

PERCOBAAN 3 TUGAS BESAR

3.1 Tujuan

Setelah melakukan modul ini, praktikan diharapkan mampu melakukan perancangan suatu sistem tenaga listrik pada suatu kota berdasarkan informasi yang telah didapatkan dan mensimulasikannya dengan menggunakan SimPowerSystems™ dan Simulink® pada MATLAB.

3.2 Tugas Pendahuluan

1. Jelaskan perbedaan antara beban dasar dan beban puncak! Apakah terdapat perbedaan tarif listrik?
2. Jelaskan perbedaan tarif dasar listrik untuk beberapa kelas pelanggan (rumah tangga, industri, komersil, dll)! Apa yang membedakan tarif tsb.?
3. Hal apa saja yang perlu diketahui dalam perencanaan sebuah sistem tenaga listrik? (sebutkan dan jelaskan secara singkat!)
4. Apakah aspek teknis terkait standar komponen yang tersedia di pasaran perlu diperhatikan dalam perancangan sebuah sistem tenaga listrik?

5.3 Informasi

Tugas Besar dikerjakan secara berkelompok. Bagi setiap rombongan menjadi 2 kelompok. 1 kelompok mengerjakan soal tipe A dan 1 kelompok lainnya mengerjakan soal tipe B. Lama pengerjaan akan diberitahukan ketika pengarahannya modul 5 pada akhir modul 4. Kumpulkan dalam bentuk laporan dan presentasikan dalam bentuk power point kepada asisten.

Hal yang perlu dibawa ketika presentasi:

1. Laporan tugas besar

Format laporan terdiri dari: abstraksi, pendahuluan, dasar teori, perancangan sistem, hasil dan analisis, kesimpulan dan saran, serta daftar pustaka. Lengkapi analisis Anda dengan sumber referensi lain dan cantumkan sumber referensi. Sertakan pula dasar teori yang digunakan pada penulisan. Lampirkan jadwal pertemuan dan pembahasan tugas, daftar hadir anggota kelompok pada setiap pertemuan dan deskripsi tugas yang dikerjakan setiap anggota kelompok (logbook).

2. Paper tugas besar

Paper dibuat berdasarkan standar IEEE dengan jumlah halaman maksimal 6 halaman berisi ringkasan dengan menggunakan bahasa Inggris.

3. Powerpoint tugas besar

Powerpoint berisi slide yang akan digunakan untuk presentasi.

4. Semua softcopy dalam 1 folder

Softcopy yang dikumpulkan: file simulasi Simulink MATLAB, laporan, paper, ppt dan file tambahan evaluasi.

Seluruh anggota kelompok harus berkontribusi di dalam pengerjaan tugas besar ini!

3.3 Soal Tugas Besar (Tipe A)

Kota A memiliki jumlah beban yang harus dipenuhi sebagai berikut:

1. Beban Rumah Tangga (Tegangan 380 V)

Asumsikan bahwa masing2 peralatan pada jenis beban di bawah ini digunakan secara konstan pada rentang waktu tertentu: (05.00-17.00 ; 17.00-22.00 ; 22.00-05.00). Contoh: Semua Lampu digunakan pada rentang pukul 17.00-22.00 dan rentang pukul 22.00-05.00, tapi tidak pada rentang waktu 17.00-22.00.

	Jumlah Pelanggan (KK)	Televisi (60W)	Lampu (35W)	Kulkas (200W)	AC (220W)	Dispenser (50W)	Pemanas Air (100W)	PC (150W)
Beban RT-1	40,000	1	3	0	0	1	0	0
Beban RT-2	115,000	2	5	1	0	1	0	0
Beban RT-3	75,000	2	10	1	0	1	1	1
Beban RT-4	25,000	3	15	1	1	2	1	2
Beban RT-5	15,000	4	20	2	3	3	2	3

2. Beban Industri 24 jam, Beban Komersial (Tegangan 20 kV)

Rentang penggunaan beban komersial seperti beban Rumah Tangga, yaitu pada waktu tertentu: (05.00-17.00 ; 17.00-22.00 ; 22.00-05.00).

