



INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

LKD SEMESTER GENAP 2025-2026

Poedji Oetomo

NIDN : 0312066502

Lampiran Matakuliah :

Sistem Distribusi Daya Listrik (B)

- 1. Surat Tugas**
- 2. Jurnal Perkuliahan**
- 3. Contoh materi**
- 4. Nilai akhir**

JAKARTA

September 2026



YAYASAN PERGURUAN CIKINI
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Moh. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah, Jagakarsa, Jakarta Selatan 12640
Telp. 021-7270090 (hunting), Fax 021-7866955, hp: 081291030024
Email: humas@istn.ac.id Website: www.istn.ac.id

SURAT PENUGASAN TENAGA PENDIDIK
Nomor : 117-IV/03.1-F/III/2026
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2025/2026

Nama	: Poedji Oetomo, ST. MT	Status Pegawai	: Tetap
NIK/ NIDN/ NIDK	: 0312066502	Program Studi	: Teknik Elektro
Jabatan Akademik	: Assisten Ahli		

Bidang	Perincian Kegiatan	Tempat	Jam	Kredit (SKS)	Hari
I. PENDIDIKAN & PENGAJARAN	1. Pengajaran di kelas termasuk laboratorium				
	1. Prak. Penguk & Instrumentasi	S1 Teknik Elektro	08:00 s.d 09:40	2	Sabtu
	2. Sistem Pembumian	S1 Teknik Elektro	19:00 s.d 20:40	2	Rabu
	3. Sistem Distribusi Daya Listrik	S1 Teknik Elektro	13:00 s.d 14:40	1	Sabtu
	2. Pembimbing				
	1. Seminar				
	2. Kerja Praktek				
	3. Tugas Akhir/Tesis			1	
	4. Pembimbing Akademik			1	
	3. Penguji				
	1. Tugas Akhir/Tesis			1	
	2. Kerja Praktek				
II. PENELITIAN	4. Tugas Tambahan				
	1. Menjabat Sebagai Ka. Prodi				
	1. Penelitian Ilmiah			1	
	2. Penulisan Karya Ilmiah				
	3. Penulisan Diktat Kuliah				
III. PENGABDIAN PADA MASYARAKAT	4. Menerjemahkan Buku Kuliah				
	5. Pengembangan Program Kuliah Kurikulum				
	6. Pengembangan Bahan Ajar			1	
	1. Menduduki jabatan di Pemerintahan				
	2. Pengembangan Hasil Pendidikan dan Penelitian				
IV. PENUNJANG	3. Memberikan penyuluhan/pelatihan/penataran/ceramah				
	4. Memberikan Pelayanan Kepada Masyarakat			1	
	5. Menulis karya Pengmas yang tidak dipublikasikan				
	6. Pengelolaan Jurnal Ilmiah			1	
	1. Menjadi anggota/panitia pada badan/lembaga suatu PT				
	2. Menjadi anggota Badan Lembaga Pemerintah				
	3. Menjadi anggota organisasi profesi				
	4. Mewakili PT/lembaga pemerintah, duduk dalam panitia antar lembaga				
	5. Menjadi anggota delegasi nasional ke pertemuan internasional				
	6. Berperan Serta Aktif dalam pertemuan ilmiah/seminar			1	
	7. Anggota dalam tim layanan pendidikan				
Jumlah Total				13	

Kepada yang bersangkutan akan diberikan gaji/honorarium sesuai dengan peraturan penggajian yang berlaku di Institut Sains dan Teknologi Nasional.
Penugasan ini berlaku dari tanggal 09 Maret 2026 sampai dengan 04 Juli 2026

Tembusan :

1. Wakil Rektor 1 - ISTN
2. Wakil Rektor 2 - ISTN
3. Ka. Biro Sumber Daya Manusia - ISTN
4. Arsip





INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Moch. Kahfi II No.RT.13, RT.13/RW.9, Srengseng Sawah, Kec. Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta

Website : www.istn.ac.id e-Mail : admin@istn.ac.id / Telepon : (021) 7270090

JURNAL PERKULIAHAN TEKNIK ELEKTRO 2025 GENAP

MATA KULIAH : Sistem Distribusi Daya Listrik

NAMA DOSEN : Poedji Oetomo, ST., MT.

KREDIT/SKS : 2 SKS

KELAS : B

TATAP MUKA KE	HARI/TANGGAL	MULAI	SELESAI	RUANG	STATUS	RENCANA MATERI	REALISASI MATERI	KEHADIRAN MHS	PENGAJAR	TANDA TANGAN
1	Sabtu, 4 April 2026	13:00	14:40	Lab.TL	Selesai	pertemuan 1 penyaluran listrik dari gardu induk ke konsumen	pertemuan 1 penyaluran listrik dari gardu induk ke konsumen	(16 / 17)	Ir. Iriandi Ilyas, MT.	
2	Sabtu, 11 April 2026	13:00	14:40	Lab.TL	Selesai	pertemuan 2 tranformasi tegangan listrik dari tinggi ke rendah	pertemuan 2 tranformasi tegangan listrik dari tinggi ke rendah	(16 / 17)	Ir. Iriandi Ilyas, MT.	
3	Sabtu, 18 April 2026	13:00	14:40	Lab.TL	Selesai	pertemuan 3 pengaturan dan pengendalian aliran listrik	pertemuan 3 pengaturan dan pengendalian aliran listrik	(16 / 17)	Ir. Iriandi Ilyas, MT.	
4	Sabtu, 25 April 2026	13:00	14:40	Lab.TL	Selesai	pertemuan 4 pengaturan dan pengendalian aliran listrik	pertemuan 4 pengaturan dan pengendalian aliran listrik	(16 / 17)	Ir. Iriandi Ilyas, MT.	
5	Sabtu, 2 Mei 2026	13:00	14:40	Lab.TL	Selesai	pertemuan 5 proteksi sistem dari gangguan	pertemuan 5 proteksi sistem dari gangguan	(16 / 17)	Ir. Iriandi Ilyas, MT.	
6	Sabtu, 9 Mei 2026	13:00	14:40	Lab.TL	Selesai	pertemuan 6 pemeliharaan dan perbaikan jaringan distribusi	pertemuan 6 pemeliharaan dan perbaikan jaringan distribusi	(16 / 17)	Ir. Iriandi Ilyas, MT.	
7	Sabtu, 16 Mei 2026	13:00	14:40	Lab.TL	Selesai	pertemuan 7 pelayanan pelanggan, termasuk pemasangan dan pembacaan meteran	pertemuan 7 pelayanan pelanggan, termasuk pemasangan dan pembacaan meteran	(16 / 17)	Ir. Iriandi Ilyas, MT.	
8	Sabtu, 23 Mei 2026	13:00	14:40	Lab.TL	Selesai	UTS	Evaluasi bahan ajar yang telah diberikan	(16 / 17)		



INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Moch. Kahfi II No.RT.13, RT.13/RW.9, Srengseng Sawah, Kec. Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta

Website : www.istn.ac.id e-Mail : admin@istn.ac.id / Telepon : (021) 7270090

JURNAL PERKULIAHAN TEKNIK ELEKTRO 2025 GENAP

MATA KULIAH : Sistem Distribusi Daya Listrik

NAMA DOSEN : Poedji Oetomo, ST., MT.

KREDIT/SKS : 2 SKS

KELAS : B

TATAP MUKA KE	HARI/TANGGAL	MULAI	SELESAI	RUANG	STATUS	RENCANA MATERI	REALISASI MATERI	KEHADIRAN MHS	PENGAJAR	TANDA TANGAN
9	Sabtu, 30 Mei 2026	13:00	14:40	Lab.TL	Selesai	Struktur jaringan	Pola dasar struktur jaringan tegangan menengah	(15 / 17)	Poedji Oetomo, ST., MT.	
10	Sabtu, 6 Juni 2026	13:00	14:40	Lab.TL	Selesai	Jatuh tegangan	Pemahaman mengenai jatuh tegangan, komponen penyebab jatuh tegangan	(15 / 17)	Poedji Oetomo, ST., MT.	
11	Sabtu, 13 Juni 2026	13:00	14:40	Lab.TL	Selesai	Penurunan persamaan jatuh tegangan	Penjabaran dengan vektor diagram, besar, sudut dan faktor daya ujung kirim dan ujung penerima	(8 / 17)	Poedji Oetomo, ST., MT.	
12	Sabtu, 20 Juni 2026	13:00	14:40	Lab.TL	Selesai	Persamaan pendekatan jatuh tegangan	Persamaan pendekatan jatuh tegangan secara pendekatan berdasarkan arus dan impedansi saluran ataupun dengan daya aktif dan daya reaktif beban	(8 / 17)	Poedji Oetomo, ST., MT.	
13	Sabtu, 27 Juni 2026	13:00	14:40	Lab.TL	Selesai	Contoh penyelesaian jatuh tegangan	Jatuh tegangan fasa tunggal dua kawat, fasa tunggal tiga kawat, fasa tiga 4 kawat	(15 / 17)	Poedji Oetomo, ST., MT.	

