



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian

Teknik Jaringan dan Distribusi Tenaga Listrik

Pedagogik : Menyusun Rancangan Pembelajaran
Profesional : Analisis Konfigurasi Gardu Induk
Sistem Tenaga Listrik

**KELOMPOK
KOMPETENSI**





MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian

Teknik Jaringan dan Distribusi Tenaga Listrik

Penyusun :

Drs. Hambali, M.Kes
UNP Padang
hambali_ksy@yahoo.co.id
081363663092

Reviewer :

Drs. Syamsuarnis, M.Pd
UNP Padang
dessyamsunis@gmail.com
08126613526

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN
PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
BIDANG BANGUNAN DAN LISTRIK
MEDAN
2016



KATA PENGANTAR

Profesi guru dan tenaga kependidikan harus dihargai dan dikembangkan sebagai profesi yang bermartabat sebagaimana diamanatkan Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen. Hal ini dikarenakan guru dan tenaga kependidikan merupakan tenaga profesional yang mempunyai fungsi, peran, dan kedudukan yang sangat penting dalam mencapai visi pendidikan 2025 yaitu “Menciptakan Insan Indonesia Cerdas dan Kompetitif”. Untuk itu guru dan tenaga kependidikan yang profesional wajib melakukan pengembangan keprofesian berkelanjutan.

Modul diklat ini berisikan tentang beberapa kompetensi yang harus dimiliki oleh guru Teknik Jaringan Listrik. Diantara materi tersebut yakni: Materi Pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran, Menganalisis spesifikasi teknis peralatan proteksi sistem tenaga listrik, Menganalisis sistem instalasi proteksi sistem tenaga listrik, Memperjelas simbol-simbol gambar rencana pada instalasi proteksi sistem tenaga listrik, Memperjelas teknik-teknik pemasangan pada instalasi proteksi sistem tenaga listrik, Menggunakan peralatan kerja pemasangan pada instalasi proteksi sistem tenaga listrik.

Pada kesempatan ini disampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi secara maksimal dalam mewujudkan modul ini, mudah-mudahan modul ini dapat menjadi acuan dan sumber informasi bagi semua pihak yang terlibat dalam diklat PKB.

Jakarta, Desember 2015

Direktur Jenderal Guru dan Tenaga
Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,
NIP 19590801 198503 1002

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan.....	2
C. Peta Kompetensi	3
D. Ruang Lingkup	4
E. Saran Cara Penggunaan Modul.....	4
I. KEGITAN PEMBELAJARAN	
Kegiatan Pembelajaran KB-1	7
Menyusun Rancangan Pembelajaran	7
A. Tujuan.....	7
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	7
C. Uraian Materi	7
Bahan Bacaan 1	7
Cara Menyusun Rancangan Pembelajaran	7
Bahan Bacaan 2	10
Komponen-Komponen RPP.....	10
Bahan Bacaan 3	12
Langkah-Langkah Penyusunan Perencanaan Pembelajaran	12
D. Aktivitas Pembelajaran	15
Aktivitas Pengantar Mengidentifikasi Materi Pembelajaran	15
Aktivitas.1 Menyusun Rancangan Pembelajaran	15
E. Rangkuman	16
F. Tes Formatif.....	16
G. Kunci Jawaban	17
LEMBAR KERJA KB-1	21
II. KEGITAN PEMBELAJARAN	

Kegiatan Pembelajaran KB-2.....	26
Menganalisis Konfigurasi Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik	26
A. Tujuan.....	26
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	26
C. Uraian Materi	26
Bahan Bacaan 1	26
Definisi Umum	26
Bahan Bacaan 2	28
Klasifikasi Gardu Induk	28
Bahan Bacaan 3	34
Peralatan dan Perlengkapan Gardu Induk.....	34
Bahan Bacaan 4	38
Sistem Proteksi Gardu Induk	38
D. Aktivitas Pembelajaran	44
Aktivitas Pengantar Mengidentifikasi Materi Pembelajaran	44
Aktivitas.1 Menganalisis Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik	44
Aktivitas. 2 Mengkonfigurasi Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik	45
E. Rangkuman	45
F. Tes Formatif	47
G. Kunci Jawaban	47
LEMBAR KERJA KB-2	50
III. KEGIATAN PEMBELAJARAN	
Kegiatan Pembelajaran KB-3.....	54
Menganalisis Spesifikasi Telnis Transformator Daya dan Transformator Ukur Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik.....	54
A. Tujuan.....	54
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	54
C. Uraian Materi	54
Bahan Bacaan 1	54
Pengertian Transformator	54
Bahan Bacaan 2	67
Jenis -Jenis Transformator	67
D. Aktivitas Pembelajaran	70
Aktivitas Pengantar Mengidentifikasi Materi Pembelajaran	70

Aktivitas.1 Menganalisis Spesifikasi Teknis Transformator Daya Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik.....	71
Aktivitas. 2 Menganalisis Spesifikasi Teknis Transformator Ukur Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik.....	71
E. Rangkuman	72
F. Tes Formatif.....	73
G. Kunci Jawaban	73
LEMBAR KERJA KB-3	75
IV. KEGITAN PEMBELAJARAN	
Kegiatan Pembelajaran KB-4.....	79
Menganalisis Sistem Busbar dan Switchgear Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik.....	79
A. Tujuan.....	79
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	79
C. Uraian Materi	79
Bahan Bacaan 1	79
Komponen Sipil dan Mekanikal Pada Switchyard (switchgear)	79
Bahan Bacaan 2	80
Switchyard (switchgear).....	80
D. Aktivitas Pembelajaran	88
Aktivitas Pengantar Mengidentifikasi Materi Pembelajaran	88
Aktivitas.1 Menganalisis Sistem Busbar Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik.....	88
Aktivitas. 2 Menganalisis Sistem Sistem Switchgear pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik	89
E. Rangkuman	89
F. Tes Formatif.....	90
G. Kunci Jawaban	90
LEMBAR KERJA KB-4	91
V. KEGITAN PEMBELAJARAN	
Kegiatan Pembelajaran KB-5.....	95
Menganalisis Rangkaian Kontrol Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik	95
A. Tujuan.....	95
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	95

C. Uraian Materi	95
Bahan Bacaan 1	95
Gardu Induk.....	95
Bahan Bacaan 2	98
Struktur Jaringan Tegangan Menengah (JTM).....	98
D. Aktivitas Pembelajaran	102
Aktivitas Pengantar Mengidentifikasi Materi Pembelajaran	102
Aktivitas.1 Menganalisis Rangkaian Kontrol Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik.....	102
E. Rangkuman	103
F. Tes Formatif.....	103
G. Kunci Jawaban	104
LEMBAR KERJA KB-5	106
VI. KEGITAN PEMBELAJARAN	
Kegiatan Pembelajaran KB-6.....	109
Memperjelas Simbol-Symbol Gambar Rencana Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik.....	109
A. Tujuan.....	109
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	109
C. Uraian Materi	109
Bahan Bacaan 1	109
D. Aktivitas Pembelajaran	115
Aktivitas Pengantar Mengidentifikasi Materi Pembelajaran	155
Aktivitas.1 Memperjelas Simbol-Symbol Gambar Rencana Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik.....	115
E. Rangkuman	116
F. Tes Formatif.....	116
G. Kunci Jawaban	117
LEMBAR KERJA KB-6	119
VII. KEGITAN PEMBELAJARAN	
Kegiatan Pembelajaran KB-7.....	120
Menganalisis Teknik-Teknik Pemasangan Instalasi Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik	120
A. Tujuan.....	120

B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	120
C. Uraian Materi	120
Bahan Bacaan 1	120
Pemeliharaan Peralatan Penyaluran Instalasi Gardu Induk	120
Bahan Bacaan 2	122
Pengertian dan Tujuan Pemeliharaan	122
Bahan Bacaan 3	122
Jenis-Jenis Pemeliharaan	122
D. Aktivitas Pembelajaran	125
Aktivitas Pengantar Mengidentifikasi Materi Pembelajaran	125
Aktivitas.1 Memperjelas Teknik-Teknik Pemasangan Instalasi Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik.....	126
E. Rangkuman	126
F. Tes Formatif.....	127
G. Kunci Jawaban.....	127
LEMBAR KERJA KB-7	129
PENUTUP	132
UJI KOPETENSI.....	133
DAFTAR PUSTAKA.....	142
GLOSARIUM	144

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Jenjang Sekolah SMK Mapel Teknik Jaringan Listrik.....	3
Tabel 6.2 Simbol-Simbol Pada Single Line Diagram	109
Tabel 6.3 Dasar-Dasar Simbol Diagram Gardu Induk.....	110

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gardu Induk Trasmisi.....	28
Gambar 2.2 Gardu Induk Konvesional	30
Gambar 2.3 Gardu Insulated Substation (GIS)	31
Gambar 2.4 Single line Diagram Gardu Induk Single Busbar	31
Gambar 2.5 Single Line Diagram Gardu Induk Sistem doubel Busbar	32
Gambar 2.6 Single Diagram Gardu Induk Satu Setengah Busbar	33
Gambar 2.7 Diagram Blok Relai Proteksi	38
Gambar 3.8 Kontruksi Transvormator	54
Gambar 3.9 Belitan Lilitan Primer dan Skunder Trasformator	55
Gambar 3.10 Transformator Gardu Induk	56
Gambar 3.11 Kontruksi Trasformator	57
Gambar 3.12 Kumparan Transformator	58
Gambar 3.13 Tabel Minyak Trafo	59
Gambar 3.14 Busing Transformator.....	60
Gambar 3.15 Tangki dan Konservator Transformator.....	61
Gambar 3.16 Kontruksi Dalam Trasformator	64
Gambar 3.17 Trasformator Step-Up	66
Gambar 3.18 Skema Transformator Step-Up	67
Gambar 3.19 Skema Transformator Step- Down.....	67
Gambar 4.20 Transformator daya GI Konvensional.....	80
Gambar 4.21 Neutral Grounding Resistance (NGR).....	81
Gambar 4.22 Circuit Breaker (CB).....	82
Gambar 4.23 Disconnecting Switch	83
Gambar 4.24 Lightning Arester(CB).....	83
Gambar 4.25 Current Transformator(CT)	84
Gambar 4.26 Potentioal Transformator (PT).....	85
Gambar 4.27 Trafo Pemakaian Sendiri (TPS)	86
Gambar 4.28 Rel (Busbar) Pada GI Konvensional	86
Gambar 5.29 Pembangkitan Transmisi dan Distribusi Daya Listrik	95

Gambar 5.30 Gardu Induk Sistem Ring (Cincin).....	95
Gambar 5.31 Gardu Induk Single Busbar	96
Gambar 5.32 Gardu Induk Sistem Double Busbar	96
Gambar 5.33 Gardu Induk Sistem On Half Busbar	97
Gambar 5.34 Konfigurasi Jaringan Radial	98
Gambar 5.35 Konfigurasi Hantaran Penghubung	98
Gambar 5.36 Konfigurasi Jaringan Loop	99
Gambar 5.37 Konfigurasi Jaringan Spidel	100
Gambar 5.38 Konfigurasi Jaringan Kulster	100
Gambar 7.39 Penutup Trafo	124
Gambar 7.40 Minyak Trafo	124
Gambar 7.41 Penyedotan Minyak Trafo	124
Gambar 7.42 Penggantian Minyak Trafo dengan Yang Baru	125
Gambar 7.43 Finising Trafo Setelah penggantian Minyak Trafo	125

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidik adalah tenaga kependidikan yang berkualifikasi sebagai guru, dosen, konselor, pamong belajar, widyaiswara, tutor, instruktur, fasilitator, dan sebutan lain yang sesuai dengan kekhususannya, serta berpartisipasi dalam menyelenggarakan pendidikan. Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan kegiatan pengembangan keprofesian secara berkelanjutan agar dapat melaksanakan tugas profesionalnya. Uji Kompetensi Guru (UKG) dimaksudkan untuk memastikan bahwa guru telah memiliki standar minimal kompetensi profesional dan pedagogik. Hasil UKG digunakan juga sebagai penentu jenjang pelatihan yang harus diikuti oleh guru dalam rangka melaksanakan Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB).

Pengembangan keprofesian berkelanjutan sebagai salah satu strategi pembinaan guru dan tenaga kependidikan diharapkan dapat menjamin guru dan tenaga kependidikan mampu secara terus menerus memelihara, meningkatkan, dan mengembangkan kompetensi sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Pelaksanaan kegiatan PKB akan mengurangi kesenjangan antara kompetensi yang dimiliki guru dan tenaga kependidikan dengan tuntutan profesional yang dipersyaratkan.

Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan PKB baik secara mandiri maupun kelompok. Khusus untuk PKB dalam bentuk diklat dilakukan oleh lembaga pelatihan sesuai dengan jenis kegiatan dan kebutuhan guru. Penyelenggaraan diklat PKB dilaksanakan oleh PPPPTK dan LPPPTK KPTK atau penyedia layanan diklat lainnya. Pelaksanaan diklat tersebut memerlukan modul sebagai salah satu sumber belajar bagi peserta diklat. Modul merupakan bahan ajar yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta diklat berisi materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang disajikan secara sistematis dan menarik untuk mencapai tingkatan kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya.

Pedoman penyusunan modul diklat PKB bagi guru dan tenaga kependidikan ini merupakan acuan bagi penyelenggara pendidikan dan pelatihan dalam mengembangkan modul pelatihan yang diperlukan guru dalam melaksanakan kegiatan PKB.

B. Tujuan

Tujuan disusunnya modul diklat PKB ini adalah memberikan pemahaman bagi peserta diklat tentang konsep dasar dan penguasaan materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu. Secara khusus tujuan penyusunan modul ini adalah memberikan informasi awal tentang:

1. Pendekatan , strategi, metode, dan teknik pembelajaran
2. Menganalisis konfigurasi gardu induk sistem tenaga listrik
3. Menganalisis spesifikasi teknis transformator daya dan transformator ukur pada gardu induk sistem tenaga listrik
4. Menganalisis sistem busbar dan switchgear pada gardu induk sistem tenaga listrik
5. Menganalisis rangkaian kontrol pada gardu induk sistem tenaga listrik
6. Memperjelas simbol-simbol gambar rencana pada gardu induk sistem tenaga listrik
7. Memperjelas teknik-teknik pemasangan instalasi gardu induk sistem tenaga listrik.

C. Peta Kompetensi

Tabel 1. Jenjang Sekolah SMK
Program Keahlian/Mapel Teknik Jaringan Listrik

KOMPETENSI UTAMA	STANDAR KOPETENSI GURU		INDIKATOR PENCAPAIAN KOPENTENSI	MATERI MODUL	GRADE									
	KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI GURU/MAPEL			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pedagogik	1. Menyelenggarakan pembelajaran yang mendidik	1.1 Menyusun rancangan pembelajaran yang lengkap, baik untuk kegiatan di dalam kelas, laboratorium, maupun lapangan	1.1.1 Rancangan pembelajaran yang lengkap untuk kegiatan di dalam kelas, laboratorium maupun di lapangan.					V						
		1.2 Melaksanakan pembelajaran yang mendidik di kelas, di laboratorium dan di lapangan dengan memperhatikan standar keamanan yang dipersyaratkan	1.1.2 Rancangan pembelajaran yang lengkap disusun untuk kegiatan di dalam kelas, laboratorium, maupun di lapangan sesuai dengan komponen-komponen RPP											
			1.2.1 Pembelajaran yang mendidik di kelas, di laboratorium dan di lapangan (memperhatikan standar keamanan yang dipersyaratkan) disimulasikan sesuai dengan rancangan pembelajaran											
			1.2.2 Pelaksanaan pembelajaran yang mendidik di kelas, di laboratorium dan di lapangan (memperhatikan standar keamanan yang dipersyaratkan) dilaksanakan sesuai dengan rancangan pembelajaran											
Profesional	1. Menguasai materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu	1.1 Memasang instalasi gardu induk sistem tenaga listrik	1.1.1 Menganalisis konfigurasi gardu induk sistem tenaga listrik					V						
			1.1.2 Menganalisis spesifikasi teknis transformator daya dan transformator ukur pada gardu induk sistem tenaga listrik											
			1.1.3 Menganalisis sistem busbar dan switchgear pada gardu induk sistem tenaga listrik											
			1.2.4 Menganalisis rangkaian kontrol pada gardu induk sistem tenaga listrik											
			1.1.5 Memperjelas simbol-simbol gambar rencana pada gardu induk sistem tenaga listrik											
			1.1.6 Memperjelas teknik-teknik pemasangan instalasi gardu induk sistem tenaga listrik											
			1.1.7 Menggunakan peralatan kerja pemasangan instalasi gardu induk sistem tenaga listrik											

D. Ruang Lingkup

Modul diklat PKB ini berisi rangkaian kegiatan pembelajaran selama mengikuti pendidikan dan pelatihan pasca Uji Kompetensi Guru (UKG), khususnya pendidikan dan pelatihan pada grade/ Level 4 untuk program keahlian Teknik Jaringan Listrik. Modul ini mencakup 2 kegiatan pembelajaran, yakni pedagogik dan profesional. Cakupan materi pedagogik meliputi : Pendekatan, starategi, metode, dan teknik pembelajaran. Cakupan materi profesional mencakup : menganalisis konfigurasi gardu induk sistem tenaga listrik, menganalisis spesifikasi teknis trasformator daya dan transformator ukur pada gardu induk sitem tenaga listrik, menganalisis sistem busbar dan switchgear pada gardu induk sistem tenaga listrik, menganalisis rangkaian kontrol pada gardu induk sistem tenaga listrik, memperjelas simbol-simbol gambar rencana pada gardu induk sistem tenaga listrik, memperjelas teknik-teknik pemasangan instalasi gardu induk sistem tenaga listrik.

E. Saran Cara Penggunaan Modul

Untuk mempermudah di dalam penggunaan modul ini, maka diharapkan peserta membaca dengan baik petunjuk penggunaan modul ini seperti yang tersebut dibawah ini:

1. Petunjuk Bagi Peserta Diklat/Pelatihan

- a. Untuk membantu kelancaran proses pelatihan Pesrta diklat berhubungan dengan instruktur yang bisa diawali atas inisiatif dari peserta .
- b. Pelajarilah modul ini dengan baik terhadap sajian konsep yang diberikan pada setiap kagiatan belajar.
- c. Untuk memahami isi materi yang terdapat di dalam setiap kompetensi, maka kerjakan semua pertanyaan yang diberikan pada setiap pembelajaran, dan jawaban anda harap ditulis pada tempat yang telah disediakan dalam modul ini.
- d. Diharapkan peserrta diklat/pelatihan dapat menyelesaikan tugas-tugas, dan apabila diperlukan dapat dilakukan diskusi dengan 3–5

orang teman. Selanjutnya jawaban anda ditulis pada tempat yang telah disediakan.

- e. Apabila peserta diklat/pelatihan telah selesai dan telah merasa menguasai modul ini, silahkan berhubungan dengan instruktur/asesor/tutor yang bersangkutan untuk mendapatkan pengujian atas kompetensi anda.

2. Petunjuk Bagi instruktur/Asesor/Tutor

Dalam penyelesaian modul pembelajaran ini, instruktur/asesor/tutor berperan sebagai tutor yang mendampingi peserta dalam menyelesaikan modul ini, beberapa hal yang perlu dilakukan yaitu:

- a. Membantu peserta membuat perencanaan pembelajaran.
- b. Membantu peserta diklat/pelatihan bila mengalami kesulitan dalam menyelesaikan modul ini.
- c. Sebagai instruktur/asesor/tutor, jangan berlebihan dalam memberikan penjelasan, karena pada pembelajaran ini adalah mengarahkan peserta diklat/pelatihan dapat belajar mandiri. Penjelasan cenderung bersifat mengarahkan bukan menuntaskan sebagaimana saat mengajar.
- d. Setelah peserta diklat/pelatihan selesai dan siap diuji, maka tugasinstruktur/ asesor/tutor adalah menguji kompetensi peserta diklat/pelatihan sebagai wujud penguasaan materi modul diklat ini.

I. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Kegitan Pembelajaran KB-1

Menyusun Rancangan Pembelajaran

A. Tujuan

1. Peserta pelatihan mampu memahami dan menguasai penyusunan Rancangan Pembelajaran
2. Peserta pelatihan mampu memahami Langkah-Langkah penyusunan Rancangan Pembelajaran.
3. Peserta pelatihan mampu memahami dan menguasai Komponen-Komponen penyusunan Rancangan Pembelajaran
4. Peserta pelatihan mampu menguasai teknik teknik dalam mengajar.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi (IPK) dalam mempelajari kegiatan pembelajaran 1 ini adalah : peserta diklat mampu menguasai dan memahami penyusunan Rancangan Pembelajaran dengan baik dan tepat.

C. Uraian Materi

Bahan Bacaan 1:

Cara Menyusun Rancangan Pembelajaran

RPP Merupakan salah satu perangkat pembelajaran yang wajib disusun oleh sang pendidik sebelum pelaksanaan pembelajaran. Salah satu hakikat pembelajaran adalah mengusahakan seseorang dari tidak bisa menjadi bisa, dari kalimat ini maka tersirat bahwa pembelajaran adalah kegiatan yang mempunyai tujuan atau kegiatan yang terarah. Salah satu hal penting untuk mencapai tujuan tersebut adalah dengan memikirkan dan menyusun rencana yang harus dilakukan dengan matang. Dalam dunia pendidikan rencana tersebut dikenal dengan rencana pelaksanaan pembelajaran atau RPP. Jadi dapat terjawab bahwa RPP perlu disusun hal ini

tidak lain adalah untuk menentukan arah pembelajaran sehingga tujuan pembelajaran yang ditargetkan tercapai dengan optimal.

Dunia pendidikan terus berkembang seiring dengan perkembangan zaman, perkembangan ini bertujuan untuk meningkatkan mutu pendidikan khususnya di Indonesia. Perubahan penting yang telah terjadi dalam dunia pendidikan di Indonesia salah satunya adalah perubahan kurikulum, telah kita ketahui bersama perubahan kurikulum juga diikuti perubahan perangkat pembelajaran salah satunya RPP. Kurikulum yang pernah dipraktikan di Indonesia antara lain kurikulum 1994, Kurikulum berbasis Kompetensi (KBK), Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP). Perubahan tersebut akan terus berlanjut sesuai dengan tuntutan zaman, saat ini pemerintah sedang mempersiapkan kurikulum terbaru yang bertujuan untuk meningkatkan pendidikan di Indonesia, kurikulum tersebut merupakan kurikulum yang dirancang dengan ketajaman analisis dan pemikiran yang matang serta meninjau kurikulum yang diterapkan dari beberapa negara maju yang mempunyai mutu pendidikan yang baik yaitu jepang dan korea. Kurikulum baru ini direncanakan akan diterapkan dalam pendidikan di Indonesia Tahun 2013, seperti apakah kurikulum tersebut? Gambaran umum yang di ungkap dalam surat kabar kurikulum tersebut mencoba menanamkan nasionalisme yang tinggi dan nilai-nilai kepribadian luhur pada peserta didik disamping menanamkan pengetahuan yang ditargetkan dalam standar isi.

Untuk menjawab pertanyaan bagaimana menyusun RPP dengan benar, maka kita perlu meninjau standar proses pendidikan yang berlaku di Indonesia, untuk mengetahui isi standar proses pendidikan dan prinsip penyusunan RPP dapat membaca artikel sebelumnya tentang RPP sesuai Standar Proses Pendidikan. RPP yang disusun dengan benar akan memberikan kemudahan bagi sang pendidik untuk melaksanakan pembelajaran yang dilakukan sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai dengan optimal. Dalam menyusun RPP terbaru dengan benar maka kita perlu memahami beberapa poin berikut ini :

1. RPP disusun untuk setiap KD yang dapat dilaksanakan dalam satu kali pertemuan atau lebih.

2. RPP yang baik itu jelas, siapapun yang mengajarkan akan bisa membaca dan melakukan karena didalamnya dipaparkan tahap demi tahap (proses)
3. RPP menggambarkan prosedur, struktur organisasi pembelajaran untuk mencapai Kompetensi Dasar yang ditetapkan dalam standar isi & dijabarkan dalam silabus.
4. Susunan indikator dalam RPP guru melibatkan 3 aspek (kognitif, afektif, psikomotorik) tetapi tidak harus semua.
5. Tujuan pembelajaran wajib memuat ABCD atau lebih jelasnya audience, behaviour, condition, dan degree. Maksudnya, dalam tujuan pembelajaran harus terdapat peserta didik (audience), tingkah laku belajar (behaviour), kondisi belajar (condition), dan tingkat keberhasilan (degree). *Contoh tujuan pembelajaran* :Melalui pengamatan tentang kebutuhan hidup sehari-hari (condition), peserta didik (audience) dapat mengetahui jenis kebutuhan dan alat pemuas kebutuhan manusia (behaviour) dengan tingkat ketercapaian 80% " sesuai dengan KKM" atau dengan tingkatan lain (degree) Selain itu dalam tujuan juga terkandung karakter kepribadian bangsa misalnya Jujur, nasionalis, kerja keras maupun ketrampilan sosial misalnya ketrampilan berpendapat dalam diskusi, ketrampilan bertanya dan sebagainya.
6. Ciri-ciri indikator yang kreatif dalam menyusun RPP adalah berorientasi pada produk yang akan dibuat oleh siswa. Misalnya siswa membuat jurnal umum serta banyak lagi jenis penugasan yang kreatif dan memaksa siswa mempreaktekan berpikir tingkat tinggi.
7. RPP berisi kegiatan-kegiatan yang terstruktur, Jika tidak terstruktur kemungkinan besar kelas berantakan.
8. Langsung mengajar tanpa RPP boleh saja, asal sang pendidik sudah mengerti & mendokumentasikan skenario pembelajaran 1 tahun.
9. Standar khusus RPP; ada langkah-langkah awal, inti, akhir serta disertakan jenis penilaiannya

Bahan Bacaan 2:

Komponen Komponen RPP

Setelah memahami poin-poin di atas selanjutnya perlu mengenal komponen-komponen RPP sesuai dengan standar proses pendidikan Indonesia sebagai berikut:

Komponen- Komponen RPP adalah :

1. Identitas mata pelajaran.

Identitas mata pelajaran, meliputi: satuan pendidikan, kelas, semester, program/program keahlian, mata pelajaran atau tema pelajaran, jumlah pertemuan.

2. Standar kompetensi

Standar kompetensi merupakan kualifikasi kemampuan minimal peserta didik yang menggambarkan penguasaan pengetahuan, sikap, dan keterampilan yang diharapkan dicapai pada setiap kelas dan/atau semester pada suatu mata pelajaran.

3. Kompetensi dasar

Kompetensi dasar adalah sejumlah kemampuan yang harus dikuasai peserta didik dalam mata pelajaran tertentu sebagai rujukan penyusunan indikator kompetensi dalam suatu pelajaran.

4. Indikator pencapaian kompetensi

Indikator kompetensi adalah perilaku yang dapat diukur dan/atau diobservasi untuk menunjukkan ketercapaian kompetensi dasar tertentu yang menjadi acuan penilaian mata pelajaran. Indikator pencapaian kompetensi dirumuskan dengan menggunakan kata kerja operasional yang dapat diamati dan diukur, yang mencakup pengetahuan, sikap, dan keterampilan.

5. Tujuan pembelajaran

Tujuan pembelajaran menggambarkan proses dan hasil belajar yang diharapkan dicapai oleh peserta didik sesuai dengan kompetensi dasar.

6. Materi ajar

Materi ajar memuat fakta, konsep, prinsip, dan prosedur yang relevan, dan ditulis dalam bentuk butir-butir sesuai dengan rumusan indikator pencapaian kompetensi.

7. Alokasi waktu

Alokasi waktu ditentukan sesuai dengan keperluan untuk pencapaian KD dan beban belajar.

8. Metode pembelajaran

Metode pembelajaran digunakan oleh guru untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik mencapai kompetensi dasar atau seperangkat indikator yang telah ditetapkan. Pemilihan metode pembelajaran disesuaikan dengan situasi dan kondisi peserta didik, serta karakteristik dari setiap indikator dan kompetensi yang hendak dicapai pada setiap mata pelajaran.

9. Kegiatan pembelajaran

a. Pendahuluan

Pendahuluan merupakan kegiatan awal dalam suatu pertemuan pembelajaran yang ditujukan untuk membangkitkan motivasi dan memfokuskan perhatian peserta didik untuk berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran.

b. Inti

Kegiatan inti merupakan proses pembelajaran untuk mencapai KD. Kegiatan pembelajaran dilakukan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik. Kegiatan ini dilakukan secara sistematis dan sistemik melalui proses eksplorasi, elaborasi, dan konfirmasi.

c. Penutup

Penutup merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mengakhiri aktivitas pembelajaran yang dapat dilakukan dalam bentuk rangkuman atau kesimpulan, penilaian dan refleksi, umpan balik, dan tindak lanjut.

10. Penilaian hasil belajar

Prosedur dan instrumen penilaian proses dan hasil belajar disesuaikan dengan indikator pencapaian kompetensi dan mengacu kepada Standar Penilaian.

11. Sumber belajar

Penentuan sumber belajar didasarkan pada standar kompetensi dan kompetensi dasar, serta materi ajar, kegiatan pembelajaran, dan indikator pencapaian kompetensi.

Bahan Bacaan 3:

Langkah-Langkah Penyusunan Perencanaan Pembelajaran

Langkah-langkah penyusunan perencanaan pembelajaran adalah sebagai berikut.

1. Merumuskan tujuan khusus

Dalam merancang pembelajaran, tugas pertama dari seorang guru adalah merumuskan tujuan pembelajaran khusus beserta materi pelajarannya. Sebab tujuan umum (Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar) dari pembelajaran sudah dirumuskan oleh para pengembang kurikulum. Tugas guru adalah menterjemahkan tujuan umum pembelajaran (SK dan KD) menjadi tujuan khusus (indikator) pembelajaran yang lebih spesifik dan mudah terukur.

Rumusan tujuan pembelajaran menurut Bloom (1964) mencakup 3 aspek penting yaitu domain kognitif, afektif, dan psikomotorik.

a. Domain kognitif

Pada domain kognitif, tujuan pembelajaran berkaitan dengan aspek intelektual siswa, melalui penguasaan pengetahuan dan informasi mengenai data dan fakta, konsep, generalisasi, dan prinsip. Semakin kuat seseorang dalam menguasai pengetahuan dan informasi, maka semakin mudah seseorang dalam melaksanakan aktivitas belajar.

b. Domain afektif

Domain afektif adalah domain yang berhubungan dengan penerimaan dan apresiasi seseorang terhadap suatu hal dan perkembangan mental yang ada dalam diri seseorang.

c. Domain psikomotor

Domain psikomotor adalah domain yang menggambarkan kemampuan dan ketrampilan seseorang yang dapat dilihat dari unjuk kerja atau performance yang berupa ketrampilan fisik dan ketrampilan non fisik. Ketrampilan fisik adalah ketrampilan seseorang untuk mengerjakan sesuatu dengan menggunakan otot, sedangkan ketrampilan nonfisik adalah ketrampilan seseorang dalam menggunakan otak sebagai alat utama dalam mengerjakan dan memecahkan suatu permasalahan.

2. Memilih pengalaman belajar

Belajar bukan hanya sekedar mencatat dan menghafal, akan tetapi proses berpengalaman, sehingga siswa harus didorong secara aktif untuk melakukan kegiatan tertentu, mencari dan menemukan sendiri fakta. Ada kalanya proses pembelajaran juga dilakukan dengan simulasi dan dramatisasi. Tujuan yang hendak dicapai tidak hanya sekedar untuk mengingat, tapi juga menghayati suatu peran tertentu yang berkaitan dengan perkembangan mental dan emosi siswa. Ada kalanya siswa juga diberi kesempatan untuk belajar secara berkelompok yang memberikan pengalaman pada siswa untuk mampu bersosialisasi dengan orang lain.

3. Menentukan kegiatan belajar mengajar

Menentukan kegiatan belajar mengajar yang sesuai pada dasarnya dapat dirancang melalui pendekatan kelompok atau pendekatan individual. Pendekatan kelompok adalah pembelajaran yang dirancang dengan menggunakan pendekatan klasikal, yakni pembelajaran di mana setiap siswa belajar secara berkelompok baik kelompok besar maupun kelompok kecil. Pembelajaran individual adalah pembelajaran di mana siswa belajar secara mandiri melalui bahan ajar yang dirancang demikian sehingga siswa dapat belajar menurut kecepatan dan kemampuan masing-masing.

4. Menentukan orang yang terlibat dalam proses pembelajaran

Orang-orang yang akan terlibat dalam proses pembelajaran dan berperan sebagai sumber belajar meliputi instruktur atau guru, dan tenaga profesional. Peran guru dalam proses pembelajaran adalah sebagai

pengelola pembelajaran. Agar guru dapat melaksanakan fungsi dan tugasnya secara maksimal, maka guru harus memiliki kemampuan untuk berbicara dan berkomunikasi dengan menggunakan berbagai media. Selain itu, guru juga berperan sebagai pengatur lingkungan belajar yang memberikan pengalaman belajar yang memadai bagi siswa. Guru dituntut untuk dapat mendesain dan mengatur lingkungan agar siswa dapat belajar dengan penuh semangat sesuai dengan gaya belajarnya masing-masing.

5. Memilih bahan dan alat

Penentuan bahan dan alat dengan mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

- a. keberagaman kemampuan intelektual siswa
- b. jumlah dan keberagaman tujuan pembelajaran khusus yang harus dicapai siswa
- c. tipe-tipe media yang diproduksi dan digunakan secara khusus
- d. berbagai alternatif pengalaman belajar untuk mencapai tujuan pembelajaran
- e. bahan dan alat yang dapat dimanfaatkan
- f. fasilitas fisik yang tersedia

6. Ketersediaan fasilitas fisik

Fasilitas fisik merupakan faktor yang akan berpengaruh terhadap keberhasilan proses pembelajaran. Fasilitas fisik meliputi ruangan kelas, pusat media, laboratorium, dan lain-lain. Guru dan siswa akan bekerja sama menggunakan bahan pelajaran, memanfaatkan alat, berdiskusi, dan lain sebagainya dan kesemuanya itu dapat digunakan melalui proses perencanaan yang matang melalui pengaturan secara profesional termasuk adanya dukungan finansial sesuai dengan kebutuhan.

7. Perencanaan evaluasi dan pengembangan

Prosedur evaluasi merupakan faktor penting dalam perencanaan pembelajaran, sebab dengan evaluasi akan dapat dilihat keberhasilan pengelolaan pembelajaran dan keberhasilan siswa mencapai tujuan pembelajaran.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama guru kejuruan di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari materi Menyusun Rancangan Pembelajaran? Sebutkan!
2. Bagaimana guru kejuruan mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan dipelajari oleh guru kejuruan di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh guru kejuruan bahwa dia telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-10. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran selanjutnya.

Aktivitas 1. Menyusun Rancangan Pembelajaran

Saudara akan mendiskusikan bagaimana Menganalisis atau Mengkaji Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Rancangan Pembelajaran /RPP?
2. Untuk Apa Saudara melakukan Penyusunan Rancangan Pembelajaran /RPP?
3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu melakukan Penyusunan Rancangan Pembelajaran /RPP?
4. Apa sajakah yang perlu dipersiapkan dalam melakukan Penyusunan Rancangan Pembelajaran /RPP? Mengapa?

Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan LK-11

E. Rangkuman

RPP merupakan suatu hal pokok untuk menunjang keberhasilan pembelajaran yang dilakukan sang pendidik, Rpp harus disusun dengan benar agar tujuan pembelajaran yang ditargetkan tercapai dengan optimal. Rpp yang baik adalah RPP yang jelas, Maksudnya siapapun yang mengajarkan akan bisa membaca dan melakukan karena didalamnya dipaparkan tahap demi tahap (proses). Dalam menyusun RPP kita berpedoman pada standar proses pendidikan, oleh karena itu kita harus memahami standar proses tersebut agar tidak terjadi kekeliruan.

F. Tes Formatif

1. Jelaskan pengertian strategi pembelajaran yang Saudara ketahui!
Mengapa strategi pembelajaran itu sangat diperlukan dalam proses belajar mengajar berdasarkan pengalaman yang Saudara miliki?
2. Jelaskan perbedaan antara pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran

Istilah Pembelajaran	Pengertian	Contoh
Pendekatan pembelajaran		
Strategi Pembelajaran		
Metode Pembelajaran		
Teknik pembelajaran		

3. Jelaskan kelebihan dan kekurangan dari metode pembelajaran yang Saudara ketahui!

Metode pembelajaran	Kelebihan	Kekurangan
Ceramah		
Diskusi		
Simulasi		
Tugas dan Resitasi		
Tanya Jawab		
Kerja Kelompok		

<i>Problem Solving</i>		
Karyawisata		
Demonstrasi		

4. Sebutkan jenis-jenis strategi pembelajaran dan jelaskan langkah-langkahnya!

Strategi Pembelajaran	Pengertian	Langkah-langkah	Contoh

5. Prinsip-prinsip apa saja yang harus diperhatikan dalam memilih strategi pembelajaran, jelaskan!
6. Tliskan kegiatan belajar peserta diklat/pelatihan dalam siklus eksplorasi, elaborasi, dan konfirmasi!

