

Mata Kuliah (MK)	Nama MK : Analisis Sistem Tenaga
	Kode MK : EE185710
	Kredit : 2 sks
	Semester : (MK Pilihan)

Deskripsi Mata Kuliah

Mata kuliah analisis sistem tenaga membahas perhitungan dan simulasi aliran daya pada sistem tenaga listrik menggunakan beberapa metode seperti metode Gauss Seidel, Newton Raphson dan Fast Decoupled. Selain itu, mata kuliah ini membahas analisis hubung singkat baik simetri maupun tidak simetri. Setelah itu, analisis kestabilan transient menggunakan metode kriteria sama luas akan dibahas.

CPL Prodi yang Dibebankan

PENGETAHUAN

(P01) Menguasai menguasai konsep dan prinsip keilmuan secara komprehensif, dan untuk mengembangkan prosedur dan strategi yang diperlukan untuk analisis dan perancangan sistem terkait bidang keahlian Teknik Sistem Tenaga, Teknik Sistem Pengaturan, Telekomunikasi Multimedia, Teknik Elektronika, Jaringan Cerdas Multimedia, atau Telematika sebagai bekal untuk pendidikan lanjut atau karir profesional.

KETERAMPILAN KHUSUS

(KK01) Mampu mampu memformulasikan permasalahan rekayasa dengan ide-ide baru untuk pengembangan teknologi dalam bidang keahlian Teknik Sistem Tenaga, Teknik Sistem Pengaturan, Telekomunikasi Multimedia, Teknik Elektronika, Jaringan Cerdas Multimedia, atau Telematika.

KETERAMPILAN UMUM

(KU11) Mampu mengimplementasikan teknologi informasi dan komunikasi dalam konteks pelaksanaan pekerjaannya.

SIKAP

(S09) Menunjukkan sikap bertanggungjawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri
(S12) Bekerja sama untuk dapat memanfaatkan semaksimal mungkin potensi yang dimiliki

Capaian Pembelajaran Mata Kuliah

PENGETAHUAN

Menguasai konsep simulasi sistem tenaga listrik ac 3 fasa berbasis pada perhitungan rangkaian 1 fasa dalam keadaan steady state/transient dan simetri/tak simetri.

KETERAMPILAN KHUSUS

Mampu menganalisis sistem tenaga listrik ac 3 fasa dalam keadaan steady state/transient dan simetri/tak simetri menggunakan software MATLAB.

KETERAMPILAN UMUM

Mampu menggunakan software MATLAB untuk melakukan simulasi dan analisis sistem tenaga listrik

SIKAP

Menunjukkan sikap bertanggungjawab atas pekerjaan di bidang keahlian Simulasi dan Analisis sistem tenaga listrik secara mandiri.

Bekerja sama untuk dapat memanfaatkan semaksimal mungkin potensi yang dimiliki.

Topik/Pokok Bahasan

1. Konsep dasar analisis sistem tenaga
2. Pemodelan : model komponen utama, diagram segaris, diagram impedansi/admitansi, besaran per unit, model rangkaian (Ybus, Zbus), model matematik (persamaan aliran daya)
3. Simulasi dan Analisis Aliran Daya : metode Gauss-Seidel, metode Newton Raphson, metode Fast Decoupled
4. Konsep dasar hubung singkat pada sistem tenaga listrik
5. Metode Zbus yang diterapkan pada Simulasi dan Analisis Hubung Singkat 3 fasa simetri
6. Teori Komponen Simetri
7. Simulasi dan Analisis Hubung Singkat menggunakan teori Komponen Simetri.
8. Konsep Dasar stabilitas pada sistem tenaga listrik
9. Simulasi dan Analisis Stabilitas.

Pustaka

- [1] John J. Grainger, William D. Stevenson, Jr., "Power System Analysis", McGraw-Hill Inc, 1994.
- [2] Hadi Saadat, "Power System Analysis", McGraw-Hill Inc, 1999
- [3] M.E. El-Hawary, "Electric Power Systems : Design and Analysis", Reston Publishing Company, 1983.
- [4] C.A. Gross, " Power System Analysis", 2nd Edition, John Wiley & Sons,1983.
- [5] Turan Gonen, "Modern Power System Analysis", John Wiley & Sons, 1988.