14	Sabtu, 4 Juli 2026	13:00	14:40	Lab.TL	Selesai	Lanjutan Penyelesaian jatuh tegangan	Jatuh tegangan pada beban-beban berkelompok dan jatuh tegangan pada beban yang merata sepanjang saluran	(15 / 17)	Poedji Oetomo, ST., MT.	
15	Sabtu, 18 Juli 2026	13:00	14:40	Lab.TL	Selesai	Kapasitor daya	Pemakaian kapasitor daya pada sistem distribusi, efek kapasitor seri ataupun paralel	(14 / 17)	Poedji Oetomo, ST., MT.	
16	Sabtu, 25 Juli 2026	13:00	14:40	Lab.TL	Selesai	UAS	Evaluasi teori dan soal perhitungan	(14 / 17)	Poedji Oetomo, ST., MT.	

Jakarta, 03 September 2026
Ketua Prodi Teknik Elektro

Ariman, ST., MT.
NIDN 0313026703

BAB IV. STRUKTUR JARINGAN TEGANGAN MENENGAH



4.1. Umum

Struktur jaringan yang berkembang di suatu daerah merupakan kompromi antara alasan-alasan teknis di satu pihak dan ekonomis di lain pihak. Keduanya ditekankan kepada kebutuhan penggunaan dimana dipersyaratkan batas-batas keandalan, stabilitas dari kelangsungan pelayanan.

Dari segi keandalan yang ingin dicapai ada 2 pilihan struktur jaringan :

- Jaringan dengan satu sumber pengisian : cara penyaluran ini merupakan yang paling sederhana. Gangguan yang timbul akan mengakibatkan pemadaman.
- Jaringan dengan beberapa sumber pengisian : keandalannya lebih tinggi. Dilihat dari segi ekonomi investasinya lebih mahal karena menggunakan perlengkapan penyaluran yang lebih banyak. Pemadaman akibat gangguan dapat dihindarkan atau setidaknya tidaknya dapat dikurangi.

Selain itu struktur jaringan juga ditentukan oleh aspek-aspek lainnya seperti :

- Aspek pentanahan netral sistem :
 - a. netral diisolasi (ungrounded) atau sistem dengan netral tidak ditanahkan, misalnya JTM lama di Jakarta (6,7 dan 12 Kv).
 - b. netral ditanahkan (grounded) :
 - b.1. Melalui tanah (resistance grounding) contohnya JTM 20 Kv di Jakarta (low-resistance grounding).
 - b.2. Melalui impedansi (impedance grounding).
 - b.3. Secara langsung (Solidly grounding) : JTM Jawa Tengah (20 Kv) yang disebut sebagai solid-multi grounded system, dan juga pada JTR.
 - b.4. Dengan kumparan Peterson : tidak lazim digunakan untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM).
- Aspek macam jaringan/saluran yang akan digunakan; dengan saluran udara atau saluran bawah tanah
- Aspek jumlah fasa saluran :
 - saluran fasa tunggal
 - saluran fasa-tiga :
 - * saluran fasa-tiga dengan tiga kawat.
 - * saluran fasa-tiga dengan empat kawat.
 - * saluran fasa-tiga dengan satu kawat tanah.

Sistem distribusi dalam pelaksanaannya dapat berupa saluran udara (over-head) maupun dengan saluran bawah tanah. Biasanya digunakan saluran udara, namun demikian untuk kepadatan beban yang besar, seperti di kota-kota atau daerah-daerah metropolitan digunakan saluran bawah tanah. Pilihan antara saluran udara dan saluran bawah tanah tergantung pada sejumlah faktor yang sangat berlainan, antara lain pentingnya kelangsungan pelayanan, arah perkembangan daerah, biaya pemeliharaan tahunan yang komparatif, biaya modal dan umur manfaat (ekonomis) sistem tersebut.

Sistem saluran dibawah tanah menjadi lebih ekonomis dalam keadaan khusus. Seringkali gabungan dari sistem saluran udara dan bawah tanah juga diperlukan.

Beberapa contoh macam jaringan distribusi tegangan menengah di Indonesia :

- JTM 20 kv Jabotabek :
 - a. Sistem tiga fasa 3 kawat.
 - b. Pentanahan melalui tahanan rendah : 12 ohm pada Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) ; 40 ohm pada Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM). SUTM ini umumnya digunakan diluar daerah perkotaan/pinggiran kota dengan pola radial atau lingkaran terbuka, sedangkan SKTM umumnya digunakan didaerah perkotaan/didalam kota dengan pola lingkaran tertutup atau lebih dikenal sebagai pola struktur spindle.
- JTM non-20 kv (di Indonesia)

- a. Sistem 3 fasa 3 kawat.
- b. Pentanahan : netralnya tidak ditanahkan (ungrounded system).
- c. SKTM di kota besar, di daerah perumahan dan luar kota dengan SUTM. Polanya radial atau lingkaran terbuka.
- JTM 20 kv Jawa Tengah :
 - a. Sistem 3 fasa 4 kawat dengan percabangan fasa-tunggal (dua kawat). Kawat netral SUTM merupakan juga netralnya SUTR.
 - b. Kawat netral bersama ini ditanahkan setiap 500 meter melalui elektroda tanah.
 - c. Sebagian besar jaringan merupakan SUTM, dengan pola radial atau lingkaran terbuka.
- JTM 20 kv Jawa Timur :
 - a. Sistem fasa-tiga, 3 kawat + 1 kawat tanah.
 - b. Pentanahan melalui tahanan tinggi (500 ohm).
 - c. Sebagian besar merupakan SUTM, dengan pola radial atau lingkaran terbuka.

4.2 Pola dasar struktur jaringan tegangan menengah

Secara umum dapat dikatakan bahwa ada tiga cikal bakal dari struktur jaringan yaitu: (1) Radial, (2) Lingkaran (loop) dan (3) Anyaman (Mesh atau Grid). Pada Gambar 4.1, dapat diperlihatkan ketiga macam struktur tersebut secara sederhana.

Dalam praktek penggunaan atau penerapan macam struktur jaringan tersebut dapat berupa kombinasi dari yang disebutkan diatas. Pemilihan macam struktur Jaring Tegangan Menengah (JTM) tergantung pada kualitas pelayanan yang diinginkan. Kualitas pelayanan mempunyai beberapa unsur, antara lain, (i) kelangsungan pelayanan(kontinuitas pelayanan), (ii) pengaturan tegangan, (iii) tegangan kedip yang diizinkan.

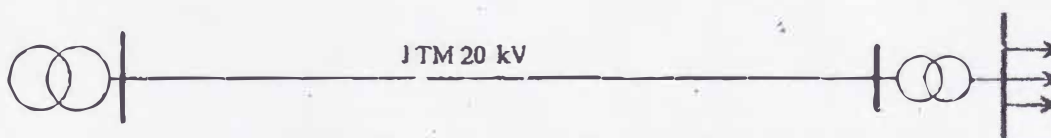
Adanya ketentuan mengenai pengaturan tegangan dan batas tegangan kedip, maka perencanaan suatu sistem distribusi dapat dikontrol. Persoalan utama adalah memilih komponen-komponen peralatan dari sistem tersebut agar secara keseluruhannya ekonomis.

4.2.1 Radial

Jaringan radial adalah bentuk jaringan yang paling sederhana yang menghubungkan beban-beban ketitik sumber, biayanya relatif murah. Pada struktur radial ini, tidak ada alternatif pasokan, oleh sebab itu tingkat keandalannya relatif rendah. Pengaturan tegangan dapat dilaksanakan dengan baik. Radial ganda adalah langkah dalam usaha meningkatkan keandalan jaringan, hal ini terutama bila route dari sirkuit tersebut berlainan satu sama lain. Dapat juga satu sirkuit merupakan cadangan saja.

Langkah lainnya untuk mempertinggi tingkat keandalan dari struktur radial ini pada dasarnya diupayakan pasokan dayanya tidak satu arah, walaupun pada pengoperasiannya dilaksanakan secara radial.