	Jumlah Pelanggan	Daya (VA)
Industri Kecil (2200 VA)	3000	2,200
Industri Sedang (50 kVA)	1000	50,000
Industri Besar (200 kVA)	50	200,000
UKM (1300 VA)	5000	1,300
Restoran - Toko (5 kVA)	1000	5,000
Mall dan Hotel (50 kVA)	20	50,000

3. Beban Prioritas (Tegangan 20kV) 24 jam

	Jumlah Pelanggan	Daya (VA)
Rumah Sakit (50 kVA)	20	50,000
Pusat Server Data (5 kVA)	5	5,000
Kantor Lembaga Negara (100 kVA)	10	100,000
Istana Negara (1 MVA)	1	1,000,000
Pangkalan Militer (750 kVA)	3	750,000

4. Beban Publik dan Sosial (Tegangan 380 V)

Rentang penggunaan beban publik dan sosial seperti beban Rumah Tangga, yaitu pada waktu tertentu: (05.00-17.00 ; 17.00-22.00 ; 22.00-05.00).

	Jumlah Pelanggan	Daya (VA)
Rumah Ibadah (6600 VA)	200	6600
Sekolah dan Universitas (10 kVA)	100	10000
Penerangan Jalan Umum (100 W)	20000	100

Jenis Pembangkit yang terdapat pada kota tersebut:

1. PLTP berfungsi sebagai generator Swing, digunakan sepanjang hari, kapasitas maksimalnya sebesar 80% kapasitas daya PLTU.
2. PLTU digunakan sepanjang hari, berfungsi sebagai generator PV, kapasitasnya tidak dapat diubah.
3. PLTA hanya menyuplai beban malam hari, kapasitas maksimalnya sebesar 30% kapasitas daya PLTU, berfungsi sebagai generator Swing.
4. PLTB (angin), memiliki kapasitas maksimal sebesar 10% kapasitas PLTU, hanya menyuplai beban malam hari, berfungsi sebagai generator PV.

Batasan-batasan yang harus dipenuhi:

1. Kota terbagi menjadi 4 Region berdasarkan jenis bebannya.
2. Kota memiliki 4 gardu yang masing-masing terhubung dengan setiap region beban.
Gardu 1 terhubung dengan beban 1. Gardu 2 terhubung dengan beban 2. Gardu 3 terhubung dengan beban 3. Gardu 4 terhubung dengan beban 4.

Tegangan keluaran untuk semua gardu adalah 20 kV.

Jarak antar gardu:

- Jarak Antara Gardu 1 - 2 = 20 km

- Jarak Antara Gardu 1 - 4 = 20 km
- Jarak Antara Gardu 2 - 4 = 20 km
- Jarak Gardu 1/2/4 - 3 = 5 km

Tegangan Line nya 70 kV.

3. Jarak gardu dengan pembangkit:
 - a. Jarak Antara Gardu 1 - PLTP = 100km
 - b. Jarak Antara Gardu 2 - PLTU = 100km
 - c. Jarak Antara Gardu 3 - PLTA = 50km
 - d. Jarak Antara Gardu 4 - PLTB = 20km
4. Setiap Beban dengan $V=380$ V, memiliki jarak 3km dari gardu awal Tegangan 20kV.
5. Setiap Beban dengan $V=20$ kV, diasumsikan tidak berjarak dari Gardu awal Tegangan 20kV.
6. Untuk Beban 1,3,4 = $V \text{ min } 0.96 \text{ pu}$.
7. Untuk Beban 2 = $V \text{ min } 0.98 \text{ pu}$ dengan $PF > 0.85$.
8. Boleh menempatkan Capacitor Bank pada Jaringan Tegangan 20 kV

3.4 Pertanyaan (Tipe A)

1. Desain Jadwal Seluruh Beban untuk rentang waktu 05.00-17.00 ; 17.00-22.00 ; 22.00-05.00 !
2. Desain Jadwal Penggunaan Pembangkit untuk tiap rentang waktu, dengan memanfaatkan studi Load Flow ! (Perhatikan batasan-batasan yang harus dipenuhi)
3. Tentukan Kapasitas masing-masing Line dan Trafo untuk menunjang sistem Tenaga Elektrik kota A ini !
4. Pada kasus darurat, yaitu hanya beban Prioritas yang disupply, bagaimana Desain minimal Penggunaan Pembangkit anda?
5. Beban Prioritas disupply oleh 3 Line yang berbeda dari Gardu yang berlainan. Bagaimana Desain Line dan Trafo pada setiap Feeder tersebut, apabila ada kemungkinan 2 dari 3 Line tersebut putus?
6. Analisis Simulasi Symmetrical Fault pada kasus tersebut!
7. Beban Rumah Tangga RT-1, RT-2, dan RT-3, beban Rumah Ibadah, beban Penerangan Jalan Umum, mampu disuplai secara mandiri oleh Pembangkit Tambahan dari Tenaga Surya (PLTS). Bagaimanakah Desain Kapasitas Pembangkit lainnya untuk mensuplai seluruh beban yang tersisa?
8. Beban Rumah Tangga RT-4, dan RT-5, beban Sekolah dan Universitas, seluruh beban Industri, pada kondisi darurat harus mampu disuplai oleh Genset Pribadi masing-masing. Bagaimanakah Desain Kapasitas Pembangkit lainnya untuk mensuplai seluruh beban yang tersisa?
9. Kasus no 7 dan Kasus no 8 dapat terjadi secara bersamaan, Bagaimanakah Desain Kapasitas Pembangkit lainnya untuk mensuplai seluruh beban yang tersisa?

