text{ MW}$ (karena $R = 0$), rugi-rugi reaktif $Q_{loss} = 0.1 \text{ pu}$ (10 MVAR).

Level C6: Kreasi / Sintesis (Creating)**Soal 8.6 (C6): Skrip MATPOWER Casefile 3-Bus Eksekusi Power Flow**

Susun berkas kasus MATPOWER ('case3bus.m') dan buat skrip Octave untuk memanggil 'runpf('case3bus')' serta menampilkan laporan profil tegangan!

Solusi 8.6:

```

1 clear; clc;
2 mpc.version = '2'; mpc.baseMVA = 100;
3 mpc.bus = [
4     1  3  0  0  0  0  1  1.0  0  150  1;
5     2  2  50  20  0  0  1  1.0  0  150  1;
6     3  1  80  40  0  0  1  1.0  0  150  1;
7 ];
8 mpc.gen = [
9     1  50  0  100 -50 1.0 100 1 150 0;
10    2  80  0  100 -50 1.0 100 1 100 0;
11 ];
12 mpc.branch = [
13    1  2  0.02  0.10  0.02 100 100 100 0 0 1;
14    1  3  0.05  0.25  0.05 100 100 100 0 0 1;
15    2  3  0.03  0.15  0.03 100 100 100 0 0 1;
16 ];
17 results = runpf(mpc);
18 printpf(results);

```