Prasyarat

--



Rencana Pembelajaran Semester

Prodi Magister Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Elektro
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

1	Kode & Nama : EE185710 Analisis Sistem Tenaga
2	Kredit : 2 sks
3	Semester : Prasyarat
4	Dosen : Dr. Ardyono Priyadi
5	Deskripsi Mata Kuliah : Mata kuliah analisis sistem tenaga membahas perhitungan dan simulasi aliran daya pada sistem tenaga listrik menggunakan beberapa metode seperti metode Gauss Seidel, Newton Raphson dan Fast Decoupled. Selain itu, mata kuliah ini membahas analisis hubung singkat baik simetri maupun tidak simetri. Setelah itu, analisis kestabilan transient menggunakan metode kriteria sama luas akan dibahas.
6	CPL Prodi yang Dibebankan : PENGETAHUAN (P01) Menguasai menguasai konsep dan prinsip keilmuan secara komprehensif, dan untuk mengembangkan prosedur dan strategi yang diperlukan untuk analisis dan perancangan sistem terkait bidang keahlian Teknik Sistem Tenaga, Teknik Sistem Pengaturan, Telekomunikasi Multimedia, Teknik Elektronika, Jaringan Cerdas Multimedia, atau Telematika sebagai bekal untuk pendidikan lanjut atau karir profesional. KETERAMPILAN KHUSUS (KK01) Mampu mampu memformulasikan permasalahan rekayasa dengan ide-ide baru untuk pengembangan teknologi dalam bidang keahlian Teknik Sistem Tenaga, Teknik Sistem Pengaturan, Telekomunikasi Multimedia, Teknik Elektronika, Jaringan Cerdas Multimedia, atau Telematika. KETERAMPILAN UMUM (KU11) Mampu mengimplementasikan teknologi informasi dan komunikasi dalam konteks pelaksanaan pekerjaannya. SIKAP (S09) Menunjukkan sikap bertanggungjawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri (S12) Bekerja sama untuk dapat memanfaatkan semaksimal mungkin potensi yang dimiliki

7	Capaian Pembelajaran Mata Kuliah	<p>: PENGETAHUAN</p> <p>Menguasai konsep simulasi sistem tenaga listrik ac 3 fasa berbasis pada perhitungan rangkaian 1 fasa dalam keadaan <i>steady state/transient</i> dan <i>simetri/tak simetri</i>.</p> <p>KETERAMPILAN KHUSUS</p> <p>Mampu menganalisis sistem tenaga listrik ac 3 fasa dalam keadaan <i>steady state/transient</i> dan <i>simetri/tak simetri</i> menggunakan software MATLAB.</p> <p>KETERAMPILAN UMUM</p> <p>Mampu menggunakan software MATLAB untuk melakukan simulasi dan analisis sistem tenaga listrik</p> <p>SIKAP</p> <p>Menunjukkan sikap bertanggungjawab atas pekerjaan di bidang keahlian Simulasi dan Analisis sistem tenaga listrik secara mandiri.</p> <p>Bekerja sama untuk dapat memanfaatkan semaksimal mungkin potensi yang dimiliki.</p>
8	Tahapan Capaian Pembelajaran	<p>PENGETAHUAN</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menguasai konsep sistem tenaga listrik dalam keadaan <i>steady-state</i> dan simetri. 2. Menguasai pengertian besaran-besaran yang digunakan dalam simulasi dan analisis sistem tenaga listrik. 3. Menguasai pemodelan komponen-komponen utama sistem tenaga listrik: Generator, saluran transmisi transformator, dan beban. 4. Menguasai pemodelan jaringan sistem tenaga listrik : diagram segaris, diagram impedansi/admitansi, besaran per-unit, matrix admitansi bus (Ybus) dan matrix impedansi bus (Zbus). 5. Menguasai pemodelan matematik pada setiap bus dari sistem tenaga listrik : persamaan aliran daya masuk dan keluar bus sama. 6. Menguasai konsep perhitungan jaringan 1 fasa dari jaringan sistem tenaga listrik 3 fasa dalam keadaan <i>steady-state</i> dan simetri menggunakan besaran per-unit. 7. Menguasai simulasi dan analisis aliran daya: metode Gauss Seidel, Newton Raphson, Fast Decoupled. 8. Menguasai konsep sistem tenaga listrik dalam keadaan <i>transient</i> dan simetri/tak simetri. 9. Menguasai konsep dasar perhitungan hubung singkat dalam simulasi dan analisis sistem tenaga listrik. 10. Menguasai fenomena transient selama hubung singkat terjadi pada sistem tenaga listrik.