3.5 Soal Tugas Besar (Tipe B)

Kota B memiliki jumlah beban yang harus dipenuhi sebagai berikut:

1. Beban Rumah Tangga (Tegangan 380 V)

Asumsikan bahwa masing2 peralatan pada jenis beban di bawah ini digunakan secara konstan pada rentang waktu tertentu: (05.00-17.00 ; 17.00-22.00 ; 22.00-05.00). Contoh: Misalkan semua Lampu digunakan pada rentang pukul 17.00-22.00 dan rentang pukul 22.00-05.00, tapi tidak pada rentang waktu 17.00-22.00. Perbandingan beban pada RT-1 : RT-2 : RT-3 : RT-4 : RT-5 = 4 : 8 : 12 : 2 :1.

	Televisi (60W)	Lampu (35W)	Kulkas (200W)	AC (220W)	Dispenser (50W)	Pemanas Air (100W)	PC (150W)
Beban RT-1	1	3	0	0	1	0	0
Beban RT-2	2	5	1	0	1	0	0
Beban RT-3	2	10	1	0	1	1	1
Beban RT-4	3	15	1	1	2	1	2
Beban RT-5	4	20	2	3	3	2	3

2. Beban Industri 24 jam, Beban Komersial (Tegangan 20 kV)

Rentang penggunaan beban komersial seperti beban Rumah Tangga, yaitu pada waktu tertentu: (05.00-17.00 ; 17.00-22.00 ; 22.00-05.00).

	Jumlah Pelanggan	Daya (VA)
Industri Kecil (2200 VA)	3000	2,200
Industri Sedang (50 kVA)	1000	50,000
Industri Besar (200 kVA)	50	200,000
UKM (1300 VA)	5000	1,300
Restoran - Toko (5 kVA)	1000	5,000
Mall dan Hotel (50 kVA)	20	50,000

3. Beban Prioritas (Tegangan 20kV) 24 jam

	Jumlah Pelanggan	Daya (VA)
Rumah Sakit (50 kVA)	20	50,000
Pusat Server Data (5 kVA)	5	5,000
Kantor Lembaga Negara (100 kVA)	10	100,000
Istana Negara (1 MVA)	1	1,000,000
Pangkalan Militer (750 kVA)	3	750,000

4. Beban Publik dan Sosial (Tegangan 380 V)

Rentang penggunaan beban publik dan sosial seperti beban Rumah Tangga, yaitu pada waktu tertentu: (05.00-17.00 ; 17.00-22.00 ; 22.00-05.00).

	Jumlah Pelanggan	Daya (VA)
Rumah Ibadah (6600 VA)	200	6600
Sekolah dan Universitas (10 kVA)	100	10000
Penerangan Jalan Umum (100 W)	20000	100

Jenis Pembangkit yang terdapat pada kota tersebut:

1. PLTP berfungsi sebagai generator Swing, digunakan sepanjang hari, kapasitas maksimalnya sebesar 80% kapasitas daya PLTU.
2. PLTU digunakan sepanjang hari, berfungsi sebagai generator PV, kapasitasnya tidak dapat diubah, besar kapasitas PLTU adalah 100 MW.
3. PLTA hanya menyuplai beban malam hari, kapasitas maksimalnya sebesar 30% kapasitas daya PLTU, berfungsi sebagai generator Swing.
4. PLTB (angin), memiliki kapasitas maksimal sebesar 10% kapasitas PLTU, hanya menyuplai beban malam hari, berfungsi sebagai generator PV.