G. Kunci Jawaban

Jawaban pertanyaan

- Jawab : Strategi Pembelajaran adalah pola umum perbuatan guru siswa di dalam perwujudan kegiatan belajar mengajar. Hal ini mengandung arti bahwa interaksi belajar mengajar berlangsung dalam suatu pola yang digunakan bersama oleh guru dan siswa. Dalam pola tersebut tentu terkandung bentuk-bentuk rangkaian perbuatan atau kegiatan guru dan siswa yang mengarah pada tercapainya tujuan-tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan sebelumnya.
- Jawab:

Istilah Pembelajaran	Pengertian	Contoh
Pendekatan pembelajaran	Pendekatan (approach) dapat dipandang sebagai suatu rangkaian tindakan yang terpola atau	Pendekatan deduktif Pendekatan proses

	terorganisir berdasarkan prinsip-prinsip tertentu (misalnya dasar filosofis, prinsip psikologis, prinsip didaktis, atau prinsip ekologis), yang terarah secara sistematis pada tujuan-tujuan yang hendak dicapai	Pendekatan konsep Pendekatan induktif
Strategi Pembelajaran	Strategi merupakan usaha untuk memperoleh kesuksesan dan keberhasilan dalam mencapai tujuan	seorang guru yang mengharapkan hasil baik dalam proses pembelajaran juga akan menerapkan suatu strategi agar hasil belajar siswanya mendapat prestasi yang terbaik
Metode Pembelajaran	metode adalah cara yang digunakan untuk mengimplementasikan rencana yang sudah disusun dalam kegiatan nyata agar tujuan yang telah disusun tercapai secara optimal	Metode ceramah Demonstrasi Metode diskusi dan lain lain
Teknik pembelajaran	teknik pengajaran atau mengajar adalah daya upaya, usaha-usaha, cara-cara yang digunakan guru untuk melaksanakan pengajaran atau mengajar di kelas pada waktu tatap muka dalam rangka menyajikan dan memantapkan bahan pelajaran agar tercapai tujuan pembelajaran	1) Teknik ceramah 2) Teknik tanya jawab 3) Teknik ramu pendapat 4) Teknik pemberian tugas 5) Teknik latihan 6) Teknik inkuiri 7) Teknik demonstrasi 8) Teknik simulasi

3. Jawab:

Metode pembelajaran	Kelebihan	Kekurangan
---------------------	-----------	------------

Ceramah	Melalui ceramah, guru dapat mengontrol keadaan kelas, oleh karena sepenuhnya kelas merupakan tanggung jawab guru yang memberikan ceramah.	Melalui ceramah, sangat sulit untuk mengetahui apakah seluruh siswa sudah mengerti apa yang dijelaskan atau belum. Walaupun ketika siswa diberi kesempatan untuk bertanya, dan tidak ada seorang pun yang bertanya, semua itu tidak menjamin siswa seluruhnya sudah paham
Diskusi	Dapat melatih untuk membiasakan diri bertukar pikiran dalam mengatasi setiap permasalahan.	Kadang-kadang pembahasan dalam diskusi meluas, sehingga kesimpulan menjadi kabur
Simulasi	Simulasi dapat dijadikan sebagai bekal bagi siswa dalam menghadapi situasi yang sebenarnya kelak, baik dalam kehidupan keluarga, masyarakat, maupun menghadapi dunia kerja.	Pengalaman yang diperoleh melalui simulasi tidak selalu tepat dan sesuai dengan kenyataan di lapangan
Tugas dan Resitasi	Tugas yang diberikan kepada siswa hendaknya mempertimbangkan, tujuan yang akan dicapai, jenis tugas dan tepat, sesuai dengan kemampuan siswa, ada petunjuk yang dapat membantu dan sediakan waktu yang cukup.	
Tanya Jawab	Untuk mengetahui	

	sampai sejauh mana materi pelajaran yang telah dikuasai oleh siswa.	
Kerja Kelompok	Perbedaan individual dalam kemampuan belajar, terutama bila kelas itu sifatnya heterogin dalam belajar.	
<i>Problem Solving</i>	Ada masalah yang jelas untuk dipecahkan. Masalah ini harus tumbuh dari siswa sesuai dengan taraf kemampuannya	
Karyawisata	Membagi tugas tiap topik kepada guru tersebut, sehingga masalah bimbingan pada siswa terarah dengan baik.	
Demonstrasi	Melalui metode demonstrasi terjadinya verbalisme akan dapat dihindari, sebab siswa disuruh langsung memperhatikan bahan pelajaran yang dijelaskan	Demonstrasi memerlukan peralatan, bahan-bahan, dan tempat yang memadai yang berarti penggunaan metode ini memerlukan pembiayaan yang lebih mahal dibandingkan dengan ceramah.

4. Jawab:

Strategi Pembelajaran	Pengertian	Langkah-langkah	Contoh
Metode	Metode merupakan		

	upaya untuk mengimplementasikan rencana yang sudah disusun dalam kegiatan nyata agar tujuan yang telah disusun tercapai secara optimal		
Pendekatan	Pendekatan (<i>approach</i>) merupakan titik tolak atau sudut pandang kita terhadap proses pembelajaran. Strategi dan metode pembelajaran yang digunakan dapat bersumber atau tergantung dari pendekatan tertentu		
Teknik	Teknik adalah cara yang dilakukan seseorang dalam rangka mengimplementasikan suatu metode		
Taktik	Taktik adalah gaya seseorang dalam melaksanakan suatu teknik atau metode tertentu		

5. Jawab: Prinsip-prinsip yang harus diperhatikan dalam memilih strategi pembelajaran, Tahap prainstruksional adalah tahapan yang ditempuh guru pada saat ia memulai proses belajar dan mengajar. Tahap kedua adalah tahap pengajaran atau tahap inti, yakni tahapan memberikan bahan pelajaran yang telah disusun guru sebelumnya. Tahap yang ketiga adalah tahap evaluasi atau penilaian dan tindak lanjut dalam kegiatan pembelajaran.
6. Jawab: siklus eksplorasi : menggali informasi dengan membaca, berdiskusi, atau percobaan, mengumpulkan dan mengolah data. Siklus

elaborasi :melaporkan hasil eksplorasi secara lisan atau tertulis, baik secara individu maupun kelompok, menanggapi laporan atau pendapat teman, mengajukan argumentasi dengan santun. Siklus konfirmasi : melakukan refleksi terhadap pengalaman belajarnya

LEMBAR KERJA KB-1

LK - 10

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari materi Menyusun Rancangan Pembelajaran? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LK – 11

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Rancangan Pembelajaran /RPP?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Untuk Apa Saudara melakukan Penyusunan Rancangan Pembelajaran /RPP?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Menurut pendapat Saudara Saudara mengapa perlu melakukan Penyusunan Rancangan Pembelajaran /RPP?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Apa sajakah yang perlu dipersiapkan dalam melakukan Penyusunan Rancangan Pembelajaran /RPP? Mengapa!

II. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran KB-2 Menganalisis Konfigurasi Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik

A. Tujuan

1. Peserta diklat/pelatihan dapat menjelaskan pengertian gardu induk sistem tenaga listrik
2. Peserta diklat/pelatihan dapat menjelaskan fungsi gardu induk sistem tenaga listrik
3. Peserta diklat/pelatihan dapat menjelaskan klasifikasi gardu induk sistem tenaga listrik
4. Peserta diklat / pelatihan dapat menjelaskan peralatan dan perlengkapan gardu induk sistem tenaga listrik
5. Peserta diklat dapat menjelaskan sistem proteksi pada gardu induk sistem tenaga listrik.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi (IPK) dari mempelajari menganalisis konfigurasi pada gardu induk sistem tenaga listrik adalah. Peserta diklat/pelatihan mampu menganalisis konfigurasi pada gardu induk sistem tenaga.

C. Uraian Materi

Bahan Bacaan 1:

a) Definisi Umum

Gardu induk di sebut juga gardu unit pusat beban yang merupakan gabungan dari transformer dan rangkaian switchgear yang tergabung dalam satu kesatuan melalui sistem kontrol yang saling mendukung untuk keperluan operasional. Pada dasarnya gardu induk bekerja mengubah tegangan yang dibangkitkan oleh pusat pembangkit tenaga listrik menjadi tenaga listrik menjadi tegangan tinggi atau

tegangan transmisi dan sebaliknya mengubah tegangan menengah atau tegangan distribusi.

Gardu Induk juga merupakan sub sistem dari sistem penyaluran (transmisi) tenaga listrik, atau merupakan satu kesatuan dari sistem penyaluran (transmisi). Penyaluran (transmisi) merupakan sub sistem dari sistem tenaga listrik. Berarti, gardu induk merupakan sub-sub sistem dari sistem tenaga listrik. Sebagai sub sistem dari sistem penyaluran (transmisi), gardu induk mempunyai peranan penting, dalam pengoperasiannya tidak dapat dipisahkan dari sistem penyaluran (transmisi) secara keseluruhan. Pengaturan daya ke gardu-gardu induk lainnya melalui tegangan tinggi dan gardu-gardu induk distribusi melalui feeder tegangan menengah.

b) Fungsi gardu induk

Gardu Induk merupakan sub sistem dari sistem penyaluran (transmisi) tenaga listrik, atau merupakan satu kesatuan dari sistem penyaluran (transmisi). Penyaluran (transmisi) merupakan sub sistem dari sistem tenaga listrik.

Fungsi gardu induk secara umum :

- 1) Mentransformasikan daya listrik :
 - Dari tegangan ekstra tinggi ke tegangan tinggi (500 KV/150 KV).
 - Dari tegangan tinggi ke tegangan yang lebih rendah (150 KV/ 70 KV).
 - Dari tegangan tinggi ke tegangan menengah (150 KV/ 20 KV, 70 KV/20 KV).
 - Dengan frekuensi tetap (di Indonesia 50/60 Hertz).
- 2) Untuk pengukuran, pengawasan operasi serta pengamanan dari sistem tenaga listrik.
- 3) Pengaturan pelayanan beban ke gardu induk-gardu induk lain melalui tegangan tinggi dan ke gardu distribusi-gardu distribusi, setelah melalui proses penurunan tegangan melalui penyulang-penyulang (feeder- feeder) tegangan menengah yang ada di gardu induk.

- 4) Untuk sarana telekomunikasi (pada umumnya untuk internal PLN), yang kita kenal dengan istilah SCADA.
- 5) Menyalurkan tenaga listrik (kVA, MVA) sesuai dengan kebutuhan pada tegangan tertentu. Daya listrik dapat berasal dari Pembangkit atau dari gardu induk lain.

Bahan Bacaan 2:

Klasifikasi gardu induk

Gardu induk dapat diklasifikasikan menjadi beberapa macam menurut dari segi fungsi, segi pemasangan, dll. Berikut adalah jenis-jenis dari Gardu Induk :

- a) Gardu induk (substations) berdasarkan dari pemasangan peralatan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, antara lain :

- 1) Gardu induk pasang luar (out door substation)

Gardu induk jenis pemasangan luar terdiri dari peralatan tegangan tinggi pemasangan luar. Pemasangan luar yang dimaksud adalah diluar gedung atau bangunan. Walaupun ada beberapa peralatan yang lain berada di dalam gedung, seperti peralatan panel kontrol, meja penghubung (switch board) dan baterai. Gardu Induk jenis ini memerlukan tanah yang begitu luas namun biaya konstruksinya lebih murah dan pendinginannya murah.

- 2) Gardu Induk Pemasangan Dalam (indoor door substation)

Disebut Gardu induk pemasangan dalam karena sebagian besar peralatannya berada dalam suatu bangunan. Peralatan ini sepeertihalnya pada gardu induk pemasangan luar. Dari transformator utama, rangkaian switchgear dan panel kontrol serta batere semuanya. Jenis pemasangan dalam ini dipakai untuk menjaga keselarasan dengan daerah sekitarnya dan untuk menghindari bahaya kebakaran dan gangguan suara.

- 3) Gardu Induk Semi-Pemasangan Luar (semi-out door substation)

Sebagian peralatan tegangan tingginya terpasang di dalam gedung dan yang lainnya dipasang diluar dengan mempertimbangkan situasi dan kondisi lingkungan. Karena konstruksi yang berimbang

antara pasangan dalam dengan pasangan luar inilah tipe gardu induk ini disebut juga gardu induk semi pasangan dalam.

4) **Gardu Induk Pasangan Bawah Tanah (underground substation)**

Sesuai dengan namanya, gardu induk pasangan bawah tanah hampir semua peralatannya terpasang dalam bangunan bawah tanah. Hanya alat pendinginan biasanya berada diatas tanah, dan peralatan-peralatan yang tidak memungkinkan untuk ditempatkan di bangunan bawah tanah. Gardu induk jenis ini umumnya berada dipusat kota, karena tanah yang tidak memadai.

b) Gardu induk (substations) berdasarkan dari tegangan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, antara lain :

1) **Gardu induk transmisi**

Yaitu gardu induk yang mendapat daya dari saluran transmisi untuk kemudian menyalurkannya ke daerah beban (industri, kota, dan sebagainya). Gardu induk transmisi yang ada di PLN adalah tegangan tinggi 150 KV dan tegangan tinggi 30 KV. Gardu induk transmisi dapat ditunjukkan pada Gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Gardu Induk Transmisi

c) Gardu induk (substations) berdasarkan dari fungsinya dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, antara lain :

1) **Gardu Induk Penaik Tegangan (*Step Up*)**

Merupakan gardu induk yang berfungsi untuk menaikkan tegangan, yaitu tegangan pembangkit (generator) dinaikkan menjadi tegangan sistem. Gardu Induk ini berada di lokasi pembangkit tenaga listrik. Karena output voltage yang dihasilkan pembangkit listrik kecil dan harus disalurkan pada jarak yang jauh, maka dengan pertimbangan efisiensi, tegangannya dinaikkan menjadi tegangan ekstra tinggi atau tegangan tinggi.

2) **Gardu Induk Penurun Tegangan (*Step Down*)**

Merupakan gardu induk yang berfungsi untuk menurunkan tegangan, dari tegangan tinggi menjadi tegangan tinggi yang lebih rendah dan menengah atau tegangan distribusi. Gardu Induk terletak di daerah pusat-pusat beban, karena di gardu induk inilah pelanggan (beban) dilayani.

3) **Gardu Induk Pengatur Tegangan**

Pada umumnya gardu induk jenis ini terletak jauh dari pembangkit tenaga listrik. Karena listrik disalurkan sangat jauh, maka terjadi tegangan jatuh (voltage drop) transmisi yang cukup besar. Oleh karena diperlukan alat penaik tegangan, seperti bank kapasitor, sehingga tegangan kembali dalam keadaan normal.

4) **Gardu Induk Pengatur Beban**

Berfungsi untuk mengatur beban. Pada gardu induk ini terpasang beban motor, yang pada saat tertentu menjadi pembangkit tenaga listrik, motor berubah menjadi generator dan suatu saat generator menjadi motor atau menjadi beban, dengan generator berubah menjadi motor yang memompakan air kembali ke kolam utama.

5) **Gardu Induk Distribusi**

Gardu induk yang menyalurkan tenaga listrik dari tegangan sistem ke tegangan distribusi. Gardu induk ini terletak di dekat pusat-pusat beban.

d) Gardu induk (substations) berdasarkan dari isolasi yang digunakan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, antara lain :

1) **Gardu induk dengan isolasi udara**

Merupakan gardu induk yang menggunakan isolasi udara antara bagian yang bertegangan yang satu dengan bagian yang bertegangan lainnya. Gardu Induk ini berupa gardu induk konvensional memerlukan tempat terbuka yang cukup luas. (lihat gambar2.3 berikut .)



Gambar 2.2 Gardu Induk Konvensional

2) **Gardu induk yang menggunakan isolasi gas SF 6**

Gardu induk yang menggunakan gas SF 6 sebagai isolasi antara bagian yang bertegangan yang satu dengan bagian lain yang bertegangan, maupun antara bagian yang bertegangan dengan bagian yang tidak bertegangan. Gardu induk ini disebut Gas Insulated Substation atau Gas Insulated Switchgear (GIS), yang memerlukan tempat yang sempit. Gambar berikut menunjukkan gardu induk menggunakan isolasi gas SF 6.



Gambar. 2.3 Gas Insulated Substation (GIS)

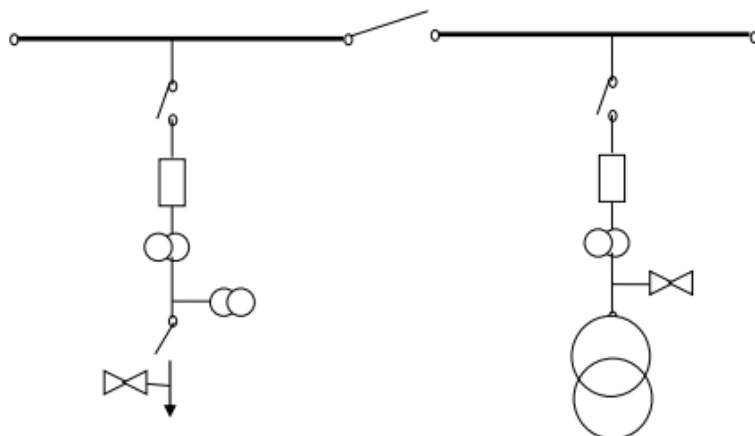
e) Gardu induk (substations) berdasarkan dari sistem rel/ busbar yang digunakan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, antara lain :

1) **Gardu induk sistem ring busbar.**

Merupakan gardu induk yang busbarnya berbentuk ring. Pada gardu induk jenis ini, semua rel (busbar) yang ada, tersambung (terhubung) satu dengan lainnya dan membentuk ring (cincin).

2) **Gardu induk sistem single busbar.**

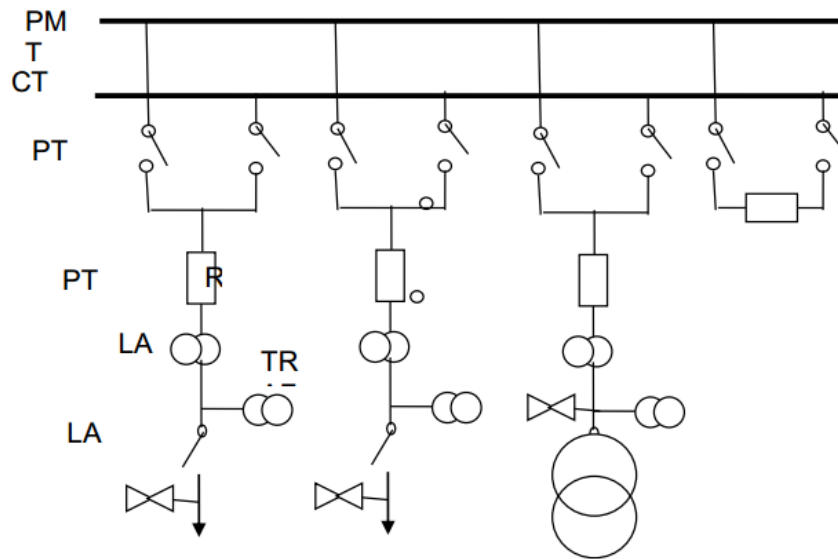
Merupakan gardu induk yang mempunyai satu (single) busbar. Pada umumnya gardu dengan sistem ini adalah gardu induk yang berada pada ujung (akhir) dari suatu sistem transmisi.



Gambar 2.4 Single Line Diagram Gardu Induk Single Busbar

3) Gardu induk sistem double busbar.

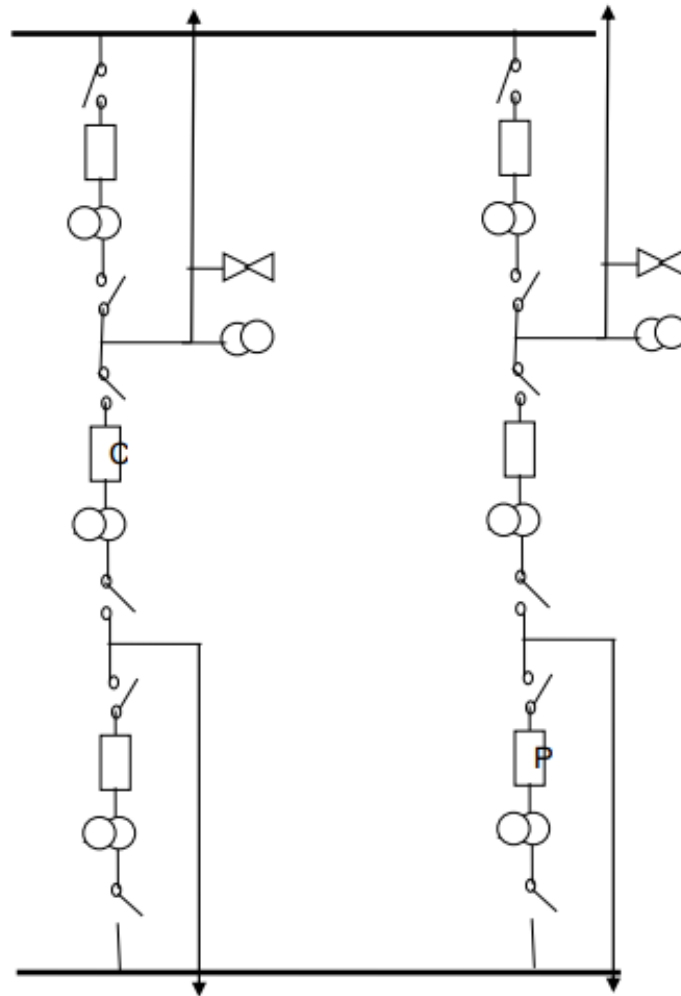
Merupakan gardu induk yang mempunyai dua (double) busbar. Gardu induk sistem double busbar sangat efektif untuk mengurangi terjadinya pemadaman beban, khususnya pada saat melakukan perubahan sistem (manuver sistem). Jenis gardu induk ini pada umumnya yang banyak digunakan.



Gambar 2.5 Single Line Diagram Gardu Induk Sistem Doubel Busbar

4) Gardu induk sistem satu setengah (on half) busbar.