	<ol style="list-style-type: none"> 11. Menguasai penerapan metode Zbus pada perhitungan arus hubung singkat 3 fasa simetri untuk menentukan MVA hubung singkat dan kapasitas pemutus dalam sistem tenaga listrik. 12. Menguasai penerapan teori komponen simetri pada sistem tenaga listrik : impedansi urutan, rangkaian urutan dan hubungan rangkaian urutan. 13. Menguasai simulasi dan analisis hubung singkat menggunakan teori komponen simetri: hubung singkat tiga fasa, satu fasa ke tanah, antar fasa dan dua fasa ke tanah. 14. Menguasai konsep dasar stabilitas dalam simulasi dan analisis sistem tenaga listrik : diagram fasor dan kurva P-δ dari generator serempak, pengertian stabilitas steady-state dan stabilitas transient. 15. Menguasai simulasi dan analisis stabilitas <i>transient</i> : persamaan ayunan rotor, kriteria luas sama dan penerapannya pada analisis stabilitas <p style="text-align: center;">KETERAMPILAN</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mampu merepresentasikan sistem tenaga listrik untuk siap dilakukan simulasi dan analisis dalam keadaan steady-state, transient, simetri dan tak simetri. 2. Mampu memodelkan komponen utama, jaringan, persamaan aliran daya pada setiap bus dari sistem tenaga listrik 3. Mampu melakukan simulasi dan analisis aliran daya: metode Gauss Seidel, Newton Raphson, Fast Decoupled. 4. Mampu menerapkan metode Zbus pada perhitungan arus hubung singkat 3 fasa simetri. 5. Mampu melakukan simulasi dan analisis hubung singkat menggunakan teori komponen simetri: hubung singkat tiga fasa, satu fasa ke tanah, antar fasa dan dua fasa ke tanah. 6. Mampu melakukan simulasi dan analisis stabilitas transient : persamaan ayunan rotor, kriteria luas sama dan penerapannya pada analisis stabilitas
<p>9</p>	<p>Topik/Pokok Bahasan :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Konsep dasar analisis sistem tenaga 2. Pemodelan : model komponen utama, diagram segaris, diagram impedansi/admitansi, besaran per unit, model rangkaian (Ybus, Zbus), model matematik (persamaan aliran daya) 3. Simulasi dan Analisis Aliran Daya : metode Gauss-Seidel, metode Newton Raphson, metode Fast Decoupled 4. Konsep dasar hubung singkat pada sistem tenaga listrik

	<ol style="list-style-type: none"> 5. Metode Zbus yang diterapkan pada Simulasi dan Analisis Hubung Singkat 3 fasa simetri 6. Teori Komponen Simetri 7. Simulasi dan Analisis Hubung Singkat menggunakan teori Komponen Simetri. 8. Konsep Dasar stabilitas pada sistem tenaga listrik 9. Simulasi dan Analisis Stabilitas.
10	<p>Pustaka :</p> <ol style="list-style-type: none"> [1] John J. Grainger, William D. Stevenson, Jr., "Power System Analysis", McGraw-Hill Inc, 1994 [2] Hadi Saadat, "Power System Analysis", McGraw-Hill Inc, 1999 [3] M.E. El-Hawary, "Electric Power Systems : Design and Analysis", Reston Publishing Company, 1983 [4] C.A. Gross, " Power System Analysis", 2nd Edition, John Wiley & Sons, 1983 [5] Turan Gonen, "Modern Power System Analysis", John Wiley & Sons, 1988
11	<p>Prasyarat : --</p>