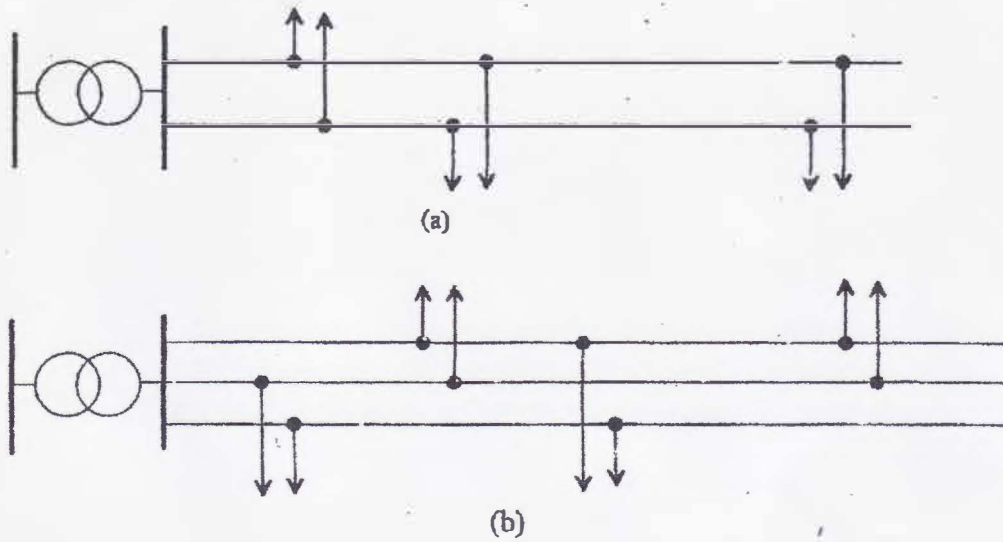
Pada gambar 4.1 dapat dilihat bentuk yang sederhana dari sistem radial, yang sistem jaringannya dimulai dari sumber, jaring distribusi primer, gardu distribusi dan kepelanggan.



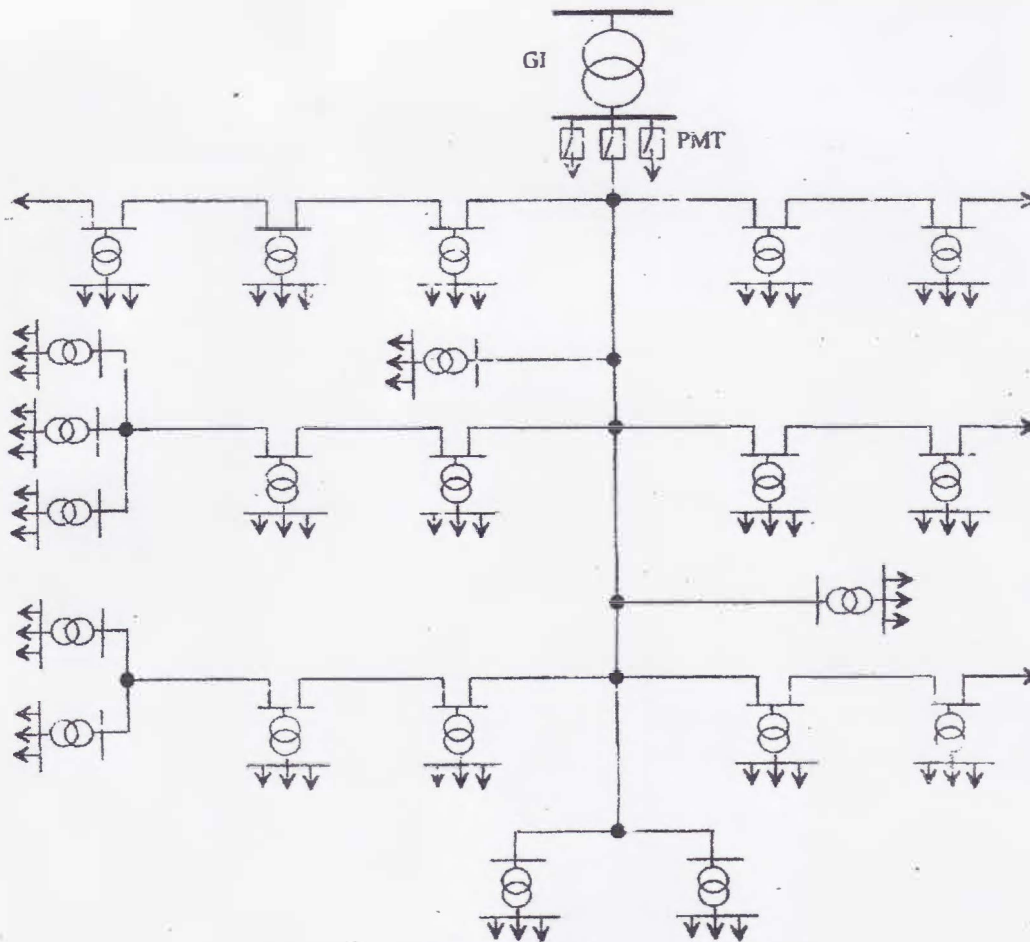
Gambar 4.1. Bentuk yang sederhana JTM sistem radial

Untuk mempertinggi tingkat keandalan dari gambar 4.1 dapat dilakukan dengan membuat dua atau lebih penyulang memasok beban-beban, dimana beban-beban tersebut disadap dari saluran ini, lihat gambar 4.2

Bentuk yang paling umum sistem radial seperti digambarkan pada gambar 4.3. Disini terlihat bahwa sebuah penyulang memasok sejumlah gardu distribusi. Dapatlah dipahami bila terjadi gangguan pada jaringan tegangan menengahnya, maka Pemutus Beban yang ada di Gardu Induk akan membuka, ini



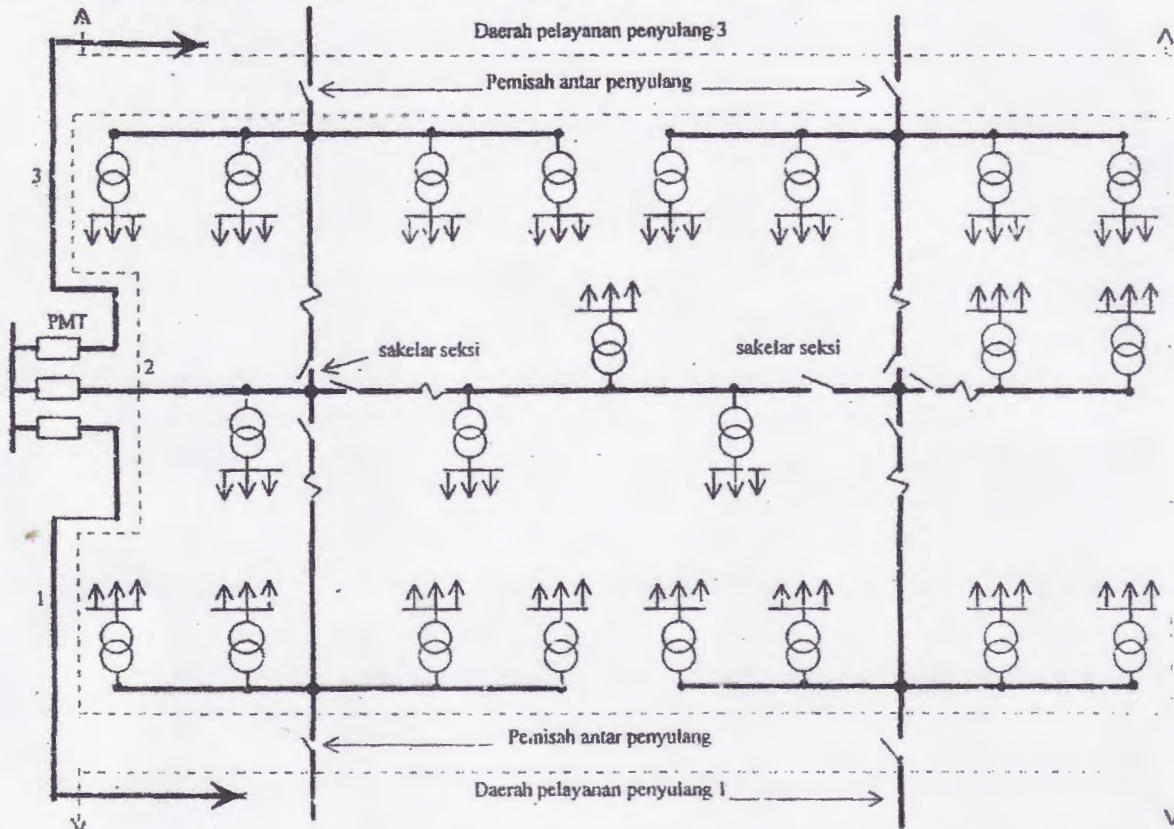
Gambar 4.2. Sirkuit Radial
(a) Penyulang Ganda
(b) Penyulang Triple