Adalah gardu induk yang mempunyai dua (double) busbar. Pada umumnya gardu induk jenis ini dipasang pada gardu induk di pembangkit tenaga listrik atau gardu induk yang berkapasitas besar. Dalam segi operasional, gardu induk ini sangat efektif, karena dapat mengurangi pemadaman beban pada saat dilakukan perubahan system (manuver system). Sistem ini menggunakan 3 buah PMT dalam satu diagonal yang terpasang secara deret (seri).



Gambar 2.6 Single Line Diagram Gardu Induk Satu Setengah Busbar

Bahan Bacaan 3:

Peralatan dan perlengkapan gardu induk

Gardu induk merupakan suatu sistem Instalasi listrik yang terdiri dari beberapa perlengkapan peralatan listrik dan menjadi penghubung listrik dari jaringan transmisi ke jaringan distribusi primer. Gardu induk dilengkapi komponen utama sebagai fasilitas yang diperlukan sesuai dengan tujuannya serta mempunyai fasilitas untuk operasi dan pemeliharaan.

Secara umum peralatan dan perlengkapan pokok yang ada di Gardu Induk terdiri dari :

a) **Transformator Daya**

Transformator daya atau tenaga merupakan peralatan listrik yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari tegangan tinggi (500 KV) ke tegangan menengah (200 KV) atau sebaliknya (mentransformasikan tegangan).

b) **Transformator Tegangan**

Trafo tegangan disebut juga potensial transformator adalah trafo yang berfungsi menurunkan tegangan tinggi menjadi tegangan menengah dan tegangan rendah, untuk sumber tegangan alat-alat ukur dan alat-alat proteksi. Fungsi trafo tegangan (potensial transformer) :

- 1) Memperkecil besaran tegangan pada system tenaga listrik menjadi besaran tegangan untuk system pengukuran atau proteksi.
- 2) Mengisolasi rangkaian sekunder terhadap rangkaian primer.
- 3) Memungkinkan standarisasi rating tegangan untuk peralatan sisi sekunder.

c) **Transformator Arus**

Trafo arus disebut juga current transformer (CT) berfungsi untuk menurunkan arus besar pada tegangan tinggi menjadi arus kecil pada tegangan rendah untuk keperluan pengukuran dan pengaman. Menurut tipe konstruksinya :

- 1) Tipe Cincin (ring/window tipe)
- 2) Tipe Tangki Minyak
- 3) Tipe cor-coran Cast Resin (mounded cast resin tipe)

d) **Transformator Bantu**

Transformator bantu adalah trafo yang digunakan untuk membantu beroperasinya secara keseluruhan gardu induk tersebut. Jadi merupakan pasokan utama untuk alat-alat bantu seperti motormotor 3 fasa yang digunakan sebagai motor pompa sirkulasi minyak trafo beserta motor-motor kipas pendingin. Yang paling penting adalah sebagai pasokan sumber tenaga cadangan seperti sumber DC yang merupakan sumber utama jika terjadi gangguan dan sebagai pasokan tenaga untuk proteksi sehingga proteksi tetap bekerja walaupun tidak ada pasokan arus AC.

e) **Busbar/ rel**

Merupakan titik pertemuan/hubungan antara trafo-trafo tenaga, Saluran Udara TT, Saluran Kabel TT dan peralatan listrik lainnya untuk menerima dan menyalurkan tenaga listrik/daya listrik. Bahan dari rel terbuat dari bahan tembaga (bar copper atau hollow conductor). Ada beberapa jenis konfigurasi busbar yang digunakan hingga saat ini.

f) **Aresster**

Berfungsi sebagai alat untuk melindungi isolasi atau mengamankan instalasi (peralatan listrik pada instalasi) dari gangguan tegangan lebih yang diakibatkan oleh sambaran petir atau tegangan transient yang tinggi dari suatu penyambungan atau pemutusan rangkaian, alat ini bersifat sebagai by-pass disekitar isolasi yang membentuk jalan yang mudah dilalui oleh arus kilat sistem pentanahan sehingga akan menimbulkan tegangan lebih yang tinggi dan tidak merusak isolasi peralatan listrik.

g) **Saklar Pemisah (PMS)**

Berfungsi untuk mengisolasi peralatan listrik dari peralatan lain atau instalasi lain yang bertegangan. PMS ini boleh dibuka atau ditutup hanya pada rangkaian yang tidak berbeban. Oleh karena itu pemisah tidak boleh dihubungkan atau dikeluarkan dari rangkaian listrik dalam keadaan berbeban. Cara pemasangan PMS dibedakan atas pemasangan dalam dan pemasangan luar. Tenaga penggerak dari PMS adalah secara manual, motor, pneumatic atau angin dan hidrolis.

h) **Pemutus Tenaga**

Pemutus tenaga (PMT) adalah peralatan atau saklar untuk menghubungkan atau memutuskan suatu rangkaian/jaringan listrik sesuai dengan ratingnya. PMT memutuskan hubungan daya listrik bila terjadi gangguan, baik dalam keadaan berbeban maupun tidak berbeban dan proses ini dilakukan dengan cepat. Pada waktu menghubungkan atau memutuskan beban, akan terjadi tegangan recovery yaitu suatu fenomena tegangan lebih dan busur api, oleh karena itu saklar pemutus dilengkapi dengan media peredam busur api tersebut, seperti media udara dan gas SF₆.

i) **Sakelar Pentanahan**

Sakelar ini untuk menghubungkan kawat konduktor dengan tanah / bumi yang berfungsi untuk menghilangkan/ mentanahkan tegangan induksi pada konduktor pada saat akan dilakukan perawatan atau pengisolasian suatu sistem. Sakelar Pentanahan ini dibuka dan ditutup hanya apabila sistem dalam keadaan tidak bertegangan (PMS dan PMT sudah membuka).

j) **Kompensator**

Kompensator didalam sistem Penyaluran tenaga Listrik disebut pula alat pengubah fasa yang dipakai untuk mengatur jatuh tegangan pada saluran transmisi atau transformator, dengan mengatur daya reaktif atau dapat pula dipakai untuk menurunkan rugi daya dengan memperbaiki faktor daya. Alat tersebut ada yang berputar dan ada yang stationer, yang berputar adalah kondensator sinkron dan kondensator asinkron, sedangkan yang stationer adalah kondensator statis atau kapasitor shunt dan reaktor shunt.

k) **Rele Proteksi dan Papan Alarm**

Rele proteksi yaitu alat yang bekerja secara otomatis untuk mengamankan suatu peralatan listrik saat terjadi gangguan, menghindari atau mengurangi terjadinya kerusakan peralatan akibat gangguan dan membatasi daerah yang terganggu sekecil mungkin. Kesemua manfaat tersebut akan memberikan pelayanan penyaluran tenaga listrik dengan mutu dan keandalan yang tinggi. Sedangkan papan alarm atau annunciator adalah sederetan nama-nama jenis gangguan yang dilengkapi dengan lampu dan suara sirine pada saat terjadi gangguan, sehingga memudahkan petugas untuk mengetahui rele proteksi yang bekerja dan jenis gangguan yang terjadi.

l) **Baterai**

Sumber tenaga untuk sistem kontrol dan proteksi selalu mempunyai keandalan dan stabilitas yang tinggi, maka batere dipakai sebagai sumber tenaga kontrol dan proteksi pada gardu induk. Peranan dari battery sangat penting karena pada saat gangguan terjadi, battery sebagai sumber tenaga untuk menggerakkan alat-alat kontrol dan

proteksi. Bentuk fisik baterai yang digunakan pada gardu induk : Menurut bahan elektrolit yang digunakan maka baterai dapat dibedakan atas dua, yaitu:

- a) Baterai timah hitam (lead acid storage battery) : bahan elektrolitnya adalah larutan asam belerang. Baterai timah hitam ada dua macam yaitu:
 - Lead-antimony
 - Lead-calcium
- b) Baterai alkali (alkali storage battery) : bahan elektrolitnya adalah larutan alkali (potassium hydroxide). Baterai alkali ada dua macam yaitu:
 - Nickel-iron-alkaline storage battery (NI-Fe battery).
 - Nickel-cadmium battery (Ni-Cd battery).

Bahan Bacaan 4:

Sistem proteksi gardu induk

Sistem proteksi adalah suatu sistem pengamanan pada peralatan listrik yang terdapat pada gardu induk yang diakibatkan oleh gangguan alam, gangguan teknis, kesalahan operasi, dan penyebab lainnya.

a. Pemutus Tenaga

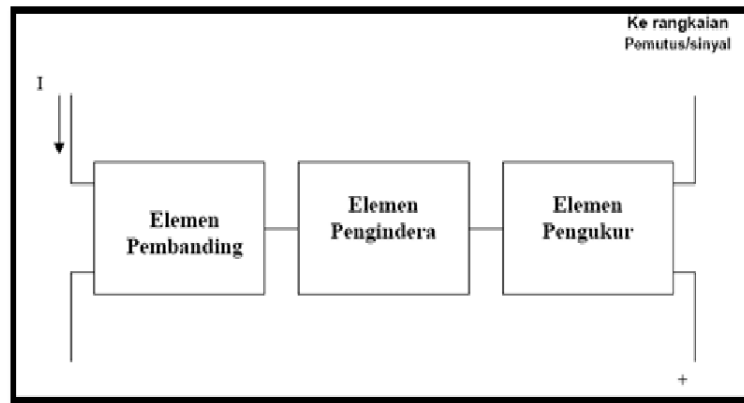
Pemutus tenaga (PMT) adalah suatu alat otomatis yang mampu memutus/menutup rangkaian pada semua kondisi yaitu kondisi gangguan maupun kondisi normal, atau dapat juga sebagai alat yang dibutuhkan untuk mengontrol jaringan tenaga listrik dengan membuka circuit dengan menutup circuit (sebagai sakelar) dengan membawa beban secara pengawasan manual atau otomatis, sedangkan jika dalam keadaan gangguan atau keadaan tidak normal PMT dapat membuka dengan bantuan rele yang mendeteksi, sehingga gangguan dapat dipisahkan.

Selama beroperasi pada keadaan normal PMT dapat dibuka dan ditutup tanpa menimbulkan akibat yang merugikan. Dalam keadaan gangguan atau keadaan yang tidak normal relay akan mendeteksi dan menutup rangkaian tripping dari PMT maka akan

menggerakkan mekanisme penggerak untuk membuka kontak-kontak PMT.

b. Relay Proteksi

Relay adalah suatu alat yang bekerja secara otomatis untuk mengatur / memasukan suatu rangkaian listrik (rangkaian trip atau alarm) akibat adanya perubahan lain. Secara garis besar bagian dari relay proteksi terdiri dari tiga bagian utama, seperti pada blok diagram dibawah ini :



Gambar 2.7 Diagram Blok Relai Proteksi

Masing-masing elemen/bagian mempunyai fungsi sebagai berikut:

1) Elemen pengindera.

Elemen ini berfungsi untuk merasakan besaran-besaran listrik, seperti arus, tegangan, frekuensi, dan sebagainya tergantung relay yang dipergunakan. Pada bagian ini besaran yang masuk akan dirasakan keadaannya, apakah keadaan yang diproteksi itu mendapatkan gangguan atau dalam keadaan normal, untuk selanjutnya besaran tersebut dikirimkan ke elemen pembanding.

2) Elemen pembanding.

Elemen ini berfungsi menerima besaran setelah terlebih dahulu besaran itu diterima oleh elemen oleh elemen pengindera untuk membandingkan besaran listrik pada saat keadaan normal dengan besaran arus kerja relay.

3) Elemen pengukur/penentu.

ini berfungsi untuk mengadakan perubahan secara cepet pada besaran ukurnya dan akan segera memberikan isyarat untuk membuka PMT atau memberikan sinyal.

Maksud dan tujuan pemasangan relay proteksi adalah untuk mengidentifikasi gangguan dan memisahkan bagian jaringan yang terganggu dari bagian lain yang masih sehat serta sekaligus mengamankan bagian yang masih sehat dari kerusakan atau kerugian yang lebih besar, dengan cara :

Mendeteksi adanya gangguan atau keadaan abnormal lainnya yang dapat membahayakan peralatan atau sistem dan juga manusia. Melepaskan (memisahkan) bagian sistem yang terganggu atau yang mengalami keadaan abnormal lainnya secepat mungkin sehingga kerusakan instalasi yang terganggu atau yang dilalui arus gangguan dapat dihindari atau dibatasi seminimum mungkin dan bagian sistem lainnya tetap dapat beroperasi.

c. Relai Proteksi Busbar

Sebagai proteksi utama Busbar adalah RELE Differensial, yang berfungsi mengamankan pada busbar tersebut terhadap gangguan yang terjadi di busbar itu sendiri.

Konfigurasi Busbar ada 3 macam :

- 1) Busbar Tunggal (Single Busbar)
- 2) Busbar ganda (Double Busbar).
- 3) Busbar 1,5 PMT.

Gangguan pada busbar relatif jarang (kurang lebih 7 %) dibandingkan dengan gangguan pada penghantar (kurang lebih 60 %) dari keseluruhan gangguan tetapi dampaknya akan jauh lebih besar dibandingkan pada gangguan penghantar, terutama jika pasokan yang terhubung ke pembangkit tersebut cukup besar.

Dampak yang dapat ditimbulkan oleh gangguan di bus jika gangguan tidak segera diputuskan antara lain adalah kerusakan instalasi, timbulnya masalah stabilitas transient, dimungkinkan OCR dan GFR di sistem bekerja sehingga pemutusan menyebar.

d. Proteksi Trafo Tenaga

Proteksi transrmator daya terutama bertugas untuk mencegah kerusakan transformator sebagai akibat adanya gangguan yang terjadi dalam petak/ bay transformator, disamping itu diharapkan juga agar pengaman transformator dapat berpartisipasi dalam penyelenggaraan selektifitas sistem, sehingga pengamanan transformator hanya melokalisasi gangguan yang terjadi di dalam petak/bay transformator saja.

Maksud dan tujuan pemasangan relay proteksi pada transformator daya adalah untuk mengamankan peralatan /sistem sehingga kerugian akibat gangguan dapat dihindari atau dikurangi menjadi sekecil mungkin dengan cara :

- 1) Mencegah kerusakan transformator akibat adanya gangguan/ketidak normalan yang terjadi pada transformator atau gangguan pada bay transformator.
- 2) Mendeteksi adanya gangguan atau keadaan abnormal lainnya yang dapat membahayakan peralatan atau sistem.
- 3) Melepaskan (memisahkan) bagian sistem yang terganggu atau yang mengalami keadaan abnormal lainnya secepat mungkin sehingga kerusakan instalasi yang terganggu atau yang dilalui arus gangguan dapat dihindari atau dibatasi seminimum mungkin dan bagian sistem lainnya tetap dapat beroperasi.
- 4) Memberikan pengamanan cadangan bagi instalasi lainnya.
- 5) Memberikan pelayanan keandalan dan mutu listrik yang tbaik kepada konsumen. Serta mengamankan manusia terhadap bahaya yang ditimbulkan oleh listrik

Jenis Proteksi Trafo Tenaga

Trafo tenaga diamankan dari berbagai macam gangguan, diantaranya dengan peralatan proteksi (sesuai SPLN 52-1:1983 Bagian Satu, C) :

- 1) Relai Arus Lebih
- 2) Relay arus hubung tanah
- 3) Relay beban lebih
- 4) Relay tangki tanah

- 5) Relay gangguan tanah
- 6) Relay suhu
- 7) Relay Bucholz
- 8) Relay Jansen
- 9) Relay tekanan lebih
- 10) Relay suhu
- 11) Lightning arrester
- 12) Relay differensial

e. Sitem Pentanahan Teknik Netral Trafo Tenaga

Adapun tujuan pentanahan titik netral transformator daya adalah sebagai berikut :

- 1) Menghilangkan gejala-gejala busur api pada suatu sistem.
- 2) Membatasi tegangan-tegangan pada fasa yang tidak terganggu (pada fasa yang sehat).
- 3) Meningkatkan keandalan (realibility) pelayanan dalam penyaluran tenaga listrik.
- 4) Mengurangi/membatasi tegangan lebih transient yang disebabkan oleh penyalaan bunga api yang berulang-ulang (restrike ground fault).
- 5) Memudahkan dalam menentukan sistem proteksi serta memudahkan dalam menentukan lokasi gangguan.

Metoda-metoda pentanahan titik netral transformator daya adalah sebagai berikut :

- 1) Pentanahan mengambang (floating grounding)
- 2) Pentanahan melalui tahanan (resistance grounding)
- 3) Pentanahan melalui reaktor (reactor grounding)
- 4) Pentanahan langsung (effective grounding)
- 5) Pentanahan melalui reaktor yang impedansinya dapat berubah-ubah (resonant grounding) atau pentanahan dengan kumparan Petersen (Petersen Coil).

f. Arrester

Surge Arrester merupakan peralatan yang didesain untuk melindungi peralatan lain dari tegangan surja (baik surja hubung maupun surja petir) dan pengaruh follow current. Sebuah arrester

harus mampu bertindak sebagai insulator, mengalirkan beberapa miliampere arus bocor ke tanah pada tegangan sistem dan berubah menjadi konduktor yang sangat baik, mengalirkan ribuan ampere arus surja ke tanah, memiliki tegangan yang lebih rendah daripada tegangan withstand dari peralatan ketika terjadi tegangan lebih, dan menghilangkan arus susulan mengalir dari sistem melalui arrester (power follow current) setelah surja petir atau surja hubung berhasil didisipasikan.

Lightning Arrester/ Arrester/ Surge Arrester memiliki peran penting di dalam koordinasi isolasi peralatan di gardu induk. Fungsi utama dari Lightning Arrester adalah melakukan pembatasan nilai tegangan pada peralatan gardu induk yang dilindunginya. Panjang lead yang menghubungkan arrester pun perlu diperhitungkan, karena inductive voltage pada lead ini ketika terjadi surge akan mempengaruhi nilai tegangan total paralel terhadap peralatan yang dilindungi.

g. Proteksi Petir

Tujuan dari proteksi petir pada serandang adalah untuk mengamankan peralatan dan instalasi dari sambaran langsung surja petir. Ada beberapa model pengaman petir antara lain Kawat pentanahan/ Earth Wire/ GSW (Galvanized Steel Wire) yang direntangkan pada serandang, pemasangan Franklin Rod atau Early Streamer pada bagian atas serandang.

Kawat Pentanahan atau Earth Wire/ GSW adalah peralatan untuk melindungi peralatan utama dari sambaran surja petir. Kawat tanah terbuat dari baja yang sudah digalvanis, maupun sudah dilapisi dengan aluminium. Jumlah Kawat Pentanahan/ EW/ GSW pada serandang diletakkan pada posisi tertinggi pada serandang tersebut sehingga mempunyai sudut perlindungan yang aman (minimum 30 derajat) terhadap peralatan di bawahnya. Pemasangannya dengan cara menggunakan klem penegang yang dipress atau klem penegang dengan mur baut.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama guru kejuruan di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari materi pembelajaran Menganalisis Konfigurasi Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik? Sebutkan!
2. Bagaimana guru kejuruan mempelajari materi pembelajaran ini?Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan dipelajari oleh guru kejuruan di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh guru kejuruan bahwa dia telahmencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-20.Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran selanjutnya.

Aktivitas 1. Menganalisis Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik

Saudara akan mendiskusikan bagaimana Menganalisis atau Mengkaji Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Analisis Gardu Induk?
2. Mengapa Saudara melakukan Analisis Gardu Induk?
3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu melakukan Analisis atau mengkaji sistem Gardu Induk ?
4. Apakah sajakah komponen komponen gardu induk yang perlu di analisis/dikaji?Mengapa?

Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan LK-21

Aktivitas 2. Mengkonfigurasi Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik

Setelah Saudara mendiskusikan kegiatan Analisis/mengkaji sistem gardu induk pada aktivitas 1, maka pada aktivitas 2 ini Saudara akan mendiskusikan memeriksa dan mengganti Konfigurasi Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang sistem Konfigurasi Gardu Induk Tenaga Listrik?
2. Mengapa Saudara melakukan Konfigurasi Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?
3. Menurut pendapat Saudara mengapa mengkonfigurasi Gardu Induk penting bagi sistem tenaga listrik?
4. Apakah mengkonfigurasi Gardu Induk dapat meningkatkan sistem penyaluran tenaga listrik? Mengapa?

Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan LK-22

E. Rangkuman

Jaringan tenaga listrik secara garis besar terdiri dari pusat pembangkit, jaringan transmisi (gardu induk dan jaringan) dan jaringan distribusi. Jaringan tenaga listrik terdiri dari banyak peralatan yang berbeda jenis dan karakteristik dan secara fisik dipisahkan oleh pemutus tenaga (PMT). PMT berfungsi untuk memisahkan/menghubungkan satu bagian jaringan dengan bagian lain, baik jaringan dalam keadaan normal maupun dalam keadaan terganggu. Bagian-bagian jaringan tersebut dapat terdiri dari satu PMT atau lebih.

Dalam usaha untuk meningkatkan keandalan penyediaan energi listrik, kebutuhan sistem proteksi yang memadai tidak dapat dihindarkan. Sistem proteksi terdiri dari peralatan CT, PT, PMT, Catu daya dc/ac, relai proteksi, teleproteksi yang diintegrasikan dalam suatu rangkaian wiring. Disamping itu diperlukan juga peralatan pendukung untuk kemudahan operasi dan evaluasi seperti sistem recorder, sistem scada dan indikasi relai.

Fungsi peralatan proteksi adalah untuk mengidentifikasi gangguan dan memisahkan bagian jaringan yang terganggu dari bagian lain yang masih sehat serta sekaligus mengamankan bagian yang masih sehat dari kerusakan atau kerugian yang lebih besar.

Sistem Proteksi harus memenuhi syarat sebagai berikut :

- Sensitif yaitu mampu merasakan gangguan sekecil apapun
- Andal yaitu akan bekerja bila diperlukan (dependability) dan tidak akan bekerja bila tidak diperlukan (security).
- Selektif yaitu mampu memisahkan jaringan yang terganggu saja.
- Cepat yaitu mampu bekerja secepat-cepatnya.

Jika proteksi bekerja sebagaimana mestinya, maka kerusakan yang parah akibat gangguan mestinya dapat dihindari/dicegah sama sekali, atau kalau gangguan itu disebabkan karena sudah adanya kerusakan (insulation break down di dalam peralatan), maka kerusakan itu dapat dibatasi sekecilnya. Selain itu bagian sistem/ peralatan yang dilalui arus gangguan dapat dihindari dan kestabilan sistem dapat terjaga.

Sebaliknya jika proteksi gagal bekerja atau terlalu lambat bekerja, maka arus gangguan ini berlangsung lebih lama, sehingga panas yang ditimbulkannya dapat mengakibatkan kebakaran yang hebat, kerusakan yang parah pada peralatan instalasi dan ketidak stabilan sistem. Tangki trafo daya yang menggelembung atau jebol akibat gangguan biasanya karena kegagalan kerja atau kelambatan kerja proteksi. Kegagalan atau kelambatan kerja proteksi juga akan mengakibatkan bekerjanya proteksi lain disebelah hulunya (sebagai remote back up) sehingga dapat mengakibatkan pemadaman yang lebih luas atau bahkan runtuhnya sistem (collapse).

Kegagalan atau kelambatan kerja proteksi dapat disebabkan antara lain oleh :

- Relainya telah rusak atau tidak konsisten bekerjanya.
- Setelan (seting) relenya tidak benar(kurang sensitif atau kurang cepat).
- Bateriainya lemah atau kegagalan sistem DC suply sehingga tidak mampu mengetrikan PMT-nya.
- Hubungan kotak kurang baik pada sirkit tripping atau terputus.
- Kemacetan mekanisme tripping pada PMT-nya karena kotor, karat, patah atau meleset.

- Kegagalan PMT dalam memutuskan arus gangguan yang bisa disebabkan oleh arus gangguanya terlalu besar melampaui kemampuan pemutusan (interrupting capability), atau kemampuan pemutusannya telah menurun, atau karena ada kerusakan.
- Kekurangsempurnaan rangkaian sistem proteksi antara lain adanya hubungan kontak yang kurang baik.

Kegagalan saluran komunikasi tele proteksi

F. Test Formatif

1. Jelaskan fungsi dari gardu induk secara umum !
2. Tuliskan macam macam gardu induk berdasarkan pemasangan peralatannya!
3. Apa yang dimaksud dengan gardu induk transmisi dan gardu induk distribusi !
4. Tuliskan macam macam gardu induk berdasarkan fungsinya !
5. Tuliskan peralatan peralatan perlengkapan gardu induk !
6. Buatlah diagram blok sistem elemen pada relay!
7. Jelaskan tujuan proteksi petir pada seradang sistem gardu induk !

G.Kunci Jawaban

1. Jawab :
 - a) Mentransformasikan daya listrik
 - b) Untuk pengukuran, pengawasan operasi serta pengamanan dari system tenaga listrik.
 - c) Pengaturan pelayanan beban ke gardu induk-gardu induk lain melalui tegangan tinggi dan ke gardu distribusi-gardu distribusi, setelah melalui proses penurunan tegangan melalui penyulang-penyulang (feeder- feeder) tegangan menengah yang ada di gardu induk.
 - d) Untuk sarana telekomunikasi (pada umumnya untuk internal PLN), yang kita kenal dengan istilah SCADA.
 - e) Menyalurkan tenaga listrik (kVA, MVA) sesuai dengan kebutuhan pada tegangan tertentu. Daya listrik dapat berasal dari Pembangkit atau dari gardu induk lain.

2. Jawab :

- a) Gardu induk pasang luar (out door substation)
- b) Gardu Induk Pasangan Dalam (indoor door substation)
- c) Gardu Induk Semi-Pasangan Luar (semi-out door substation)
- d) Gardu Induk Pasangan Bawah Tanah (underground substation)

3. Jawab:

gardu induk transmisi yaitu gardu induk yang mendapat daya dari saluran transmisi untuk kemudian menyalurkannya ke daerah beban (industri, kota, dan sebagainya). Gardu induk transmisi yang ada di PLN adalah tegangan tinggi 150 KV dan tegangan tinggi 30 KV. Sedangkan gardu induk distribusi adalah yaitu gardu induk yang menerima tenaga dari gardu induk transmisi dengan menurunkan tegangannya melalui transformator tenaga menjadi tegangan menengah (20 KV, 12 KV atau 6 KV) untuk kemudian tegangan tersebut diturunkan kembali menjadi tegangan rendah (127/220 V atau 220/380 V) sesuai dengan kebutuhan.

4. Jawab:

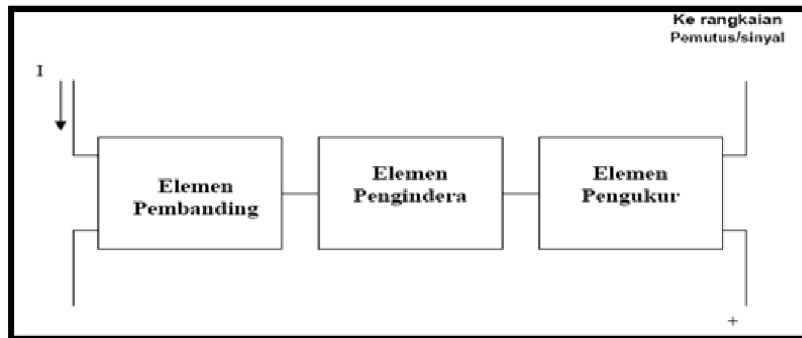
- a) Gardu Induk Penaik Tegangan
- b) Gardu Induk Penurun Tegangan
- c) Gardu Induk Pengatur Tegangan
- d) Gardu Induk Pengatur Beban
- e) Gardu Induk Distribusi

5. Jawab:

- a) Transformator daya
- b) Transformator Tegangan
- c) Transformator Arus
- d) Transformator Bantu
- e) Busbar/ rel
- f) Aresster
- g) Saklar Pemisah (PMS)
- h) Pemutus Tenaga

- i) Sakelar Pentanahan
- j) Kompensator
- k) Rele Proteksi dan Papan Alarm
- l) Baterai

6. Jawab:



7. Jawab:

Tujuan dari proteksi petir pada serandang adalah untuk mengamankan peralatan dan instalasi dari sambaran langsung surja petir. Ada beberapa model pengaman petir antara lain Kawat pentanahan/ Earth Wire/ GSW (Galvanized Steel Wire) yang direntangkan pada serandang, pemasangan Franklin Rod atau Early Streamer pada bagian atas serandang.

LEMBAR KERJA KB-2

LK - 20

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi Menganalisis Konfigurasi Sistem Tenaga Listrik pembelajaran? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LK – 21

1. Apa yang Saudara Ketahui tentang Analisis Gardu Induk?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Mengapa Saudara Melakukan Analisis Gardu Induk ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu melakukan analisis atau mengkaji Sistem Gardu Induk?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Apa sajakah komponen-komponen Gardu Induk yang perlu dianalisis/dikajo? Mengapa!

LK – 22

1. Apa yang Saudara ketahui tentang sistem konfigurasi Gardu Induk Tenaga Listrik?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Mengapa Saudara melakukan Konfigurasi Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Menurut pendapat Saudara mengapa mengkonfigurasi Gardu Induk penting bagi sistem tenaga listrik?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Apakah Mengkonfigurasi Gardu Induk dapat meningkatkan sistem penyaluran Tenaga Listrik? Mengapa?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

III. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran KB-3 Menganalisis Spesifikasi Teknis Transformator Daya dan Transformator Ukur Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik

A. Tujuan

1. Peserta diklat/pelatihan dapat menjelaskan transformator daya dan transformator ukur
2. Peserta diklat / pelatihan dapat menjelaskan peralatan utama dan bagian peralatan bantu transformator pada gardu induk sistem tenaga listrik
3. Peserta diklat dapat menjelaskan bagian dari transformator daya dan transformator ukur pada gardu induk sistem tenaga listrik.
4. Peserta diklat dapat menjelaskan jenis jenis transformator pada gardu induk sistem tenaga listrik.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi (IPK) dari mempelajari menganalisis spesifikasi teknis transformator daya dan transformator ukur pada gardu induk sistem tenaga listrik adalah. Peserta diklat/pelatihan mampu menganalisis menganalisis spesifikasi teknis transformator daya dan transformator ukur pada gardu induk sistem tenaga listrik.

C. Uraian Materi

Bahan Bacaan 1:

1. Pengertian transformator

Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain, melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip induksi-elektromagnet. Transformator digunakan secara luas, baik dalam bidang tenaga listrik maupun elektronika. Penggunaan transformator dalam sistem tenaga memungkinkan terpilihnya tegangan yang sesuai, dan ekonomis untuk tiap-tiap keperluan misalnya kebutuhan akan

tegangan tinggi dalam pengiriman daya listrik jarak jauh. Dalam bidang elektronika, transformator digunakan antara lain sebagai:

- a) gandengan impedansi antara sumber dan beban
- b) untuk memisahkan satu rangkaian dari rangkaian yang lain
- c) untuk menghambat arus searah melalukan atau mengalirkan arus bolak-balik

Berdasarkan frekuensi, transformator dapat dikelompokkan menjadi:

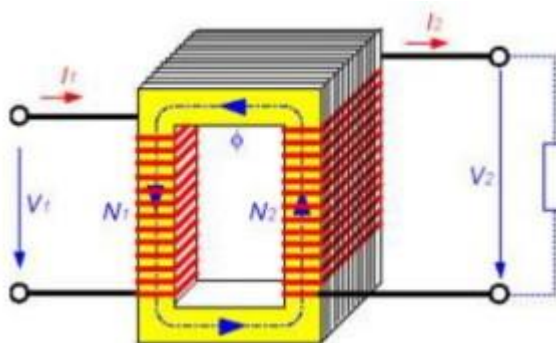
- a) Frekuensi daya, 50 sampai 60Hz
- b) Frekuensi pendengaran, 50Hz sampai 20kHz
- c) Frekuensi radio, diatas 30kHz

Dalam bidang tenaga listrik pemakaian transformator dikelompokkan menjadi:

- a) Transformator daya
- b) Transformator distribusi
- c) Transformator pengukuran, yang terdiri dari atas transformator arus dan Transformator tegangan.

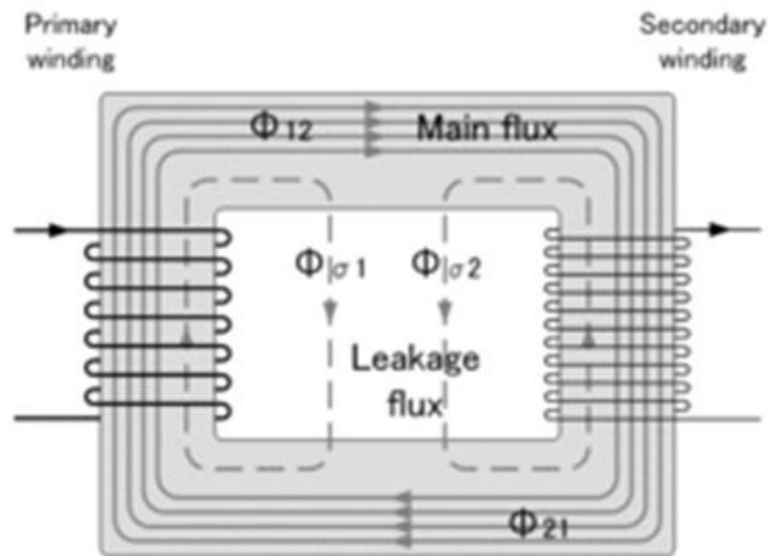
2. Kontruksi Transformator

Gambar dibawah memperlihatkan bentuk fisik dari transformator, dimana tegangan masukan (V_1) berbentuk sinusioda dihubungkan pada gulungan primer (N_1). Arus masukan (I_1) mengakibatkan aliran fluk (ϕ) pada gulungan (N_1) maupun gulungan (N_2). Fluk pada gulungan sekunder (N_2) menyebabkan aliran arus (I_2) dan tegangan (V_2).



Gambar 3.8 Kontruksi Trasformator

3. Prinsip kerja transformator



Gambar 3.9 Bentuk lilitan Primer Dan Skunder Trasformator

Prinsip kerja transformator dapat dijelaskan berdasarkan induksi elektromagnetik, dimana antara sisi primer dan sisi sekunder terdapat penghubung magnetik. Gandengan magnet ini berupa inti besi tempat melakukan fluks bersama. Medan magnet berperan sangat penting sebagai rangkaian proses konversi energi. Melalui medium medan magnet, bentuk energi mekanik dapat diubah menjadi energi listrik, alat konversi ini disebut generator atau sebaliknya dari bentuk energi listrik menjadi energi mekanik, sebagai alat konversi disebut motor. Pada transformator, gandengan medan magnet berfungsi untuk memindahkan dan mengubah energi listrik dari rangkaian primer ke sekunder melalui prinsip induksi elektromagnetik. Dari sisi pandangan elektris, medan magnet mampu untuk menginduksikan tegangan pada konduktor sedangkan dari sisi pandangan mekanis medan magnet sanggup untuk menghasilkan gaya dan kopel (penggandeng). Kelebihan medan magnet sebagai perangkat proses konversi energi disebabkan terjadinya bahan-

bahan magnetik yang memungkinkan diperolehnya kerapatan energi yang tinggi; kerapatan energi yang tinggi ini akan menghasilkan kapasitas tenaga per unit volume mesin yang tinggi pula. Jelaslah bahwa pengertian kuantitatif tentang medan magnet dan rangkaian magnet merupakan bagian penting untuk memahami proses konversi energi listrik. Induktansi, tegangan pada kumparan didefinisikan sebagai perubahan arus terhadap waktu yang melewati kumparan tersebut.

4. Transformator pada gardu induk



Gambar 3.10 Transformator Gardu Induk

a) Power Tranformator (Trafo Daya)

Transformator Daya adalah suatu peralatan tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga atau daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya.

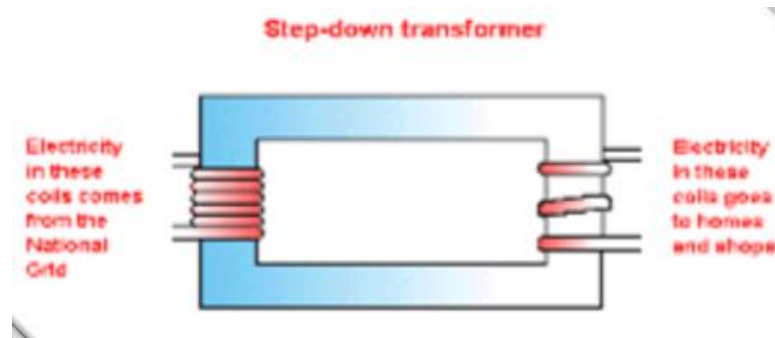
Dalam operasi penyaluran tenaga listrik transformator dapat dikatakan jantung dari transmisi dan distribusi. Dalam kondisi ini suatu transformator diharapkan dapat beroperasi secara maksimal (kalau bias secara terus menerus tanpa berhenri). Mengingat kerja keras dari suatu transformator seperti itu, maka cara pemeliharaan juga dituntut sebaik mungkin. Oleh karena itu transformator harus dipelihara dengan menggunakan system dan peralatan yang benar, baik dan tepat. Untuk itu regu pemeliharaan harus mengetahui bagian-bagian transformator dan bagian-bagian mana yang perlu diawasi melebihi bagian lainnya.

Berdasarkan tegangan operasinya dapat dibedakan menjadi transformator 500/150 kV dan 150/70 kV biasa disebut *Interbus*

Transformer (IBT). Transformator 150/20 kV dan 70/20 kV disebut juga trafo distribusi. Titik netral transformator ditanahkan sesuai dengan kebutuhan untuk sistem pengamanan / proteksi, sebagai contoh transformator 150/70 kV ditanahkan secara langsung di sisi netral 150 kV dan transformator 70/20 kV ditanahkan dengan tahanan rendah atau tahanan tinggi atau langsung di sisi netral 20 kV nya. Transformator dapat dibagi menurut fungsi / pemakaian seperti :

- 1) Transformator Mesin (Pembangkit)
- 2) Transformator Gardu Induk
- 3) Transformator Distribusi

Komponen Transformator



Gambar 3.11 Kontruksi Transformator

Komponen transformator terdiri dari dua bagian, yaitu peralatan utama dan peralatan bantu.

a) Bagian Utama

Peralatan utama transformator terdiri dari:

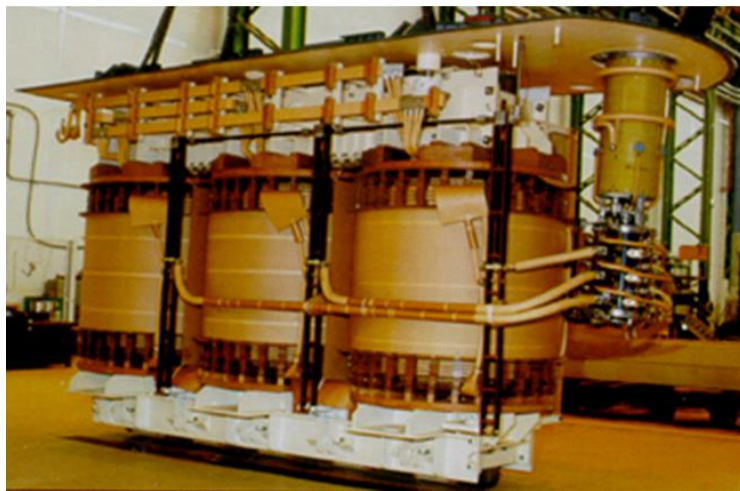
1. Inti besi

Inti Besi, dibuat dari lempengan-lempengan feromagnetik tipis yang berguna untuk mempermudah jalan fluksi yang ditimbulkan oleh arus listrik yang melalui kumparan. Inti besi ini juga diberi isolasi untuk mengurangi panas (sebagai rugi-rugi besi) yang ditimbulkan oleh arus eddy "Eddy Current".