No	Capaian Pembelajaran Pokok Bahasan	Materi Pembelajaran	Metode Pembelajaran (Estimasi Waktu)	Asesmen		
				Indikator Capaian Pembelajaran	Pengalaman Belajar*	Bobot (%)
1	Menguasai konsep dasar perhitungan besaran-besaran sistem tenaga listrik dalam keadaan steady-state dan simetri.	<p>besaran-besaran listrik yang digunakan dalam simulasi dan analisis sistem tenaga listrik</p> <p>Konsep perhitungan rangkaian 1 fasa dari rangkaian 3 fasa dalam keadaan steady-state dan simetri.</p>	<p>- Belajar Mandiri (2 x 2 x 60 menit)</p> <p>- Pembelajaran di Kelas : 2 Aktivitas Instruksional (2 x 2 x 50 menit)</p> <p>- Belajar Terstruktur (2 x 2 x 50 menit)</p>	Mampu memahami besaran-besaran listrik yang digunakan dalam simulasi dan analisis sistem tenaga listrik.	Tugas 1 Penyelesaian Soal	10
				Mampu melakukan perhitungan menggunakan besaran-besaran sistem tenaga listrik yang dinyatakan dalam bentuk <i>rectangular/polar</i> .		
				Mampu melakukan perhitungan rangkaian listrik 1 fasa dari rangkaian listrik 3 fasa dalam keadaan steady-state dan simetri.		
2	Menguasai pemodelan sistem tenaga listrik : rangkaian pengganti komponen utama, diagram segaris, besaran per unit	<p>- Pemodelan komponen utama : Generator, saluran transmisi, transformator, dan beban;</p> <p>- Pemodelan rangkaian sistem tenaga listrik : diagram segaris, diagram impedansi dan admitansi,</p>	<p>- Belajar Mandiri (2 x 2 x 60 menit)</p> <p>- Pembelajaran di Kelas : 4 Aktivitas Instruksional (2 x 2 x 50 menit)</p>	Mampu membuat model (rangkaian pengganti 1 fasa) dari generator serempak, saluran transmisi, transformator dan beban dari sistem tenaga listrik.	Tugas 2 Penyelesaian Soal Quiz-1	15
				Mampu membuat diagram segaris dari sistem tenaga listrik menggunakan simbol-simbol standard.		
				Mampu membuat diagram impedansi/admitansi dari sistem tenaga listrik.		

		perhitungan dengan sistem per unit.	- Belajar Terstruktur (2 x 2 x 50 menit)	Mampu mengubah satuan seungguhnya dari besaran-besaran sistem tenaga listrik menjadi besaran-besaran dengan satuan per-unit. Mampu melakukan perhitungan pada rangkaian sistem tenaga listrik dengan besaran-besaran dalam per-unit.		
3	Menguasai pemodelan sistem tenaga listrik : model rangkaian, model matematik (persamaan aliran daya).	- matrix admitansi (Ybus) dan matrix impedansi (Zbus) dari rangkaian sistem tenaga listrik untuk perhitungan arus hubung singkat. - persamaan aliran daya pada setiap bus: bentuk umum, bentuk <i>rectangular</i> , bentuk <i>polar</i> , bentuk <i>hybrid</i>	- Belajar Mandiri (2 x 2 x 60 menit) - Pembelajaran di Kelas : 2 Aktivitas Instruksional (2 x 2 x 50 menit) - Belajar Terstruktur (2 x 2 x 50 menit)	Mampu menghitung elemen-elemen dari matrix Ybus dari diagram admitansi rangkaian sistem tenaga listrik secara <i>manual</i> maupun dengan <i>software</i> MATLAB. Mampu menghitung elemen-elemen matrix Zbus dari <i>invers</i> matrix Ybus menggunakan <i>software</i> MATLAB. Mampu menuliskan persamaan aliran daya pada setiap bus dalam bentuk umum, bentuk <i>rectangular</i> , bentuk <i>polar</i> , bentuk <i>hybrid</i>	Tugas 3 Penyelesaian Soal	10
4	Menguasai konsep Simulasi dan Analisis aliran daya pada system tenaga listrik ac 3 fasa.	- Metode Gauss-Seidel - Metode Newton Raphson - Metode Fast Decoupled	- Belajar Mandiri (2 x 2 x 60 menit) - Pembelajaran di Kelas : 6 Aktivitas Instruksional (2 x 2 x 50 menit) - Belajar Terstruktur (2 x 2 x 60 menit)	Mampu memahami metode iterasi yang digunakan dalam perhitungan aliran daya pada sistem tenaga listrik yaitu metode Gauss-Seidel, metode Newton Raphson dan metode Fast Decoupled. Mampu menggunakan <i>software</i> MATLAB untuk simulasi dan analisis Aliran Daya dengan metode Gauss-Seidel, metode Newton Raphson dan metode Fast Decoupled.	Tugas 4 Simulasi dan Penyelesaian Soal UTS	15
5	Menguasai konsep metode Zbus untuk perhitungan	- Konsep perhitungan arus hubung singkat 3		Mampu menggunakan rangkaian pengganti Thevenin untuk menghitung besar arus	Tugas 5 Simulasi dan Penyelesaian Soal	10