Gambar 4.3. Bagan Jaringan Tegangan Menengah Sistem Radial

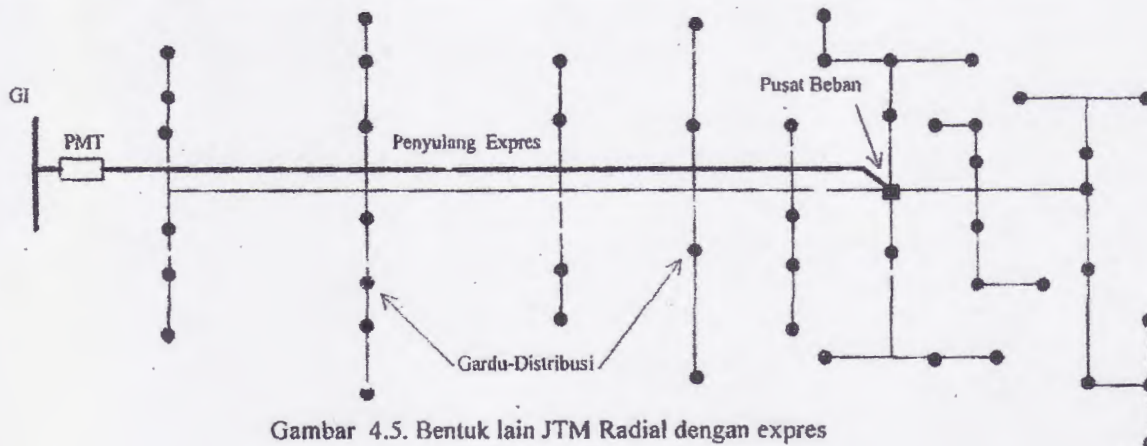
menyebabkan semua gardu distribusinya akan mengalami pemadaman, dan untuk mengurangi jumlah gardu yang mengalami pemadaman, pada penyulangannya dipasang peralatan pemisah seperti pelebur, sakelar seksi otomatis, pemisah atau pemutus balik otomatis.

Gambar 4.4 diperlihatkan modifikasi tipe radial dari penyulang primer yang dilengkapi dengan sakelar pemisah antar penyulang dan sakelar pemisah seksi yang berguna untuk mempercepat dalam mengatasi gangguan dengan demikian diharapkan peningkatan pelayanan kepada pelanggan dengan cara memasukkan seksi-seksi yang tidak terganggu dari penyulang yang mengalami gangguan ke penyulang primer yang sehat yang letaknya berdekatan atau ke penyulang sehat lainnya.



Gambar 4.4 Tipe penyulang Radial Primer dengan pemisah-pemisah antar penyulang dan saklar seksi

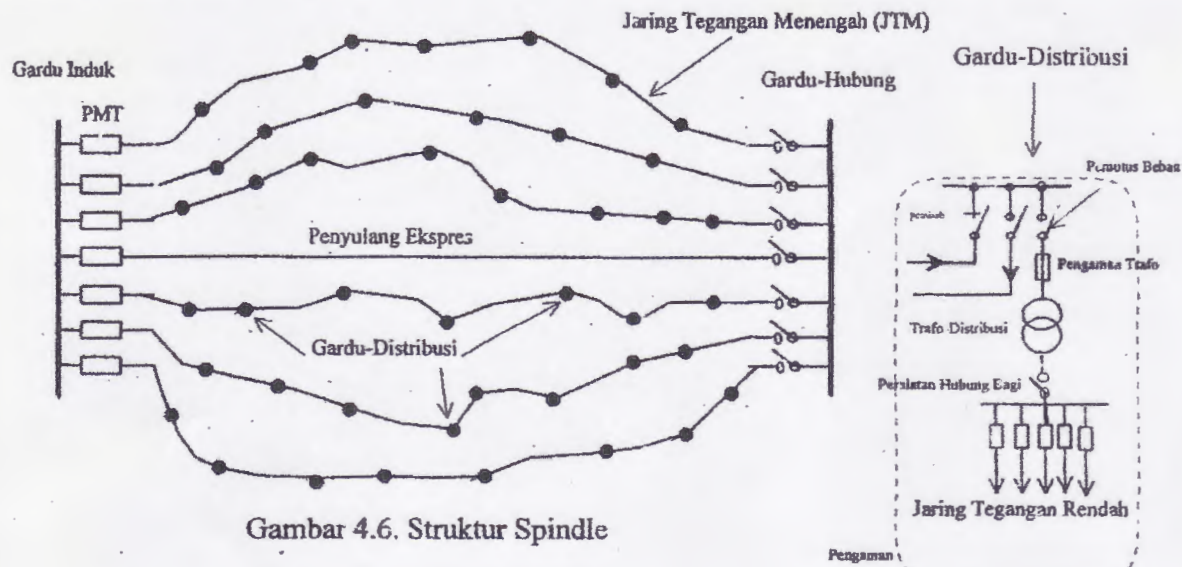
Bentuk lain dari tipe radial dapat dilihat pada gambar 4.5 disini sebuah penyulang yang biasa disebut "penyulang ekspres" mencatu kesatu titik, dimana titik tersebut merupakan pusat beban.



Gambar 4.5. Bentuk lain JTM Radial dengan ekspres

Spindle

Pada sistem radial salah satu cara untuk meningkatkan keandalan ialah membuat semua penyulang yang keluar dari Gardu Induk menuju kesatu titik pertemuan sehingga membentuk suatu lingkaran yang terbuka pada titik pertemuan tersebut dengan kata lain semua penyulang ini sudah direncanakan berakhir disuatu titik yang disebut titik refleksi. Titik refleksi ini dalam praktek merupakan Gardu-Hubung (GH) (switching substation) atau disingkat GH. Struktur seperti ini dikenal sebagai struktur spindle, lihat gambar 4.6.



Gambar 4.6. Struktur Spindle

Pada struktur spindle ini selalu ada penyulang cadangan khusus yang lebih dikenal dengan sebutan **penyulang ekspres**. Penyulang ekspres ini tidak mencatu gardu-gardu distribusi, tetapi merupakan penyulang penghubung antara Gardu Induk dengan Gardu Hubung dan dimaksud untuk menjaga kelangsungan pemasokan tenaga listrik pada pelanggan-pelanggan, bila terjadi gangguan pada suatu penyulang yang memasok gardu-gardu distribusi. Jadi penyulang ekspres ini dalam keadaan normal merupakan kabel yang bertegangan sampai di Gardu Hubung (tanpa beban).

Luas penampang kabel dari setiap penyulang, baik yang mencatu gardu-gardu distribusi maupun penyulang ekspres diambil sama besarnya. Hal ini dimaksudkan selain mempermudah perhitungan dalam menentukan keandalan juga dimaksudkan untuk memperkecil jumlah macam ukuran kabel dalam persediaan.

Bila kemampuan nominal dari satu penyulang sama dengan P , n adalah banyaknya penyulangnya, maka jumlah penyulang yang akan mencatu gardu-gardu distribusi adalah $(n-1)$, dan batas kemampuan yang diperbolehkan dari penyulang ini adalah:

$$\frac{(n-1)P}{n} \quad \text{dimana} \quad \frac{(n-1)}{n} \quad \text{disebut koefisien penggunaan.}$$

Berdasarkan pengalaman, banyaknya penyulang dalam suatu spindle adalah 7 buah penyulang. Pada keadaan seperti ini koefisien penggunaannya adalah $6/7$ atau 85,6%. Jadi masing-masing penyulang yang mencatu gardu-gardu distribusi hanya boleh dibebani $6/7$ dari daya nominal kabel yang bersangkutan.

