



LEMBAR KERJA MINGGU 9

Analisis Kestabilan Sistem Tenaga

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

Nama: _____ **NIM:** _____
Tanggal: _____ **Kelas:** _____

Tujuan Pembelajaran

Setelah menyelesaikan lembar kerja ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Memahami konsep dasar kestabilan sistem tenaga
 2. Mengidentifikasi tiga jenis kestabilan: sudut rotor, tegangan, dan frekuensi
 3. Menganalisis persamaan ayunan (swing equation) dalam kestabilan sudut rotor
 4. Menggunakan kriteria luas yang sama (equal area criterion) untuk analisis kestabilan transien
 5. Menganalisis kurva P-V untuk mengevaluasi kestabilan tegangan
-

1 Konsep Dasar Kestabilan

1.1 Pengantar Kestabilan Sistem Tenaga

Pertanyaan 1: Jelaskan pengertian kestabilan sistem tenaga dan sebutkan 3 jenis utama kestabilan sistem tenaga!

Pertanyaan 2: Apa perbedaan antara kestabilan sudut rotor, kestabilan tegangan,



dan kestabilan frekuensi?

- Kestabilan sudut rotor: _____
- Kestabilan tegangan: _____
- Kestabilan frekuensi: _____

1.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kestabilan

Pertanyaan 3: Sebutkan 5 faktor utama yang mempengaruhi kestabilan sistem tenaga!

2 Kestabilan Sudut Rotor

2.1 Persamaan Ayunan (Swing Equation)

Pertanyaan 4: Jelaskan arti fisis dari persamaan ayunan (swing equation) berikut:

$$M \frac{d^2 \delta}{dt^2} = P_m - P_e$$

- M (inertia constant): _____
- δ (rotor angle): _____
- P_m (mechanical power): _____
- P_e (electrical power): _____

Pertanyaan 5: Sebuah generator memiliki rating 100 MVA dan konstanta inersia $H = 5$ MJ/MVA. Hitung nilai konstanta inersia M dalam satuan per unit.

Pertanyaan 6: Dalam kondisi apa generator akan mengalami percepatan? Dan kapan generator mengalami perlambatan?



3 Analisis Kestabilan Transien

3.1 Kriteria Luas yang Sama (Equal Area Criterion)

Pertanyaan 7: Gambarkan dan jelaskan prinsip kriteria luas yang sama (equal area criterion) dalam analisis kestabilan transien! Gunakan diagram daya-sudut.

Pertanyaan 8: Sebutkan langkah-langkah dalam menganalisis kestabilan transien menggunakan kriteria luas yang sama:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

3.2 Contoh Perhitungan

Soal 1: Sebuah generator sinkron terhubung ke bus tak hingga dengan reaktansi total saluran transmisi 0.3 pu. Tegangan terminal generator dan bus tak hingga masing-masing 1.05 pu dan 1.0 pu. Daya mekanis konstan 0.8 pu.

- a) Hitung daya maksimum yang bisa ditransmisikan (P_{max}).
 - b) Hitung sudut awal operasi (δ_0).
-



4 Kestabilan Tegangan

4.1 Kurva P-V dan Q-V

Pertanyaan 9: Gambarkan sketsa kurva P-V (nose curve) dan jelaskan bagian-bagian pentingnya termasuk titik kritis dan wilayah stabil/tidak stabil.

Pertanyaan 10: Apa yang dimaksud dengan "voltage collapse point" dalam kurva P-V dan bagaimana mengidentifikasi titik tersebut?

4.2 Faktor-Faktor Kestabilan Tegangan

Pertanyaan 11: Sebutkan dan jelaskan 4 faktor utama yang mempengaruhi kestabilan tegangan:

1. **Faktor 1:** _____
Penjelasan: _____
 2. **Faktor 2:** _____
Penjelasan: _____
 3. **Faktor 3:** _____
Penjelasan: _____
 4. **Faktor 4:** _____
Penjelasan: _____
-

5 Kestabilan Frekuensi

5.1 Kontrol Frekuensi

Pertanyaan 12: Jelaskan perbedaan antara kontrol frekuensi primer dan sekunder!

- Kontrol frekuensi primer: _____
- Kontrol frekuensi sekunder: _____

Pertanyaan 13: Apa yang menyebabkan perubahan frekuensi dalam sistem tenaga dan bagaimana sistem meresponsnya?

6 Aplikasi dan Penyelesaian Kestabilan

6.1 Peningkatan Kestabilan

Pertanyaan 14: Sebutkan 5 metode untuk meningkatkan kestabilan sistem tenaga:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

6.2 Studi Kasus

Soal 2: Sebuah sistem tenaga mengalami kehilangan pembangkit sebesar 1000 MW. Jelaskan dampak terhadap ketiga jenis kestabilan dan kemungkinan langkah mitigasi yang bisa diambil.

- Kestabilan sudut: _____
- Kestabilan tegangan: _____
- Kestabilan frekuensi: _____
- Langkah mitigasi: _____



7 Kestabilan dalam Konteks Energi Terbarukan

Pertanyaan 15: Jelaskan bagaimana penetrasi tinggi energi terbarukan mempengaruhi kestabilan sistem tenaga dan tantangan utamanya!

Pertanyaan 16: Apa itu "virtual inertia" dan mengapa ini penting dalam sistem dengan tingkat konversi tinggi?

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

Software: MATLAB/Simulink, PSAT