	Simulasi dan Analisis Hubung Singkat	<p>fasa simetri menggunakan matrix Zbus.</p> <p>- Penerapan metode Zbus pada Simulasi dan Analisis Hubung Singkat 3 fasa simetri</p>	<p>- Belajar Mandiri (2 x 2 x 60 menit)</p> <p>- Pembelajaran di Kelas: 2 Aktivitas Instruksional (2 x 2 x 50 menit)</p> <p>- Belajar Terstruktur (2 x 2 x 50 menit)</p>	<p>hubung singkat 3 fasa simetri pada bus tertentu dari sistem tenaga listrik.</p> <p>Mampu menentukan Z_{th} dari elemen diagonal matrix Zbus untuk menghitung besar arus hubung singkat 3 fasa simetri pada bus tertentu dari sistem tenaga listrik..</p> <p>Mampu menghitung tegangan dan arus pada jaringan sistem tenaga listrik selama hubung singkat menggunakan elemen-elemen matrix Zbus.</p> <p>Mampu menggunakan software MATLAB untuk simulasi dan analisis Hubung Singkat 3 fasa simetri</p>		
6	Menguasai teori Komponen Simetri yang diterapkan pada perhitungan arus Hubung Singkat simetri/tak simetri.	<p>- Teori Komponen Simetri dan penerapannya pada sistem tenaga listrik yang tak seimbang : Tegangan urutan nol, positif dan negatif; Arus urutan nol, positif dan negatif</p> <p>- Impedansi urutan nol, positif dan negatif untuk komponen utama sistem tenaga listrik.</p> <p>- Rangkaian sistem tenaga listrik urutan nol, positif dan negatif.</p>	<p>- Belajar Mandiri (2 x 2 x 60 menit)</p> <p>- Pembelajaran di Kelas : 6 Aktivitas Instruksional (2 x 2 x 50 menit)</p> <p>- Belajar Terstruktur (2 x 2 x 60 menit)</p>	<p>Mampu memahami teori Komponen Simetri dan penerapannya pada sistem tenaga listrik yang tak seimbang.</p> <p>Mampu menghitung besaran urutan nol, positif dan negatif dari besaran fasa yang tak seimbang.</p> <p>Mampu memahami impedansi urutan nol, positif dan negatif dari saluran transmisi, generator serempak, transformator dan beban.</p> <p>Mampu merepresentasikan sistem tenaga listrik tak seimbang dengan rangkaian urutan nol, positif dan negatif menggunakan impedansi urutan nol, positif dan negatif dari saluran transmisi, generator serempak, transformator dan beban.</p>	<p>Tugas 6 Simulasi dan Penyelesaian Soal</p> <p>Quiz-2</p>	20

		- Konsep perhitungan arus hubung singkat simetri/tak simetri menggunakan rangkaian sistem tenaga listrik urutan nol, positif dan negatif.		Mampu menghitung arus hubung singkat simetri/tak simetri dengan menghubungkan rangkaian urutan nol, positif dan negatif sesuai jenis hubung singkat yang terjadi. Mampu menggunakan software MATLAB untuk simulasi dan analisis Hubung Singkat simetri/tak simetri		
7	Menguasai konsep Simulasi dan Analisis Stabilitas Transient untuk sistem <i>single machine</i> (infinite bus & 1 generator).	- Kurva P- δ dari generator serempak dalam keadaan <i>steady-state</i> dan <i>transient</i> . - Persamaan <i>Rotor Swing</i> - Metode <i>Equal Area Criterion</i> untuk Simulasi dan Analisis Stabilitas <i>Transient</i> sistem <i>single machine</i> .	- Belajar Mandiri (6 x 2 x 60 menit) - Pembelajaran di Kelas: 6 Aktivitas Instruksional (2 x 2 x 50 menit) - Belajar Terstruktur (6 x 2 x 60 menit)	Mampu memahami karakteristik generator serempak khususnya kurva P- δ yang digunakan untuk menentukan stabilitas dari sistem tenaga listrik. Mampu memahami persamaan Rotor Swing dari generator serempak yang merepresentasikan osilasi dari sudut rotor terhadap waktu sesaat setelah terjadinya gangguan pada sistem tenaga listrik. Mampu memahami metode Equal Area Criterion dan penerapannya pada kurva P- δ untuk Simulasi dan Analisis Stabilitas Transient sistem <i>single machine</i> dari sistem tenaga listrik.	Tugas 7 Simulasi dan Penyelesaian Soal UAS	20

*) Presentasi, tugas, quiz, praktikum lab