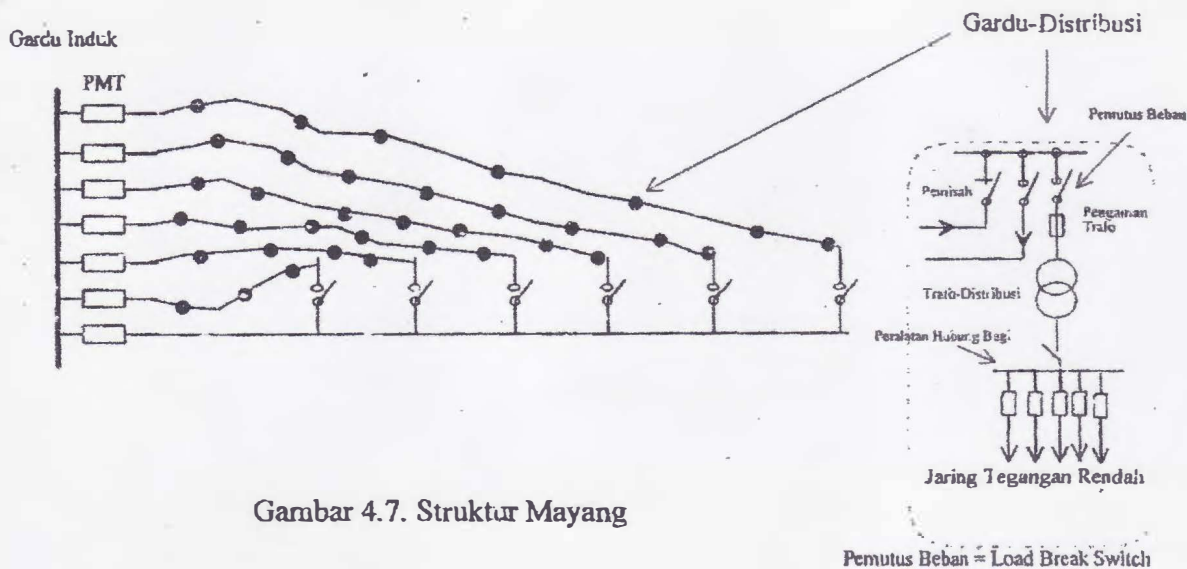
Dengan memperbesar nilai koefisien penggunaan, mungkin dicapai efisiensi tinggi, tetapi mengakibatkan jaringan tersebut menjadi kompleks dan kemungkinan adanya gangguan bersamaan yang lebih dari satu penyulang lebih besar.

Jumlah penyulang pada setiap spindle, dibatasi maximum 7 buah penyulang dan satu diantaranya merupakan penyulang ekspres, dimana penyulang ekspres menghubungkan langsung antara Gardu-Induk dan Gardu-Hubung. Dengan perkataan lain penyulang ini tidak disadap untuk mencatu

gardu distribusi. Selanjutnya pada pengusahaan normal, penyulang ini tidak dibebani, kecuali pada keadaan terjadi gangguan pada salah satu atau lebih penyulang lainnya dari spindle ini. Dalam operasi normalnya, semua Pemutus Beban dari penyulang ini yang berada pada Gardu-Hubung dalam keadaan membuka, dengan demikian setiap penyulang dari spindle ini beroperasi secara radial. Pada Gardu-Induk setiap penyulang ini diproteksi Pemutus-Tenaga yang dilengkapi dengan alat pengamanan arus lebih untuk gangguan antar pasanya maupun rele arus gangguan tanah.

Jaringan radial adalah suatu bentuk struktur jaringan yang paling sederhana, yang dihubungkan dengan suatu titik sumber pasokan, biayanya relatif murah. Tidak ada alternatif sumber pasokan, oleh sebab itu tingkat keandalannya relatif rendah. Pengaturan tegangan dapat dilaksanakan dengan baik. Radial ganda adalah langkah dalam usaha meningkatkan keandalan jaringan, bila route dari sirkuit bersamaan, satu sirkuit dapat berupa cadangan saja.

Selain struktur spindle, terdapat pula apa yang dinamakan struktur Mayang yang merupakan modifikasi dari struktur Spindle, lihat gambar 4.7. Struktur mayang terutama ditujukan untuk kepadatan beban yang perkembangannya cukup tinggi disepanjang jalan yang arealnya tidak melebar. Pada struktur mayang ini, penyulang ekspresnya merupakan titik balik atau titik pemantulan dari penyulang-penyulang yang mencatu gardu-gardu distribusi, sedangkan pada struktur spindle GH lah yang merupakan titik pemantulannya.



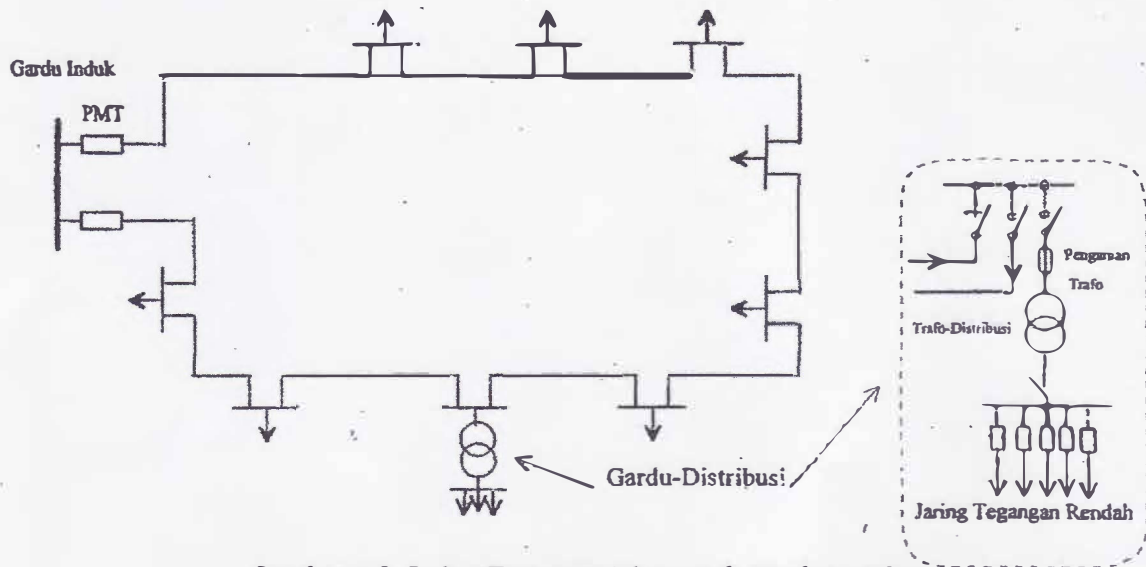
Gambar 4.7. Struktur Mayang

4.2.2. Struktur Gelang

Pada jaringan Tegangan Menengah struktur Gelang, lihat gambar 4.8 dimungkinkan alternatif pemasokan dari gardu-gardu distribusi, sehingga dengan demikian tingkat keandalannya relatif lebih baik.

Bila terjadi gangguan pada jaring primernya, maka pemutus beban yang ada di GI akan membukakan ini menyebabkan semua gardu distribusi akan mengalami pemadaman. Semua sirkuit dari penyulang primer ini biasanya diambil sama dan perlu didisain agar tidak akan berbeban lebih bila satu sirkuitnya tidak berfungsi.

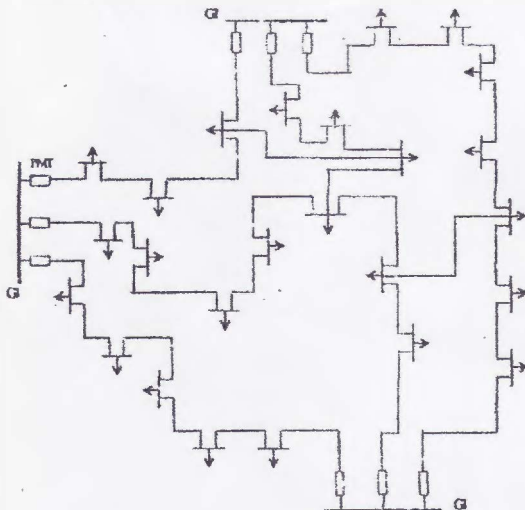
Pada jaringan gelang tertutup yang dicatu dari dua titik sumber, perlu diperhatikan kemungkinan arus hubung singkat yang besar.