2. Kumparan Transformator

Kumparan Trafo, kumparan trafo terdiri dari beberapa lilitan kawat tembaga yang dilapisi dengan bahan isolasi (karton, pertinax, dll)

untuk mengisolasi baik terhadap inti besi maupun kumparan lain. . Untuk trafo dengan daya besar lilitan dimasukkan dalam minyak trafo sebagai media pendingin. Banyaknya lilitan akan menentukan besar tegangan dan arus yang ada pada sisi sekunder. Kadang kala transformator memiliki kumparan tertier. Kumparan tertier diperlukan untuk memperoleh tegangan tertier atau untuk kebutuhan lain. Untuk kedua keperluan tersebut, kumparan tertier selalu dihubungkan delta. Kumparan tertier sering juga untuk dipergunakan penyambungan peralatan bantu seperti kondensator synchrone, kapasitor shunt dan reactor shunt.



Gambar 3.12 Kumparan Transformator

3. Minyak Transformator

Minyak Trafo, berfungsi sebagai media pendingin dan isolasi. Minyak trafo mempunyai sifat media pemindah panas (disirkulasi) dan mempunyai daya tegangan tembus tinggi. Pada power transformator, terutama yang berkapasitas besar, kumparan-kumparan dan inti besi transformator direndam dalam minyak-trafo.

Syarat suatu cairan bisa dijadikan sebagai minyak trafo adalah sebagai berikut:

- a) Ketahanan isolasi harus tinggi ($>10\text{kV/mm}$)
- b) Berat jenis harus kecil, sehingga partikel-partikel inert di dalam minyak dapat mengendap dengan cepat

- c) Viskositas yang rendah agar lebih mudah bersirkulasi dan kemampuan pendinginan menjadi lebih baik
- d) Titik nyala yang tinggi, tidak mudah menguap yang dapat membahayakan
- e) Tidak merusak bahan isolasi padat
- f) Sifat kimia yang stabil

Dibawah ini tabel keterangan Minyak Trafo

No	Sifat Minyak Isolasi	Satuan	Klas I/ Klas II	Metode Uji	Tempat Uji
1	Kejernihan	-	Jernih	IEC 296	Di tempat
	Masa Jenis (20°C)	g/cm ³	<0,895	IEC 296	Lab
3	Viskositas (20°C)	cSt	<40 <25	IEC 296	Lab
	Kinematik - (15°C)	cSt	<800		
	Kinematik - (30°C)	cSt	<1800		
4	Titik Nyala	°C	>140 >100	IEC 296A	Lab
5	Titik Tuang	°C	<30 < 40	IEC 296A	Lab
6	Angka Kenetralan	mgKOH/g	<0,03	IEC 296	Lab
7	Korosi Belerang	-	Tidak Korosif	IEC 296	Ditempat/ Lab
8	Tegangan Tembus	kV/2,5mm	> 30 > 50	IEC156& IEC 296	Ditempat/ Lab
9	Faktor Kebocoran Dielektrik	-	< 0,05	IEC 250 IEC 474 & IEC 74	Lab
10	Ketahanan Oksidasi a. Angka Kenetralan b. Kotoran	mgKOH/ g %	< 0,40 < 0,10	IEC 74	Lab

Gambar 3.13 Tabel Minyak Trafo

4. Bushing

Bushing, sebuah konduktor (porselin) yang menghubungkan kumparan transformator dengan jaringan luar. Bushing diselubungi dengan suatu isolator dan berfungsi sebagai konduktor tersebut dengan tangki transformator. Selain itu juga bushing juga berfungsi sebagai pengaman hubung singkat antara kawat yang bertegangan dengan tangki trafo.



Gamba 3.14 Bushing Transformator

5. Tagki Konservator

Tangki dan Konservator (khusus untuk transformator basah); pada umumnya bagian-bagian dari trafo yang terendam minyak trafo ditempatkan di dalam tangki baja. Tangki trafo-trafo distribusi umumnya dilengkapi dengan sirip-sirip pendingin (cooling fin) yang berfungsi memperluas permukaan dinding tangki, sehingga penyaluran panas minyak pada saat konveksi menjadi semakin baik dan efektif untuk menampung pemuatan minyak trafo, tangki dilengkapi dengan konservator.



Gambar 3.15 Tangki dan Konservator

b) Perlatan Bantu

1. Pendingin

Peralatan Pendingin, pada inti besi dan kumparan-kumparan akan timbul panas akibat rugi-rugi besi dan rugi-rugi tembaga. Bila panas tersebut mengakibatkan kenaikan suhu yang berlebihan, akan merusak isolasi di dalam trafo, maka untuk mengurangi kenaikan suhu yang berlebihan tersebut trafo perlu dilengkapi dengan sistem pendingin untuk menyalurkan panas keluar trafo. Media yang digunakan pada sistem pendingin dapat berupa: udara/gas, minyak dan air.

2. TapChanger

Tap Changer yaitu suatu alat yang berfungsi untuk merubah kedudukan tap (sadapan) dengan maksud mendapatkan tegangan keluaran yang stabil walaupun beban berubah-ubah. Tap changer selalu diletakkan pada posisi tegangan tinggi dari trafo pada posisi tegangan tinggi. Tap changer dapat dilakukan baik dalam keadaan berbeban (on-load) atau dalam keadaan tak berbeban (off load), tergantung jenisnya.

3. Alat Pernapasan (Dehydration Breather)

Peralatan Pernapasan (Dehydrating Breather), ventilasi udara yang berupa saringan silikagel yang akan menyerap uap air. Karena pengaruh naik turunnya beban trafo maupun suhu udara luar, maka suhu minyakpun akan berubah-ubah mengikuti keadaan tersebut. Bila suhu minyak tinggi, minyak akan memuai dan mendesak udara di atas permukaan minyak keluar dari dalam tangki, sebaliknya bila suhu minyak turun, minyak menyusut maka udara luar akan masuk ke dalam tangki. Kedua proses di atas disebut pernapasan trafo. Permukaan minyak trafo akan selalu bersinggungan dengan udara luar yang menurunkan nilai tegangan tembus minyak trafo, maka untuk mencegah hal tersebut, pada ujung pipa penghubung udara luar dilengkapi tabung berisi kristal zat hygroskopis.

4. Indikator-indikator

Indikator; untuk mengawasi selama transformator beroperasi, maka perlu adanya indikator pada transformator yang antara lain sebagai berikut:

- a. indikator suhu minyak
- b. indikator permukaan minyak
- c. indikator sistem pendingin
- d. indikator kedudukan tap

c) Peralatan Proteksi

Peralatan Proteksi, peralatan yang mengamankan trafo terhadap bahaya fisis, elektrik maupun kimiawi. Yang termasuk peralatan proteksi transformator antara lain sebagai berikut:

1. Rele Bucholz

Rele Bucholz; yaitu peralatan rele yang dapat mendeteksi dan mengamankan terhadap gangguan di dalam trafo yang menimbulkan gas. Di dalam transformator, gas mungkin dapat timbul akibat hubung singkat antar lilitan (dalam phasa/ antar phasa), hubung singkat antar phasa ke tanah, busur listrik antar laminasi, atau busur listrik yang ditimbulkan karena terjadinya kontak yang kurang baik.

2. Pengaman tekanan lebih (Explosive Membrane) / Bursting Plate

Rele tekanan lebih; peralatan rele yang dapat mendeteksi gangguan pada transformator bila terjadi kenaikan tekanan gas secara tiba-tiba dan akan langsung mentriplekan CB pada sisi upstream-nya.

3. Rele beban lebih

Rele beban lebih; rele ini berfungsi untuk mengamankan trafo terhadap beban yang berlebihan dengan menggunakan sirkit simulator yang dapat mendeteksi lilitan trafo yang kemudian apabila terjadi gangguan akan membunyikan alarm pada tahap pertama dan kemudian akan menjatuhkan PMT.

4. Rele fluks lebih

Rele fluks lebih; rele ini berfungsi untuk mengamankan transformator dengan mendeteksi besaran fluksi atau perbandingan tegangan dan frekwensi.

5. Rele Differensial

Rele diferensial; rele yang dapat mendeteksi terhadap gangguan transformator apabila terjadi flash over antara kumparan dengan kumparan, kumparan dengan tangki atau belitan dengan belitan di dalam kumparan ataupun antar kumparan.

6. Rele arus lebih

Rele arus lebih; rele ini berfungsi untuk mengamankan transformator terhadap gangguan hubunga singkat antar fasa didalam maupun diluar daerah pengaman trafo, juga diharapkan rele ini mempunyai sifat komplementer dengan rele beban lebih. Rele ini juga berfungsi sebagai cadangan bagi pengaman instalasi lainnya. Arus berlebih dapat terjadi karena beban lebih atau gangguan hubung singkat.

7. Rele hubung tanah

Rele gangguan tanah terbatas; rele ini berfungsi untuk mengamankan transformator terhadap gangguan tanah didalam daerah pengaman transformator khususnya untuk gangguan di dekat titik netral yang tidak dapat dirasakan oleh rele differential.

8. Rele thermis

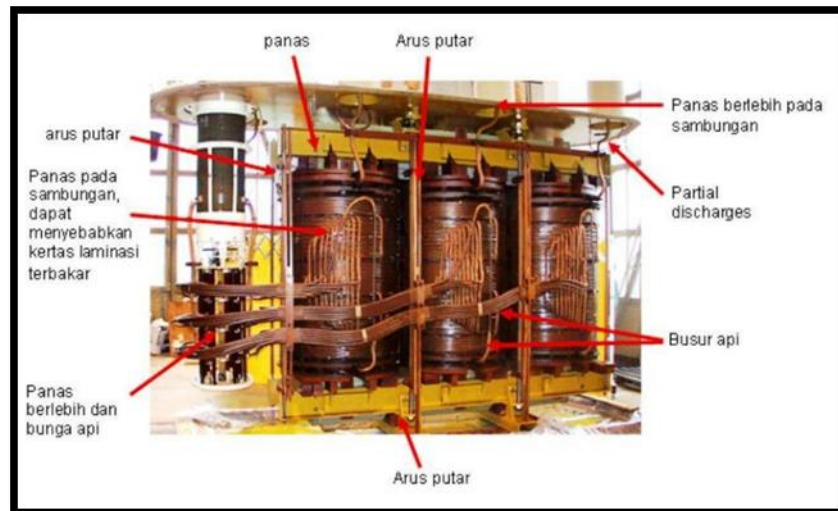
Rele termis; rele ini berfungsi untuk mengamankan transformator dari kerusakan isolasi kumparan, akibat adanya panas lebih yang ditimbulkan oleh arus lebih. Besaran yang diukur di dalam rele ini adalah kenaikan temperatu

9. Rele tangki tanah

Rele ini berfungsi untuk mengamankan transformator bila terjadi hubung singkat antara bagian yang bertegangan dengan bagian yang tidak bertegangan pada transformator.

d) Peralatan tambahan untuk Pengaman Transformator

1. Pemadam kebakaran (transformator – transformator besar)
2. Rele Differensial
3. Rele arus lebih
4. Rele hubung tanah
5. Rele thermis
6. Arrester



Gamabar 3.16 Kontruksi Dalam Trasformator

e) Transformator Ukur

Transformator ukur didisain secara khusus untuk pengukuran dalam sistem daya. Transformator ini banyak digunakan dalam sistem daya karena mempunyai keuntungan, antara lain:

- 1) Memberikan isolasi elektrik bagi sistem daya
- 2) Tahan terhadap beban untuk berbagai tingkatan
- 3) Tingkat keandalan yang tinggi

Secara fisik lebih sederhana bentuknya, dan Secara ekonomi lebih murah

Transformator pengukuran terdiri dari:

- 1) Transformator tegangan (Voltage transformator, VT atau Potential Transformator, PT)
- 2) Transformator arus (Current Transformator, CT)

Arus dan tegangan pada peralatan daya yang harus dilindungi dirubah oleh transformator arus dan transformator tegangan ke tingkat yang lebih rendah untuk pengoperasian relai. Tingkat-tingkat yang lebih rendah ini diperlukan karena dua alasan, yaitu: Tingkat masukan yang lebih rendah ke relai-relai menjadikan komponen-komponen yang digunakan untuk konstruksi relai-relai tersebut secara fisik menjadi cukup kecil, karena itu dilihat dari segi ekonomi biayanya akan lebih murah.

Transformator tegangan mempunyai standar tegangan sekunder 120 volt.

Transformator arus (CT) mempunyai standar arus sekunder 5 ampere.

Transformator arus dibagi menjadi 2 kelas, yaitu:

- 1) Transformator arus kelas H (reaktansi bocor tinggi)
- 2) Transformator arus kelas L (reaktansi bocor rendah)

Keduanya mempunyai standar ketelitian 2,5% dan 10%.

Trafo arus (CT)

Terdapat 2 jenis transformator yang dapat digunakan untuk menurunkan tegangan AC dan salah satunya adalah trafo CT. Yang membedakan trafo CT ini dengan trafo biasa adalah adanya titik tengah yang bersifat sebagai pentanahan pada lilitan sekunder trafo CT. Untuk lebih mudahnya, jika pada trafo biasa yang mempunyai spesifikasi tegangan primer 220 VAC dan rasio lilitan 10:1 maka akan menghasilkan tegangan sekunder sebesar 22 VAC pada kedua ujung lilitan sekundernya.

Bagaimana jika spesifikasi tersebut dipakai pada trafo CT? Sebetulnya apakah titik tengah itu? Titik tengah adalah suatu titik tengah lilitan sekunder pada trafo CT yang dihubungkan keluar lilitan dan bersifat sebagai sebagai ground. Jadi, semisal terdapat 10 lilitan kawat pada bagian sekundernya maka diantara lilitan ke-5 dan ke-6 dihubungkan pada sebuah kawat yang terhubung keluar lilitan.

Tegangan sekunder yang dihasilkan oleh trafo CT ini ada 2 macam, mempunyai amplitudo yang sama namun saling

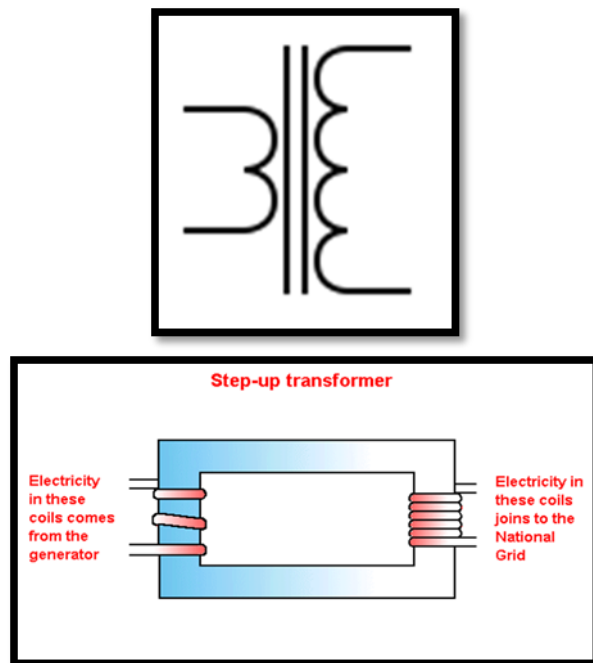
berlawanan fasa, masing² sebesar 11VAC atau setengah dari tegangan sekunder pada trafo biasa seperti contoh diatas. Tegangan sekunder trafo CT ini diukur dari salah satu ujung lilitan terhadap titik tengah-nya.

Dalam perancangan sebuah power supply, jenis transformator step down yang dipakai biasanya berhubungan dengan penentuan jenis penyearah yang akan digunakan. Untuk jenis trafo biasa dibutuhkan penyearah jembatan dioda (dioda bridge) yang dapat dibuat dari 4 dioda. Sedangkan untuk jenis trafo CT hanya dibutuhkan penyearah dengan menggunakan 2 dioda saja.

Bahan Bacaan 2:

Jenis jenis transformator

1) Step – Up

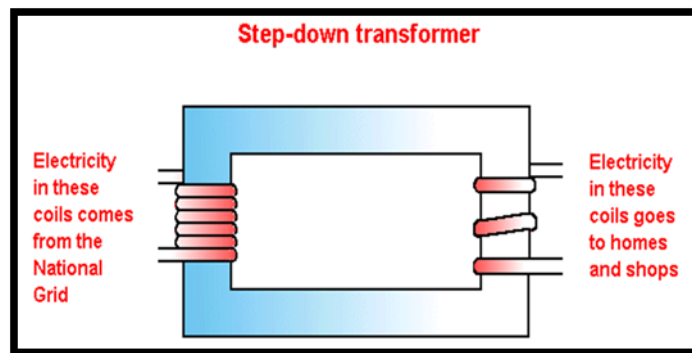
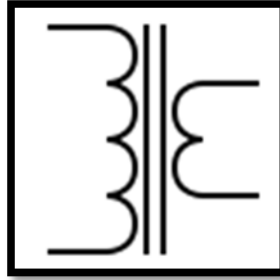


Gambar 3.17 Trasformator Step-Up

Transformator step-up adalah transformator yang memiliki lilitan sekunder lebih banyak daripada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penaik tegangan. Transformator ini biasa ditemui pada pembangkit tenaga listrik sebagai penaik tegangan yang dihasilkan

generator menjadi tegangan tinggi yang digunakan dalam transmisi jarak jauh.

2) Step –Down



Gambar 3.18 Skema Trasformator step Up

Transformator step-down memiliki lilitan sekunder lebih sedikit daripada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penurun tegangan. Transformator jenis ini sangat mudah ditemui, terutama dalam adaptor AC-DC.

3) Autotransformator



Gambar 3.19 Skema Trasformator Step Down

Transformator jenis ini hanya terdiri dari satu lilitan yang berlanjut secara listrik, dengan sadapan tengah. Dalam transformator ini, sebagian lilitan primer juga merupakan lilitan sekunder. Fasa arus

dalam lilitan sekunder selalu berlawanan dengan arus primer, sehingga untuk tarif daya yang sama lilitan sekunder bisa dibuat dengan kawat yang lebih tipis dibandingkan transformator biasa. Keuntungan dari autotransformator adalah ukuran fisiknya yang kecil dan kerugian yang lebih rendah daripada jenis dua lilitan. Tetapi transformator jenis ini tidak dapat memberikan isolasi secara listrik antara lilitan primer dengan lilitan sekunder. Selain itu, autotransformator tidak dapat digunakan sebagai penaik tegangan lebih dari beberapa kali lipat (biasanya tidak lebih dari 1,5 kali)

4) Autotransformator variabel

Autotransformator variabel sebenarnya adalah autotransformator biasa yang sadapan tengahnya bisa diubah-ubah, memberikan perbandingan lilitan primer-sekunder yang berubah-ubah.

5) Transformator isolasi

Transformator isolasi memiliki lilitan sekunder yang berjumlah sama dengan lilitan primer, sehingga tegangan sekunder sama dengan tegangan primer. Tetapi pada beberapa desain, gulungan sekunder dibuat sedikit lebih banyak untuk mengkompensasi kerugian. Transformator seperti ini berfungsi sebagai isolasi antara dua kalang. Untuk penerapan audio, transformator jenis ini telah banyak digantikan oleh kopling kapasitor.

6) Transformator pulsa

Transformator pulsa adalah transformator yang didesain khusus untuk memberikan keluaran gelombang pulsa. Transformator jenis ini menggunakan material inti yang cepat jenuh sehingga setelah arus primer mencapai titik tertentu, fluks magnet berhenti berubah. Karena GGL induksi pada lilitan sekunder hanya terbentuk jika terjadi perubahan fluks magnet, transformator hanya memberikan keluaran saat inti tidak jenuh, yaitu saat arus pada lilitan primer berbalik arah.