Batasan-batasan yang harus dipenuhi:

1. Kota terbagi menjadi 4 Region berdasarkan jenis bebannya.
2. Kota memiliki 4 gardu yang masing-masing terhubung dengan setiap region beban.
Gardu 1 terhubung dengan beban 1. Gardu 2 terhubung dengan beban 2. Gardu 3 terhubung dengan beban 3. Gardu 4 terhubung dengan beban 4.

Tegangan keluaran untuk semua gardu adalah 20 kV.

Jarak antar gardu:

- Jarak Antara Gardu 1 - 2 = 20 km
- Jarak Antara Gardu 1 - 4 = 20 km
- Jarak Antara Gardu 2 - 4 = 20 km
- Jarak Gardu 1/2/4 - 3 = 5 km

Tegangan Line nya 70 kV.

3. Jarak gardu dengan pembangkit:
 - a. Jarak Antara Gardu 1 - PLTP = 100km
 - b. Jarak Antara Gardu 2 - PLTU = 100km
 - c. Jarak Antara Gardu 3 - PLTA = 50km

- d. Jarak Antara Gardu 4 - PLTB = 20km
4. Setiap Beban dengan $V=380\text{ V}$, memiliki jarak 3km dari gardu awal Tegangan 20kV.
 5. Setiap Beban dengan $V=20\text{ kV}$, diasumsikan tidak berjarak dari Gardu awal Tegangan 20kV.
 6. Untuk Beban 1,3,4 = $V \text{ min } 0,96 \text{ pu}$.
 7. Untuk Beban 2 = $V \text{ min } 0,98 \text{ pu}$ dengan $\text{PF} > 0.85$.
 8. Boleh menempatkan Capacitor Bank pada Jaringan Tegangan 20 kV.

3.6 Pertanyaan (Tipe B)

1. Perkirakan Berapa Jumlah KK Beban RT, dengan memanfaatkan Studi Load Flow ! (Perhatikan batasan - batasan yang harus dipenuhi)
2. Desain Jadwal Seluruh Beban untuk rentang waktu 05.00-17.00 ; 17.00-22.00 ; 22.00-05.00 !
3. Tentukan Kapasitas masing-masing Line dan Trafo untuk menunjang sistem Tenaga Elektrik kota B ini !

(Gunakan data jumlah KK Beban RT ini untuk menjawab soal-soal berikutnya)

4. Pada kasus darurat, yaitu hanya beban Prioritas yang disupply, bagaimana Desain minimal Penggunaan Pembangkit anda?
5. Beban Prioritas disupply oleh 3 Line yang berbeda dari Gardu yang berlainan. Bagaimana Desain Line dan Trafo pada setiap Feeder tersebut, apabila ada kemungkinan 2 dari 3 Line tersebut putus?
6. Analisis Simulasi Symmetrical Fault pada kasus tersebut!
7. Beban Rumah Tangga RT-1, RT-2, dan RT-3, beban Rumah Ibadah, beban Penerangan Jalan Umum, mampu disuplai secara mandiri oleh Pembangkit Tambahan dari Tenaga Surya (PLTS). Bagaimanakah Desain Kapasitas Pembangkit lainnya untuk mensuplai seluruh beban yang tersisa?
8. Beban Rumah Tangga RT-4, dan RT-5, beban Sekolah dan Universitas, seluruh beban Industri, pada kondisi darurat harus mampu disuplai oleh Genset Pribadi masing-masing. Bagaimanakah Desain Kapasitas Pembangkit lainnya untuk mensuplai seluruh beban yang tersisa?
9. Kasus no 7 dan Kasus no 8 dapat terjadi secara bersamaan, Bagaimanakah Desain Kapasitas Pembangkit lainnya untuk mensuplai seluruh beban yang tersisa?

3.7 Tambahan

Kumpulkan pada file / lembar terpisah

1. Tulislah kritik dan saran yang membangun, untuk Mata Kuliah Praktikum Sistem Tenaga Elektrik!

2. Tulislah evaluasi, kritik dan saran kepada diri kalian masing-masing, setelah mendapatkan Mata Kuliah Praktikum Sistem Tenaga Elektrik!

3.8 References

3. Mathworks, *SimPowerSystems™, User's Guide*, 2004–2011.
4. Viktor M. Perelmuter, *Electrotechnical Systems, Simulation with Simulink® and SimPowerSystems™*, 2013.
5. John J. Grainger & William D. Jr Stevenson, *Power System Analysis*, 1994