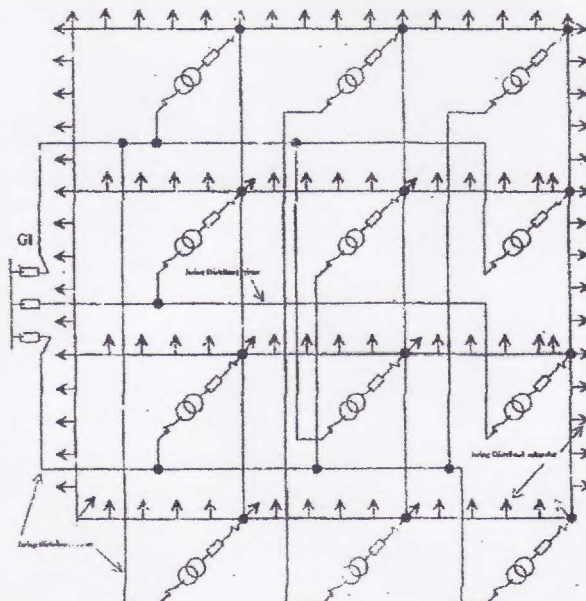
Gambar 4.8. Jaring Tegangan Menengah Struktur gelang yang dipasang dari satu sumber

4.2.3. Anyaman(Mesh/Grid)

Jaringan anyaman merupakan jaringan yang strukturnya kompleks, dimana kelangsungan penyaluran dan kualitas pelayanan sangat diutamakan. Pada gambar 4.9 diperlihatkan suatu struktur anyaman untuk jaring distribusi primer. Struktur anyaman ini umumnya dipakai pada jaringan tegangan rendah yang kepadatan bebannya cukup tinggi, lihat gambar 4.10. Pengetrapan struktur anyaman ini pada Jaring tegan menengah relatif jarang digunakan, karena perlengkapan peralatannya menjadi mahal(daya hubung singkatnya besar).



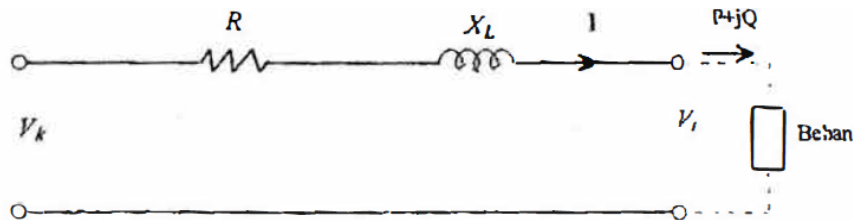
Gambar 4.9. Jaringan Tegangan Menengah struktur Anyaman



Gambar 4.10. Jaring Distribusi Sekunder Struktur Anyaman

JATUH -TEGANGAN PADA SISTEM DISTRIBUSI

dari saluran udara yang kapasitansinya dapat diabaikan, atau Saluran tidak panjang , rangkaian ekivalen terdiri dari tahanan dan reaktansi seperti gambar berikut



jatuh-tegangan adalah

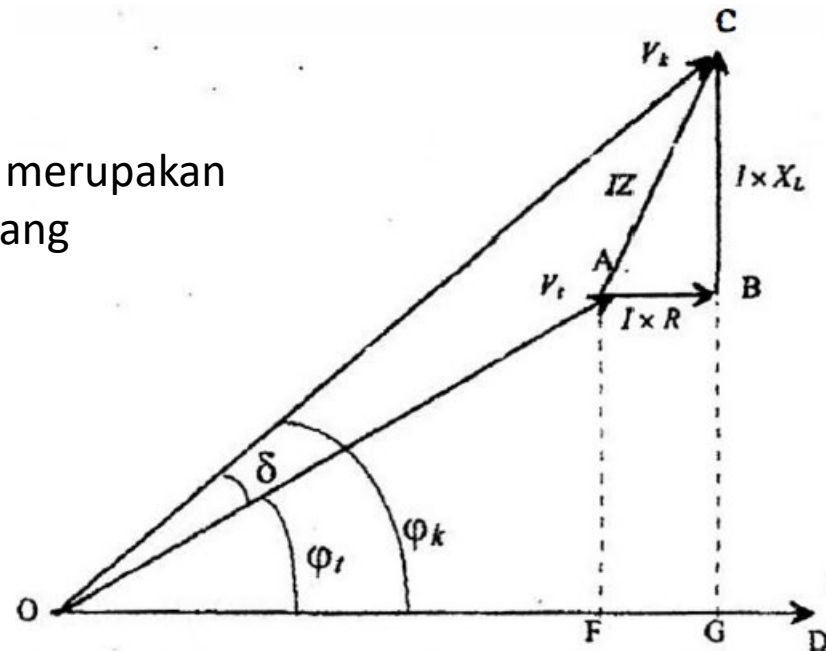
$$\Delta V = |V_k| - |V_t|$$

Tegangan-ujung penerima V_t dibuat konstan dan merupakan fasor acuan, dimana $OA = V_t$ untuk arus beban I yang tertinggal terhadap V_t sebesar sudut φ_t

Jatuh-tegangan pada tahanan-saluran. = $I \cdot R$

Jatuh-tegangan pada reaktansi-saluran. = $I \cdot X_L$

Tegangan-ujung p-engirim V_k diatur sedemikian rupa agar tegangan-ujung penerima V_t dijaga koostan



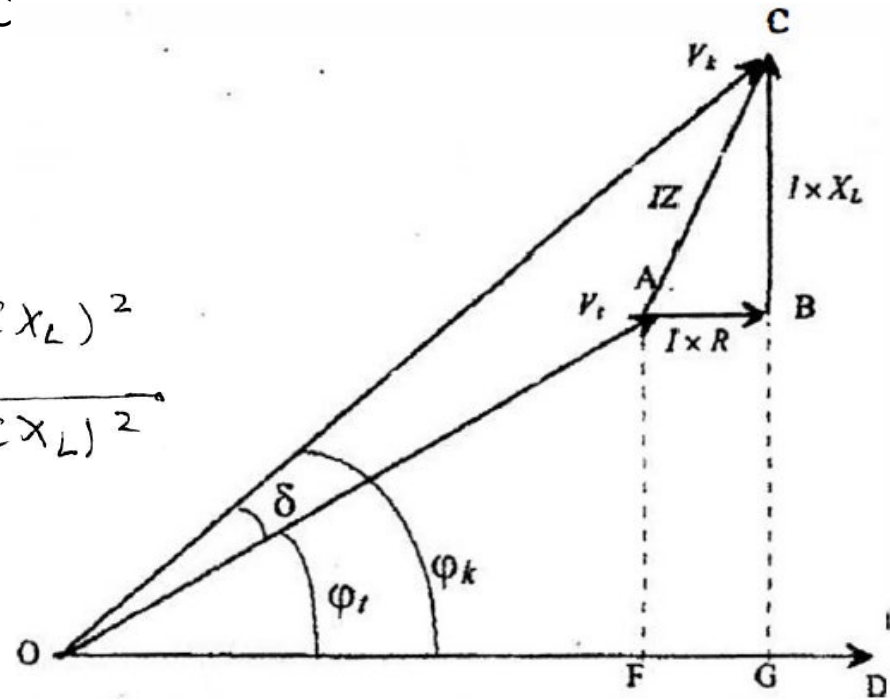
Besaran dari V_k , dapat dicari dari segi-tiga OGC