7) Transformator tiga fasa

Transformator tiga fasa sebenarnya adalah tiga transformator yang dihubungkan secara khusus satu sama lain. Lilitan primer biasanya dihubungkan secara bintang (Y) dan lilitan sekunder dihubungkan secara delta (Δ).

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama guru kejuruan di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari materi pembelajaran Menganalisis Spesifikasi Teknis Transformator Daya dan Transformator Ukur Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik? Sebutkan!
2. Bagaimana guru kejuruan mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan dipelajari oleh guru kejuruan di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh guru kejuruan bahwa dia telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-30. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran selanjutnya.

Aktivitas 1. Menganalisis Spesifikasi Teknis Trasformator Daya Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik

Saudara akan mendiskusikan bagaimana Menganalisis spesifikasi Teknis Trasformator Daya Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Spesifikasi Trasformator Daya Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?
2. Mengapa Saudara melakukan Analisis Spesifikasi Trasformator Daya Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?
3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu melakukan Analisis atau mengkaji Trasformator Daya Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?
4. Apakah sajakah jenis-jenis Trasformator Daya Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan LK-31

Aktivitas 2. Menganalisis Spesifikasi Teknis Trasformator Ukur Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik

Setelah Saudara mendiskusikan kegiatan Analisis/mengkaji Spesifikasi Teknis Transformator Daya Pada Gardu Induk pada aktivitas 1, maka pada aktivitas 2 ini Saudara akan mendiskusikan Analisis/mengkaji Spesifikasi Teknis Transformator Ukur Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Spesifikasi Trasformator Ukur Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?
2. Mengapa Saudara melakukan Analisis Spesifikasi Trasformator Ukur Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?
3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu melakukan Analisis atau mengkaji Trasformator Ukur Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?
4. Apakah sajakah jenis-jenis Trasformator Ukur Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan LK-32

E. Rangkuman

Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain, melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip induksi-elektromagnet. Transformator digunakan secara luas, baik dalam bidang tenaga listrik maupun elektronika. Penggunaan transformator dalam sistem tenaga memungkinkan terpilihnya tegangan yang sesuai, dan ekonomis untuk tiap-tiap keperluan misalnya kebutuhan akan tegangan tinggi dalam pengiriman daya listrik jarak jauh.

Prinsip kerja transformator dapat dijelaskan berdasarkan induksi elektromagnetik, dimana antara sisi primer dan sisi sekunder terdapat penghubung magnetik. Gandengan magnet ini berupa inti besi tempat melakukan fluks bersama. Medan magnet berperan sangat penting sebagai rangkaian proses konversi energi. Melalui medium medan magnet, bentuk energi mekanik dapat diubah menjadi energi listrik, alat konversi ini disebut generator atau sebaliknya dari bentuk energi listrik menjadi energi mekanik, sebagai alat konversi disebut motor. Pada transformator, gandengan medan magnet berfungsi untuk memindahkan dan mengubah energi listrik dari rangkaian primer ke sekunder melalui prinsip induksi elektromagnetik

Transformator Daya adalah suatu peralatan tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga atau daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya

Transformator ukur didisain secara khusus untuk pengukuran dalam sistem daya. Transformator ini banyak digunakan dalam sistem daya karena mempunyai keuntungan, antara lain: Memberikan isolasi elektrik bagi sistem daya, Tahan terhadap beban untuk berbagai tingkatan dan Tingkat keandalan yang tinggi

Terdapat 2 jenis transformator yang dapat digunakan untuk menurunkan tegangan AC dan salah satunya adalah trafo CT. Yang membedakan trafo CT ini dengan trafo biasa adalah adanya titik tengah yang bersifat sebagai pentanahan pada lilitan sekunder trafo CT. Untuk lebih mudahnya, jika pada trafo biasa yang mempunyai spesifikasi tegangan primer 220 VAC dan rasio lilitan 10:1 maka akan menghasilkan tegangan sekunder sebesar 22 VAC pada kedua ujung lilitan sekundernya.

F. Tes Formatif

1. Apa yang dimaksud dengan transformator ukur dan transformator daya!
2. Tuliskan peralatan utama dan peralatan bantu transformator pada gardu induk!
3. Tuliskan peralatan peralatan untuk pengamanan transformator pada gardu induk !
4. Apasajakah yang termasuk dari transformator ukur!
5. Jelaskan jenis-jenis transformator !

G.Kunci Jawaban

1. Jawab
Transformator Daya adalah suatu peralatan tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga atau daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya. Sedangkan Transformator ukur adalah Transformator yang di desain secara khusus untuk pengukuran dalam sistem daya.
2. Jawab
Peralatan utama transformator : inti besi, kumparan transformator , minyak transformator, Busing, tangki konservator, Peralatan bantu : pendingin, tap changer, peralatan Pernapasan, Indikator-indikator
3. Jawab
Pemadam kebakaran (transformator – transformator besar), Rele Differensial, Rele arus lebih, Rele hubung tanah, Rele thermis, Arrester
4. Jawab
yang termasuk dari transformator ukur
 - a. Transformator tegangan (Voltage transformator, VT atau Potential Transformator, PT)
 - b. Transformator arus (Current Transformator, CT)
5. Jawab
 - a. Transformator Step-up adalah transformator yang memiliki lilitan sekunder lebih banyak daripada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penaik tegangan.

- b. Transformator Step –Down memiliki lilitan sekunder lebih sedikit daripada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penurun tegangan. Transformator jenis ini sangat mudah ditemui, terutama dalam adaptor AC-DC
- c. Autotransformator
Transformator jenis ini hanya terdiri dari satu lilitan yang berlanjut secara listrik, dengan sadapan tengah. Dalam transformator ini, sebagian lilitan primer juga merupakan lilitan sekunder.
- d. Autotransformator variabel sebenarnya adalah autotransformator biasa yang sadapan tengahnya bisa diubah-ubah, memberikan perbandingan lilitan primer-sekunder yang berubah-ubah
- e. Transformator isolasi memiliki lilitan sekunder yang berjumlah sama dengan lilitan primer, sehingga tegangan sekunder sama dengan tegangan primer.
- f. Transformator pulsa adalah transformator yang didesain khusus untuk memberikan keluaran gelombang pulsa.
- g. Transformator tiga fasa sebenarnya adalah tiga transformator yang dihubungkan secara khusus satu sama lain. Lilitan primer biasanya dihubungkan secara bintang (Y) dan lilitan sekunder dihubungkan secara delta (Δ).

LEMBAR KERJA KB-3

LK - 30

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi Menganalisis Spesifikasi Teknis Transformator Daya dan Transformator Ukur Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LK – 31

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Spesifikasi Trasformator Daya Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Mengapa Saudara melakukan Analisis Spesifikasi Trasformator Daya Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu melakukan Analisis atau mengkaji Trasformator Daya Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Apa sajakah jenis-jenis Trasformator Daya Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik!

.....

.....

.....

LK – 32

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Spesifikasi Trasformator Ukur Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Mengapa Saudara melakukan Analisis Spesifikasi Trasformator Ukur Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu melakukan Analisis atau mengkaji Trasformator Ukur Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Apakah sajakah jenis-jenis Trasformator Ukur Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

IV. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran KB-4 Menganalisis Sistem Busbar dan Switchgear Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik

A. Tujuan

1. Peserta diklat/pelatihan dapat menjelaskan komponen pada switchgear dan busbar pada gardu induk sistem tenaga listrik
2. Peserta diklat/pelatihan dapat menjelaskan fungsi masing masing komponen yang diletakkan pada sistem busbar dan switchgear pada gardu induk sistem tenaga listrik

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi (IPK) dari mempelajari menganalisis sistem busbar dan switchgear pada gardu induk sistem tenaga listrik adalah. Peserta diklat/pelatihan mampu menganalisis sistem busbar dan switchgear pada gardu induk sistem tenaga listrik.

C. Uraian Materi

Bahan Bacaan 1:

Komponen Sipil dan Mekanikal Pada Switchyard(switchgear)

a) Pondasi (tempat duduk) Peralatan

- 1) Transformator daya
- 2) Circuit Breaker (CB)
- 3) Disconnecting Switch (DS)
- 4) Capacitor Voltage Transformer (CTV)
- 5) Capacitor Transformer (CT)
- 6) Lightning Arrester (LA)
- 7) Potential Transformer (PT)
- 8) Potential Device (PD) dan lain sebagainya.

b) Got Kabel (cable duct)

Adalah tempat peletakan kabel yang menghubungkan antara peralatan di Switchyard, maupun antara peralatan di Switch yard dengan

peralatan di gedung kontrol. Jenis (dimensi) kabel duct : D 250, D-300, D-400, D-600, D-600, D-900, D-1200 dan D-1500 tergantung kebutuhan.

Komponen mekanikal :

- 1) Serandang peralatan
- 2) Serandang post
- 3) Serandang beam
- 4) Rak kabel dan plat bordes untuk penutup got kabel
- 5) Pagar keliling GI

c) Komponen Sipil gedung kontrol, terdiri dari

- 1) Ruang peralatan kontrol (kendali) dan ruang cubicle)
- 2) Ruang operator
- 3) Ruang kontrol GI
- 4) Ruang relay
- 5) Ruang komunikasi
- 6) Ruang batery
- 7) Pondasi peralatan(panel relay, panel kontrol, cubicle, dan lain lain)
- 8) Got kabel (cabel duct)

d) Komponen mekanikal

Komponen mekanikal terdiri dari :

- 1) Air conditioning (AC)
- 2) Rak kabel yang dijadikan sebagai penempatan kabel, yang menghubungkan antara peralatan yang ada di switch yard dengan komponen yang ada di gedung kontrol, maupun yang menghubungkan komponen yang ada di gedung kontrol.

Bahan Bacaan 2:

Switchyard(switchgear)

Adalah bagian dari gardu induk yang dijadikan tempat peletakan komponen utama gardu induk. Pemahaman tentang switchgear pada umumnya adalah jika komponen utama gardu induk terpasang diarea terbuka yang luas, maka disebut switch yard, jika komponen utama

terpasang di area terbatas (sempit) dan didalam gedung, maka disebut switchgear. Sebenarnya yang dimaksud dengan switchgear adalah peralatan yang ada di switch yard.

Jadi yang dimaksud switch yard adalah nama yang diperuntukkan bagi gardu konvensional. Sedangkan switchgear, adalah nama yang diperuntukkan bagi gas Insulated substation (GIS).

a) Trafo daya



Gambar 4.20 Transformator daya GI konvensional

Trafo daya berfungsi mentransformasikan daya listrik, dengan merubah besaranan tegangan, sedangkan frekuensinya tetap. Transformator daya juga berfungsi untuk pengaturan tegangan. Transformator daya dilengkapi dengan trafo pentanahan yang berfungsi untuk mendapatkan titik netral dari trafo daya. Peralatan ini disebut Neutral Current Transformer (NCT)

b) Neutral Grounding Resistance (NGR)

Diperlukan proteksi yang praktis dan biasanya tidak terlalu mahal, karena karakteristik relay dipengaruhi oleh sistem pentanahan natural. Komponen yang dipasang antara titik netral trafo dengan pentanahan berfungsi untuk memperkecil arus gangguan yang terjadi.



Gambar 4.21 Neutral grounding Resistance (NGR)

c) Circuit Breaker (CB)

Circuit Breaker (CB) adalah peralatan pemutus, yang berfungsi untuk memutus rangkaian listrik dalam keadaan berbeban (berarus). CB dapat dioperasikan pada saat jaringan dalam kondisi normal maupun pada saat terjadi gangguan, karena pada saat bekerja CB mengeluarkan (menyebabkan timbulnya) busur api, maka pada CB dilengkapi dengan pemadaman Busur Api.

Pemadaman busur api berupa : minyak (OCB), Udara (ACB), Gas (GCB)



Gambar 4.22 Circuit Breaker (CB)

d) Disconnecting Switch (DS)

Disconnecting switch (DS) adalah peralatan pemisah, yang berfungsi untuk memisahkan rangkaian listrik dalam keadaan tidak berbeban.

Dalam GI, DS terpasang di :

- 1) Transformator Bay (TR Bay)
- 2) Trasformission Line Bay (TL Bay)
- 3) Busbar
- 4) Bus Couple

Karena DS hanya dapat dioperasikan pada kondisi jaringan tidak berban, maka yang harus dioperasikan terlebih dahulu adalah CB. Setelah rangkaian diputus oleh CB, baru DS dioperasikan.



Gambar 4.23 Disconnecting Switch (DS)

e) Lightning Arrester (LA)



Gambar 4.24 Lightning Arrester (LA)

Lightning Arrester (LA) berfungsi untuk melindungi (pengaman) peralatan listrik di gardu induk dari tegangan lebih akibat terjadinya sambaran petir (Lightning surge) pada kawat transmisi, maupun disebabkan oleh surya hubung (switching surge). Dalam kondisi normal (tidak terjadi gangguan), LA bersifat isolatif atau tidak bisa menyalurkan Arus Listrik. Dalam keadaan terjadi gangguan yang menyebabkan LA bekerja, maka LA bersifat konduktif atau menyalurkan arus listrik ke bumi.

f) Current Trasformer (CT)

Current Transformer (CT) berfungsi merubah besaran arus dari arus yang besar ke arus yang kecil atau memperkecil besaran arus listrik pada sistem tenaga listrik, menjadi arus untuk sistem pengukuran dan protksi.

Mengisolasi rangkaian sekunder terhadap rangkaian prime, yaitu memisahkan instalasi pengukuran dan proteksi tegangan tinggi.



Gambar 4.25 Current Trasformer (CT)

g) Potential Transformer (PT)

Potential Tansformer (PT) berfungsi untuk merubah tegangan dari tegangan tinggi ketegangan rendah atau memperkecil besaran tegangan listrik pada sistem tenaga listrik, menjadi besaran tegangan

untuk pengukuran dan proteksi. Mengisolasi rangkaian sekunder terhadap rangkaian primer, dengan memisahkan instalasi pengukuran dan proteksi tegangan tinggi.



Gambar 4.26 Potential Transformer (PT)

h) Tarsformer Pemakaian Sendiri (TPS)

Transformator Pemakaian Sendiri (TPS) berfungsi sebagai sumber tegangan AC 3 phasa 220/380 Volt. Digunakan untuk kebutuhan intern gardu induk, antara lain untuk:

- 1) Penerangan di swtich yard, gedung kontrol, halaman GI dan sekeliling GI
- 2) Alat Pendingin (AC)
- 3) Rectifier
- 4) Pompa air dan motor-motor listrik.



Gambar 4.27 Trafo Pemakaian Sendiri (TPS)

i) Rel (Busbar)

Rel (Busbar) berfungsi sebagai titik pertemuan/hubungan (connecting) antara transformator daya, SUTT, SKTT serta komponen listrik lainnya yang ada pada Switchyard.



Gambar 4.28 Rel (BusBar) pada GI Konvensional.

Komponen utama rel(busbar) antara lain :

- 1) Konduktor (AAAC, HAL, THL, BC, HDCC

- 2) Insulator string dan Fitting (insulator, tension Clamp, Suspension Clamp, Socket Eye, Anchor Sackle, Spacer)

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama guru kejuruan di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari materi pembelajaran Menganalisis Sistem Busbar dan Switcgear Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik? Sebutkan!
2. Bagaimana guru kejuruan mempelajari materi pembelajaran ini?Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan dipelajari oleh guru kejuruan di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh guru kejuruan bahwa dia telahmencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-40.Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran selanjutnya.

Aktivitas 1. Menganalisis Sistem Busbar Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik

Saudara akan mendiskusikan bagaimana Menganalisis Sistem Busbar Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Spesifikasi Busbar Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?
2. Mengapa Saudara melakukan Analisis Sistem Busbar Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu melakukan Analisis atau mengkaji Sistem Busbar Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan LK-41

Aktivitas 2. Menganalisis Sistem Switchgear Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik

Setelah Saudara mendiskusikan kegiatan Analisis/mengkaji Sistem Busbar Pada Gardu Induk pada aktivitas 1, maka pada aktivitas 2 ini Saudara akan mendiskusikan Analisis/mengkaji Sistem Switchgear Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Spesifikasi Sistem Switchger Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?
2. Mengapa Saudara melakukan Analisis Spesifikasi Sistem Switchger Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?
3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu melakukan Analisis atau mengkaji Sistem Switchger Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan LK-42

E. Rangkuman

Switchgear adalah bagian dari gardu induk yang dijadikan tempat peletakan komponen utama gardu induk. Pemahaman tentang switchgear pada umumnya adalah jika komponen utama gardu induk terpasang di area terbuka yang luas, maka disebut switch yard, jika komponen utama terpasang di area terbatas (sempit) dan didalam gedung, maka disebut switchgear. Sebenarnya yang dimaksud dengan switchgear adalah peralatan yang ada di switch yard.

Rel (Busbar) berfungsi sebagai titik pertemuan/hubungan (connecting) antara transformator daya, SUTT, SKTT serta komponen listrik lainnya yang ada pada Switchyard.

F. Tes Formatif

1. Tuliskan komponen sipil dan mekanikal pada switchgear!
2. Jelaskan pengertian switchgear !
3. Dalam sistem switchgear terdapat komponen mekanikal yang terdiri dari ?

G. Kunci Jawaban

1. Komponen sipil dan mekanikal pada switchgear adalah
 - a. Pondasi (tempat dudukan) Peralatan
 - b. Got Kabel (cable duct)
 - c. Komponen Sipil gedung kontrol
 - d. Komponen mekanikal
2. Switchgear adalah nama yang diperuntukkan bagi gas insulated substation (GIS)
3. Komponen mekanikal dalam switchgear yaitu :
 - a. Air conditioning (AC)
 - b. Rak kabel yang dijadikan sebagai penempatan kabel, yang menghubungkan antara peralatan yang ada di switch yard dengan komponen yang ada di gedung kontrol, maupun yang menghubungkan komponen yang ada di gedung kontrol.

LEMBAR KERJA KB-4

LK - 40

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari materi pembelajaran Menganalisis Sistem Busbar dan Switcgear Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LK – 41

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Spesifikasi Busbar Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Mengapa Saudara melakukan Analisis Sistem Busbar Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu melakukan Analisis atau mengkaji Sistem Busbar Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LK – 42

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Spesifikasi Sistem Switchger Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Mengapa Saudara melakukan Analisis Spesifikasi Sistem Switchger Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu melakukan Analisis atau mengkaji Sistem Switchger Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

V. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran KB-5 Menganalisis Rangkaian Kontrol Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik

A. Tujuan

1. Peserta diklat/pelatihan dapat menjelaskan rangkaian kontrol pada gardu induk sistem tenaga listrik
2. Peserta diklat/ dapat menjelaskan pembagian rangkaian gardu induk menurut jenisnya pada sistem tenaga listrik
3. Peserta diklat/pelatihan dapat menjelaskan struktur jaringan menengah pada gardu induk sistem tenaga listrik

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi (IPK) dalam menganalisis rangkaian kontrol pada gardu induk sistem tenaga listrik adalah mampu menganalisis rangkaian kontrol pada gardu induk sistem tenaga listrik.