$$OC^2 = OF^2 + GC^2$$

$$= (OF + FG)^2 + (GB + BC)^2$$

$$V_k^2 = (V_t \cos \phi_t + IR)^2 + (V_t \sin \phi_t + IX_L)^2$$

$$V_k = \sqrt{(V_t \cos \phi_t + IR)^2 + (V_t \sin \phi_t + IX_L)^2}$$



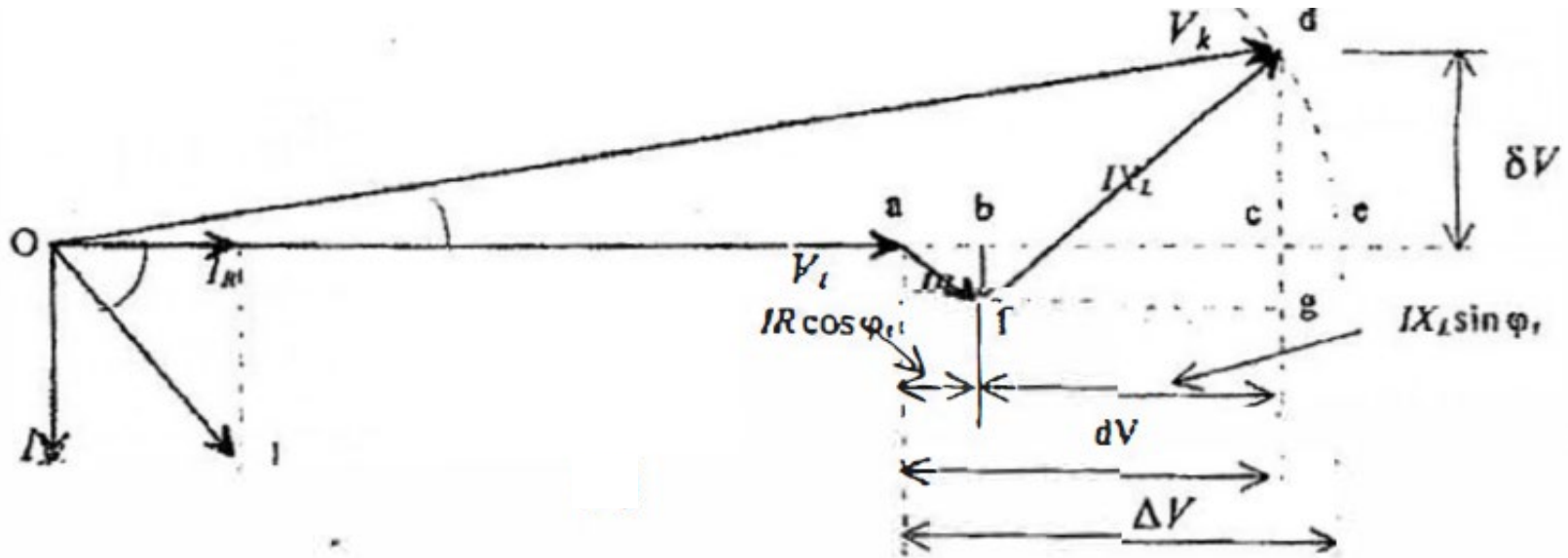
$$V_k = V_t \left[\left(\cos \phi_t + \frac{IR}{V_t} \right)^2 + \left(\sin \phi_t + \frac{IX_L}{V_t} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

Faktor-daya dari beban diukur pada tegangan-ujung pengirim

$$\cos \phi_k = \frac{OG}{OC} = \frac{OF + FG}{OC}$$

$$= \frac{V_t \cos \phi_t + IR}{V_k}$$

V_k dapat pula dicari dengan cara



$$V_k^2 = (V_t + IR \cos \phi_r + IX_L \sin \phi_r)^2 + (IX_L \cos \phi_r - IR \sin \phi_r)^2$$

Bila beban fasa-tunggal, daya-aktif beban (P) dan daya-reaktif beban (Q) diketahui, maka besar arus

$$I = \frac{P}{V_t \cos \phi_t} \quad \text{atau} \quad I = \frac{Q}{V_t \sin \phi_t}$$

maka persamaan diatas dapat dinyatakan dalam bentuk

$$V_k^2 = \left(V_t + \frac{RP}{V_t} + \frac{X_L Q}{V_t} \right)^2 + \left(\frac{X_L P}{V_t} - \frac{RQ}{V_t} \right)^2$$

dengan

$$dV = \frac{RP}{V_t} + \frac{X_L \phi}{V_t} \quad \text{dan} \quad \delta V = \frac{X_L P}{V_t} - \frac{R \phi}{V_t}$$

Maka persamaan V_k menjadi

$$V_k^2 = (V_t + dV)^2 + \delta V^2$$

Sedangkan tangen δ

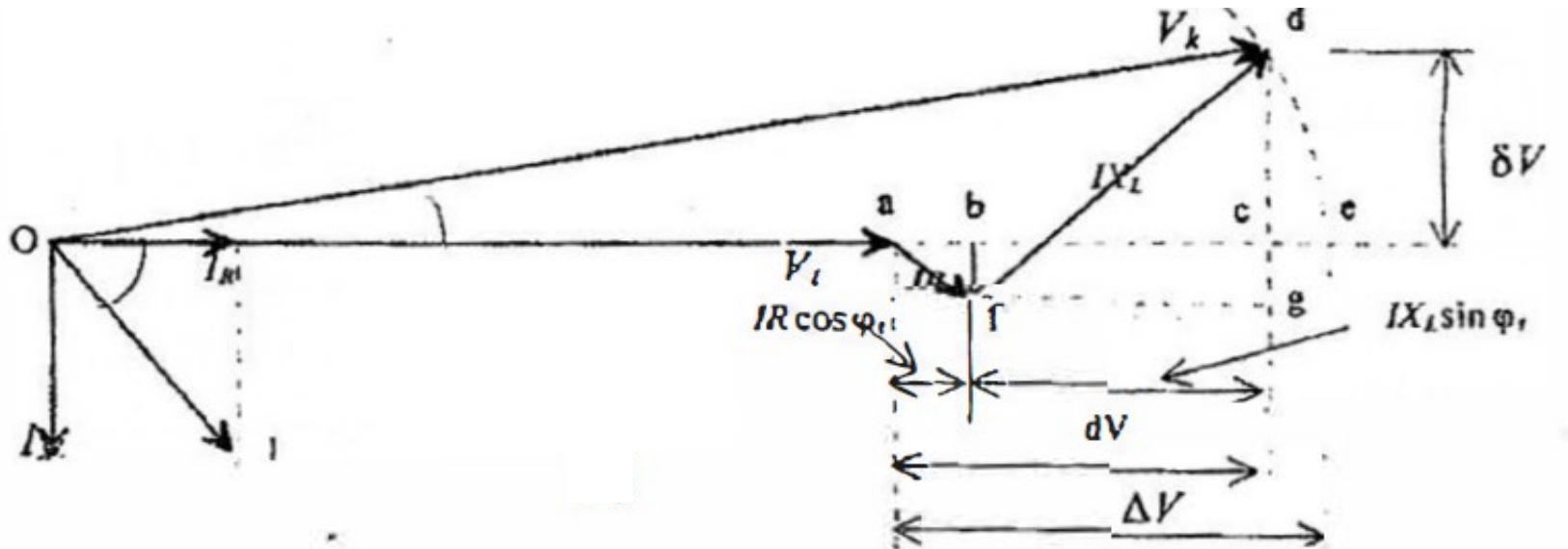
$$\tan \delta = \frac{dV}{dC} = \frac{\delta V}{V_t + dV}$$

$$= \frac{IX_L \cos \phi_t - IR \sin \phi_t}{V_t + IR \cos \phi_t + IX_L \sin \phi_t}$$

$$\cos \phi_k = \cos (\phi_t + \delta)$$

Atau dengan cara bilangan kompleks

Dari gambar , V_t sebagai fasor acuan, maka



$$\bar{V}_t = V_t + j \cdot 0$$

Untuk faktor-daya yang tertinggal $\cos \phi_t$

$$\bar{I} = I \cos \phi_t - j I \sin \phi_t$$

Impedansi saluran

$$\bar{Z} = R + j \cdot X_L$$

Tegangan ujung kirim dalam bilangan kompleks

$$\begin{aligned}\bar{V}_k &= \bar{V}_t + \bar{I} \cdot \bar{Z} \\ &= (V_t + j \cdot 0) + (I \cos \varphi_t - j \cdot I \sin \varphi_t)(R + j \cdot X_L) \\ &= (V_t + IR \cos \varphi_t + IX_L \sin \varphi_t) + j \cdot (IX_L \cos \varphi_t - IR \sin \varphi_t)\end{aligned}$$

Besaran tegangan ujung kirim

$$V_k = \left[(V_t + IR \cos \varphi_t + IX_L \sin \varphi_t)^2 + (IX_L \cos \varphi_t - IR \sin \varphi_t)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

Dan tangen δ

$$\tan \delta = \frac{IX_L \cos \varphi_t - IR \sin \varphi_t}{V_t + IR \cos \varphi_t + IX_L \sin \varphi_t}$$

$$\cos \varphi_k = (\varphi_t + \delta)$$

contoh

Suatu saluran fasa-tunggal impedansinya $5 \angle 60^\circ$ ohm, memasok beban sebesar 120 A dengan tegangan $\frac{6000}{\sqrt{3}} = 3464$ V, pada faktor-daya 0,8 tertinggal. Hitunglah tegangan-ujung dan faktor-daya pengirim

Tegangan terima $V_t = 3464 \angle 0 \text{ Volt} = (3464 + j \cdot 0)$

Impedansi saluran $\bar{Z} = 5 \angle 60 = 5 (\cos 60 + j \cdot \sin 60)$

Arus beban $I = 120 \angle -36,87$

$$\begin{aligned}\bar{I}\bar{Z} &= 120 \angle -36,87 \cdot 5 \angle 60 \\ &= 600 \angle 23,13 \\ &= (551,8 + j \cdot 235,7)\end{aligned}$$

$$\bar{V}_k = \bar{V}_t + \bar{I}\bar{Z}$$

$$\begin{aligned}
 \bar{V}_k &= \bar{V}_t + \bar{I}\bar{Z} \\
 &= (3964 + j0) + (551,8 + j) \cdot 235,7 \\
 &= (4015,8 + j235,7)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_k &= \sqrt{4015,8^2 + 235,7^2} \\
 &= 4022,7 \text{ volt}
 \end{aligned}$$

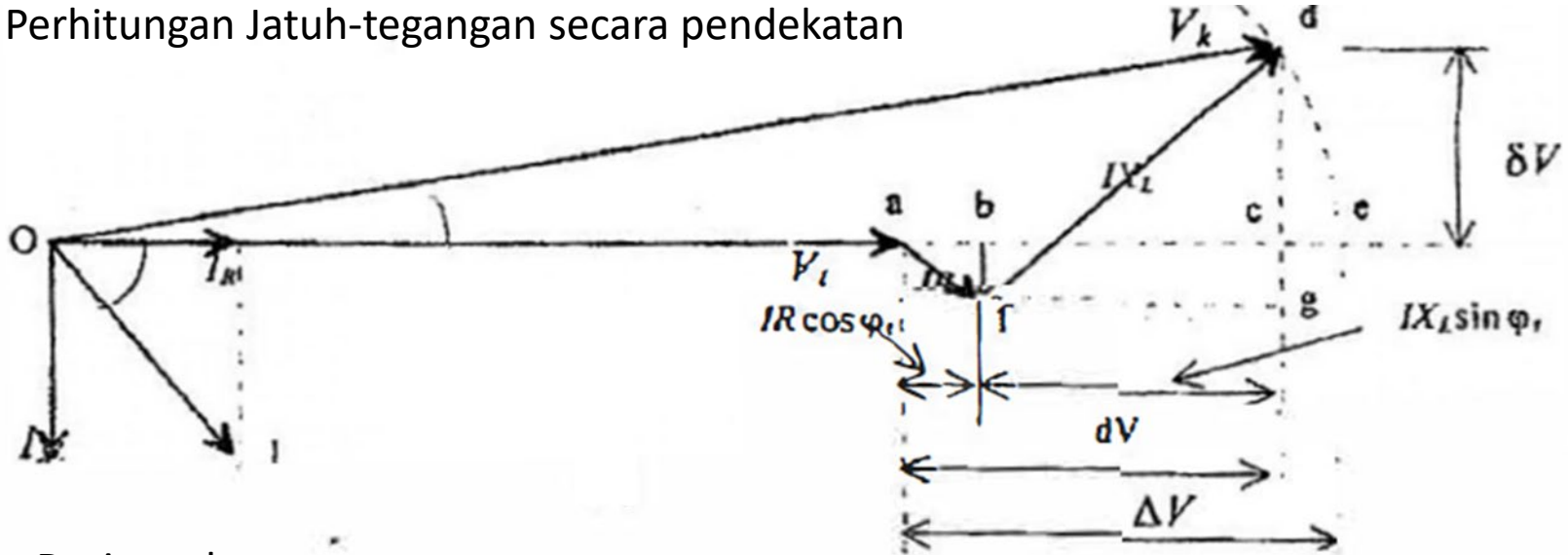
$$\begin{aligned}
 \tan \delta &= \frac{IX_L \cos \varphi_t - IR \sin \varphi_t}{V_t + IR \cos \varphi_t + IX_L \sin \varphi_t} \\
 &= \frac{120 \cdot 4 \cdot 0,8 - 120 \cdot 2,5 \cdot 0,6}{3464 + 120 \cdot 2,5 \cdot 0,8 + 120 \cdot 4 \cdot 0,6} \\
 &= 0,051
 \end{aligned}$$

$$\delta = 2,92^\circ$$

$$\begin{aligned}\varphi_u &= \varphi_t + \delta \\ &= 36,87 + 2,92 \\ &= 39,79\end{aligned}$$

$$\cos \varphi_u = 0,768$$

Perhitungan Jatuh-tegangan secara pendekatan



Dari gambar ,

$$V_k = O_e = O_g + a_c + c_e$$

$\epsilon_e \ll v_k$ Ce kecil sekali sehingga dapat diabaikan, maka

$$V_k \cong O_q + a_c$$

$$V_k \simeq V_t + \Delta V$$

$$\simeq V_t + IR \cos \phi_t + IX_L \sin \phi_t$$

$$V_k - V_t \simeq IR \cos \phi_t + IX_L \sin \phi_t$$

$$\Delta V = |V_k| - |V_t|$$

$$\simeq IR \cos \phi_t + IX_L \sin \phi_t$$

Dapat juga dinyatakan dalam daya-aktif beban (P) dan daya-reaktif beban (Q) tertentu

$$V_k^2 = (V_t + \Delta V)^2 + \Delta V^2$$

$\Delta V \ll V_t + \Delta V$ ΔV kecil sekali sehingga dapat diabaikan, maka

$$V_k^2 \simeq (V_t + \Delta V)^2$$

$$\simeq \left(V_t + \frac{RP + X_L Q}{V_t} \right)^2$$

$$V_k - V_t \simeq \frac{RP + X_L Q}{V_t}$$

$$\Delta V = |V_k| - |V_t|$$

$$\simeq \frac{RP + X_L Q}{V_t}$$

Dalam persen (%)

$$\left(\frac{\Delta V}{V_t}\right) \% = \frac{|V_k| - |V_t|}{V_t} \times 100$$

$$\left(\frac{\Delta V}{V_t}\right) \% = (\Delta V) \% \approx \frac{I R \cos \varphi_t + I X_L \sin \varphi_t}{V_f} \times 100 \%$$

atau

$$(\Delta V) \% \approx \frac{R P + X_L Q}{V_f^2} \times 100 \%$$



INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Moch. Kahfi II No.RT.13, RT.13/RW.9, Srengseng Sawah, Kec. Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta

Website : www.istn.ac.id / e-Mail : admin@istn.ac.id / Telepon : (021) 7270090

LAPORAN NILAI PERKULIAHAN MAHASISWA

Program Studi S1 Teknik Elektro

Periode 2025 Genap

Mata kuliah : Sistem Distribusi Daya Listrik

Nama Kelas : B

Kelas / Kelompok :

SKS : 2

Kode Mata kuliah : TE1605

No	NIM	Nama Mahasiswa	TUGAS INDIVIDU (20,00%)	UTS (30,00%)	UAS (40,00%)	KEHADIRAN (10,00%)	Nilai	Grade	Lulus	Sunting KRS?	Info
1	23224010	ADI SETYA KURNIAWAN	70.00	75.00	85.00	93.75	79.88	A-	✓		
2	23224011	FIGO ARAYA									
3	23224014	IWAN SETIAWAN	60.00	70.00	70.00	87.50	69.75	B	✓		
4	23224017	FARIZA ANUGERAH PUTRA	40.00	70.00	70.00	87.50	65.75	B-	✓		
5	253622003	FITRIANI	80.00	85.00	90.00	100.00	87.50	A	✓		
6	253622006	MUHAMMAD IRFAN EFFENDI	70.00	75.00	95.00	100.00	84.50	A	✓		
7	253622011	RACHMADI AULIA	50.00		85.00	93.75	53.38	D			
8	253622012	Ratna Sari	40.00	70.00	80.00	87.50	69.75	B	✓		
9	254622001	NADYA CLARRISHA PUTRI	75.00	80.00	90.00	100.00	85.00	A	✓		
10	254622002	RATU SHINTIA ANTONI	70.00	75.00	95.00	100.00	84.50	A	✓		
11	254622003	SALSABILLA ANDHARA OKSANA PRATIWI	70.00	75.00	80.00	93.75	77.88	A-	✓		
12	254622004	FERDINAND MARUAHAL HALOMOAN	60.00	70.00		75.00	40.50	E			
13	254622005	ARIF FERYADI	60.00	70.00	90.00	100.00	79.00	A-	✓		
14	254622007	UMAR ABDUL AZIZ	60.00	70.00	75.00	93.75	72.38	B+	✓		
15	254622009	MOHAMAD AFIFFILAH SAID									
16	255622003	Ade Setiawan	70.00	75.00	90.00	100.00	82.50	A	✓		
17	255622005	HARIS BUDIMAN	60.00	75.00	80.00	87.50	75.25	A-	✓		

Tanggal Cetak : Rabu, 5 Agustus 2026, 09:41:13

Paraf Dosen :

Ir. Iriandi Ilyas, MT.

Poedji Oetomo, ST., MT.