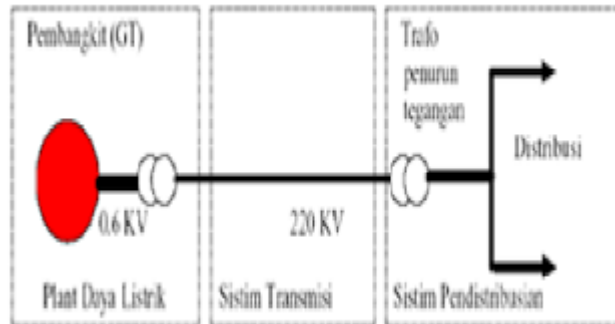
C. Uraian Materi

Bahan Bacaan 1:

Gardu Induk

Gardu induk sebagai pemasok tenaga listrik ke gardu-gardu distribusi mempunyai peranan penting dalam sistem kelistrikan di Indonesia. Dari gardu induk ini berfungsi sebagai penurun tegangan dari tegangan tinggi menjadi tegangan menengah atau tegangan rendah, alat untuk fungsi tersebut adalah transformator daya. Listrik umumnya dibangkitkan dengan pembangkit AC disebut “alternator” pada pembangkit daya termal, air atau nuklir pada 50 atau 60 siklus per detik. Biasanya listrik dibangkitkan pada sekitar 9 hingga 13 KV di terminal pembangkitnya. Daya yang dihasilkan oleh satu pembangkit (dikenal juga dengan istilah UNIT) berada pada kisaran 67,5 MW, 110 MW, 220 MW, 500 MW, dan ada juga yang mencapai 1000 MW atau lebih. Daya

yang dihasilkan disalurkan ke pengguna melalui jaringan transmisi dan distribusi, yang terdiri dari trafo, jalur transmisi dan peralatan kontrol.



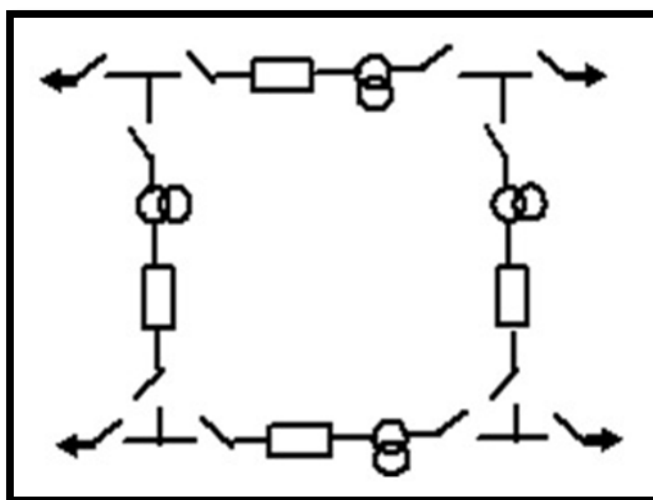
Gambar 5.29 Pembangkitan, Transmisi dan Distribusi Daya Listrik

1. Gardu induk sistem Rel (Busbar)

Rel (Busbar) merupakan titik hubung pertemuan (connecting) antara Transformator Daya, SUTT/SKTT dengan komponen listrik lainnya, untuk menerima dan menyalurkan tenaga listrik. Berdasarkan sistem rel (busbar), Gardu Induk di bagi menjadi beberapa jenis, sebagaimana tersebut dibawah ini :

a) Gardu induk sistem ring busbar

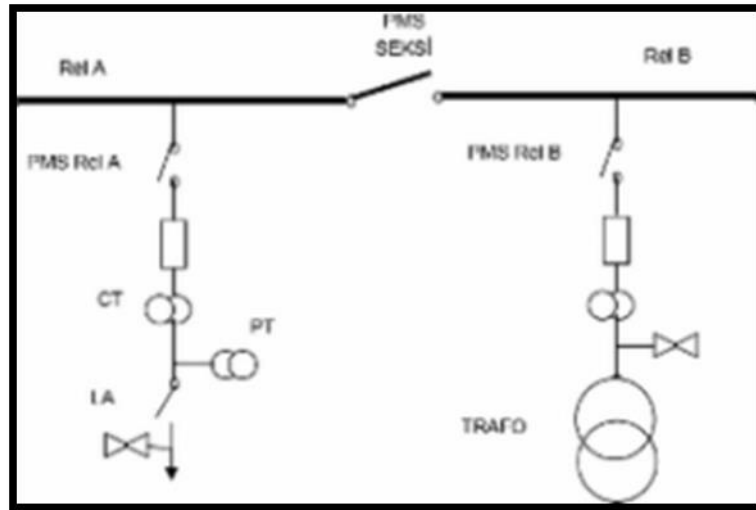
Gardu induk sistem ring busbar adalah gardu induk yang busbarnya berbentuk ring. Pada gardu induk jenis ini semua rel atau busbar yang ada, tersambung (terhubung) satu dengan yang lainnya dan membentuk ring (Cincin).



Gambar 5.30 Gardu Induk Sitem Ring (Cincin)

b) Gardu Induk Sistem Single Busbar

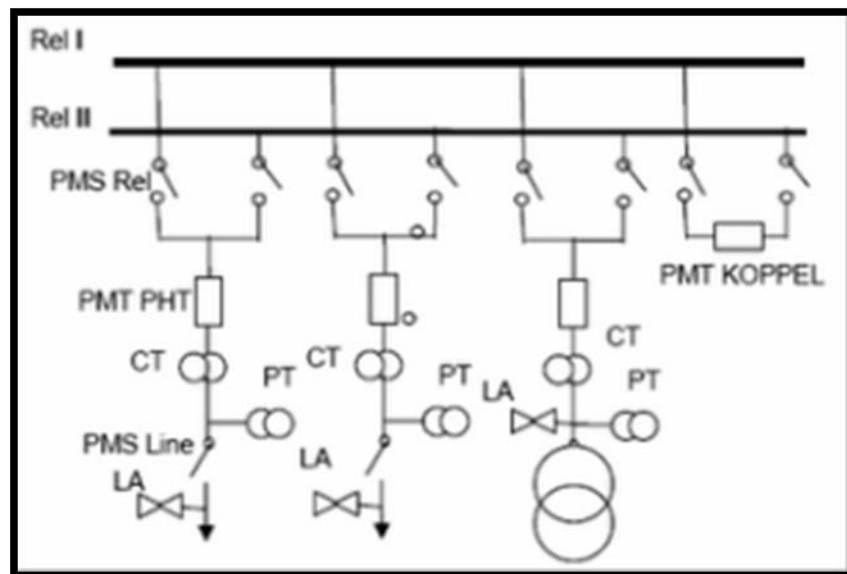
Gardu induk sistem single busbar adalah gardu induk yang mempunyai satu (single) busbar. Pada umumnya gardu dengan sistem ini adalah gardu induk yang berada pada ujung (akhir) dari suatu sistem transmisi.



Gambar 5.31 Gardu Induk Single Busbar

c) Gardu Induk Sistem Double Busbar

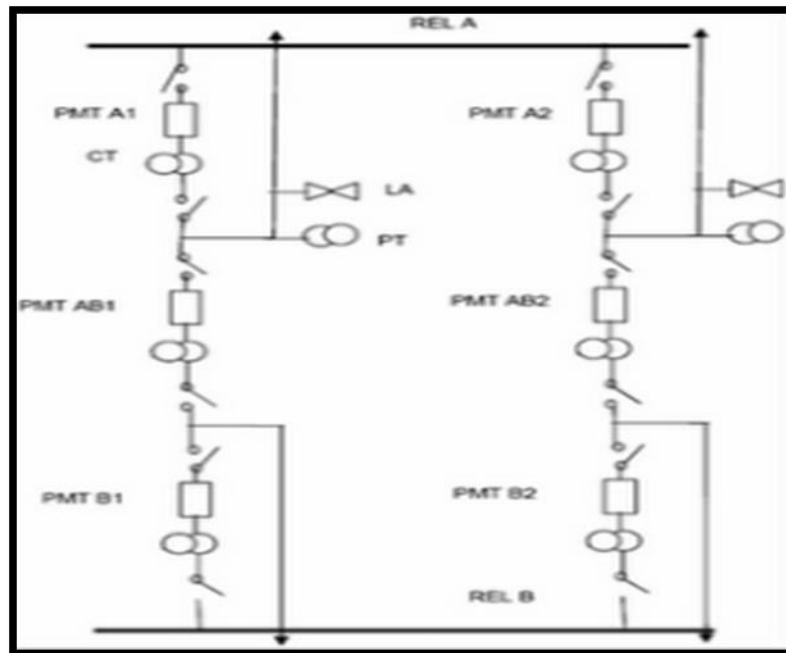
Gardu induk sistem double busbar adalah gardu induk yang mempunyai dua (double) busbar. Gardu induk double busbar sangat efektif untuk mengurangi terjadinya pemadaman beban, khususnya pada saat melakukan perubahan sistem (manuver sistem). Jenis gardu induk ini yang banyak digunakan.



Gambar 5.32 Gardu Induk Sistem Double Busbar

d) Gardu Induk Sistem On Half Busbar

Gardu induk sistem satu setengah (on half) busbar adalah gardu induk yang mempunyai dua (double) busbar. Pada umumnya gardu induk jenis ini dipasang pada gardu induk dipembangkit tenaga listrik atau gardu induk yang berkapasitas besar. Dalam segi operasional, gardu induk ini sangat efektif karena dapat mengurangi pemadaman beban pada saat dilakukan perubahan sistem (manuver system). Sistem ini menggunakan tiga buah PMT dalam satu diagonal yang terpasang secara deret atau seri.



Gambar 5.33 Gardu Induk Sistem On Half Busbar

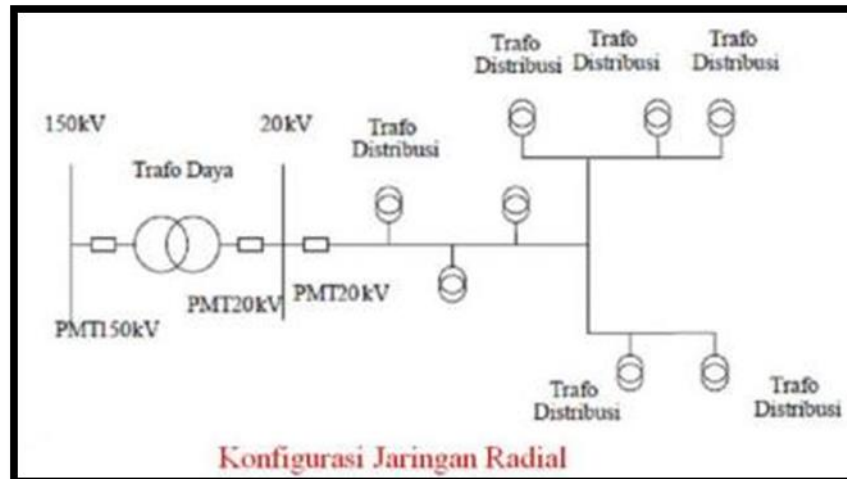
Bahan Bacaan 2:

Struktur Jaringan Tegangan Menengah (JTM)

a) Jaringan Radial

Sistem distribusi dengan pola Radial adalah sistem distribusi yang paling sederhana dan ekonomis. Pada sistem ini terdapat beberapa penyulang yang menyuplai beberapa gardu distribusi tetapi penyulang ini tidak saling berhubungan. Kerugian tipe jaringan ini apabila jalur

utama pasokan terputus maka seluruh penyulang akan padam. Kerugian lain mutu tegangan pada gardu distribusi yang paling akhir kurang baik, hal ini dikarenakan besarnya rugi-rugi pada saluran.



Gambar 5.34 Konfigurasi Jaringan Radial

b) Jaringan hantaran penghubung (Tine Line)

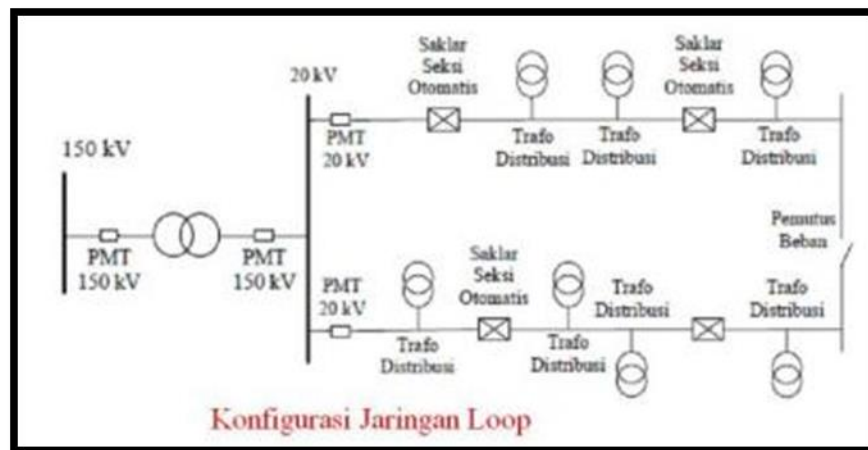
Sistem ini memiliki minimal dua penyulang sekaligus dengan tambahan Automatic Change Over / Automatic Transfer Switch, setiap penyulang terkoneksi ke gardu pelanggan khusus tersebut, sehingga bila salah satu penyulang mengalami gangguan maka pasokan listrik akan dipindah ke penyulang lain.



Gambar 5.35 Konfigurasi Hantaran Penghubung

c) Jaringan Lingkaran (LOOP)

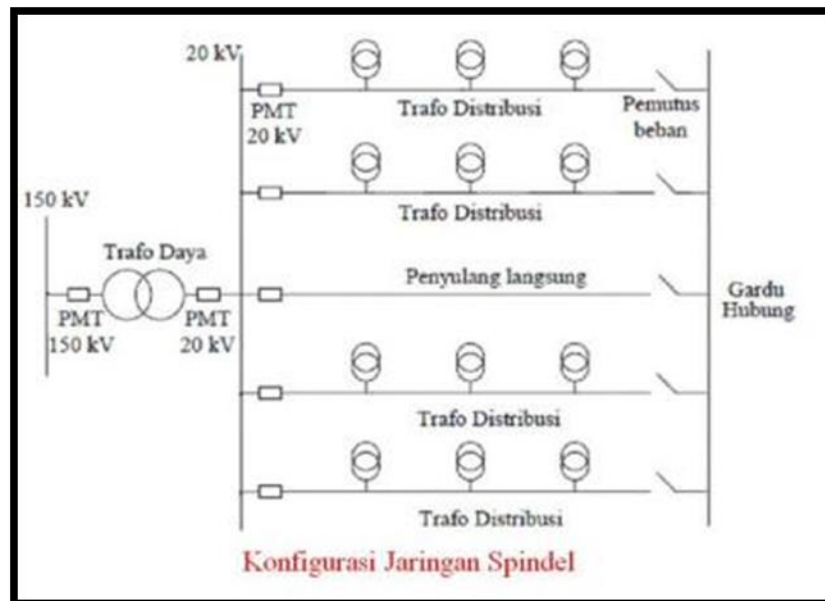
Pada sistem ini terdapat penyulang yang terkoneksi membentuk loop atau rangkaian tertutup untuk menyuplai gardu distribusi. Gabungan dari dua struktur radial menjadi keuntungan pada pola loop karena pasokan daya lebih terjamin dan memiliki keandalan yang cukup.



Gambar 5.36 konfigurasi Jaringan Loop

d) Jaringan Spindle

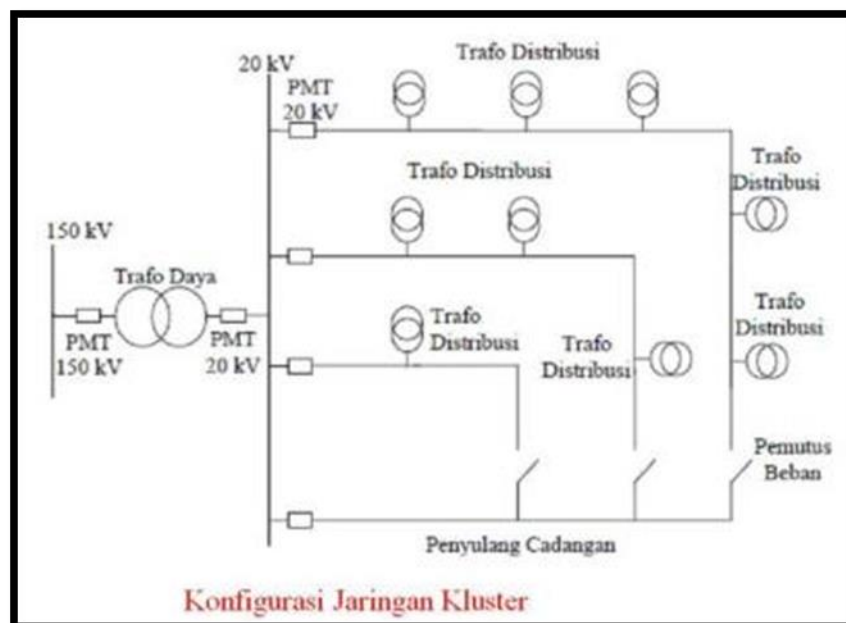
Sistem spindle adalah suatu pola konfigurasi jaringan dari pola radial dan ring. Spindle terdiri dari beberapa penyulang (feeder) yang tegangannya diberikan dari gardu induk dan tegangan tersebut berakhir pada gardu hubung (GH). Pada sebuah spindle biasanya terdiri dari beberapa penyulang aktif dan sebuah penyulang cadangan (express) yang akan dihubungkan melalui gardu hubung.



Gambar 5.37 Konfigurasi Jaringan Spindel

e) Jaringan Gugus Atau Kluster

Dalam sistem ini terdapat saklar pemutus beban dan penyulang cadangan, dimana penyulang ini berfungsi bila ada gangguan yang terjadi pada salah satu penyulang konsumen maka penyulang cadangan inilah yang menggantikan fungsi supply kekonsumen.



Gambar 5.38 Konfigurasi Jaringan Kluster

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama guru kejuruan di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari materi pembelajaran Menganalisis Rangkaian Kontrol Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik? Sebutkan!
2. Bagaimana guru kejuruan mempelajari materi pembelajaran ini?Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan dipelajari oleh guru kejuruan di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh guru kejuruan bahwa dia telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-50. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran selanjutnya.

Aktivitas 1. Menganalisis Rangkaian Kontrol Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik

Saudara akan mendiskusikan bagaimana Menganalisis spesifikasi Teknis Rangkaian Kontrol Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Rangkaian Kontrol Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?
2. Mengapa Saudara melakukan Analisis Rangkaian Kontrol Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?
3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu melakukan Analisis atau mengkaji Rangkaian Kontrol Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

4. Apa sajakah jenis-jenis Rangkaian Kontrol Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan LK-51

E. Rangkuman

Gardu induk sebagai pensuplai tenaga listrik ke gardu-gardu distribusi mempunyai peranan penting dalam sistem kelistrikan di Indonesia. Dari gardu induk ini berfungsi sebagai penurun tegangan dari tegangan tinggi menjadi tegangan menengah atau tegangan rendah, alat untuk fungsi tersebut adalah transformator daya.

Rel (Busbar) merupakan titik hubung pertemuan (connecting) antara Transformator Daya, SUTT/SKTT dengan komponen listrik lainnya, untuk menerima dan menyalurkan tenaga listrik.

Sistem distribusi dengan pola Radial adalah sistem distribusi yang paling sederhana dan ekonomis. Pada sistem ini terdapat beberapa penyulang yang menyuplai beberapa gardu distribusi tetapi penyulang ini tidak saling berhubungan.

Jaringan hantaran penghubung, sistem ini memiliki minimal dua penyulang sekaligus dengan tambahan Automatic Change Over / Automatic Transfer Switch, setiap penyulang terkoneksi ke gardu pelanggan khusus tersebut, sehingga bila salah satu penyulang mengalami gangguan maka pasokan listrik akan dipindah ke penyulang lain

Sistem spindle adalah suatu pola konfigurasi jaringan dari pola radial dan ring. Spindle terdiri dari beberapa penyulang (feeder) yang tegangannya diberikan dari gardu induk dan tegangan tersebut berakhir pada gardu hubung (GH).

Jaringan gugus atau kluster Dalam sistem ini terdapat saklar pemutus beban dan penyulang cadangan, dimana penyulang ini berfungsi bila ada gangguan yang terjadi pada salah satu penyulang konsumen maka penyulang cadangan inilah yang menggantikan fungsi supply kekonsumen.

F. Tes Formatif

1. Apa yang dimaksud dengan gardu induk sistem ring busbar!
2. Gambarkan rangkaian single line pada sistem ring busbar!

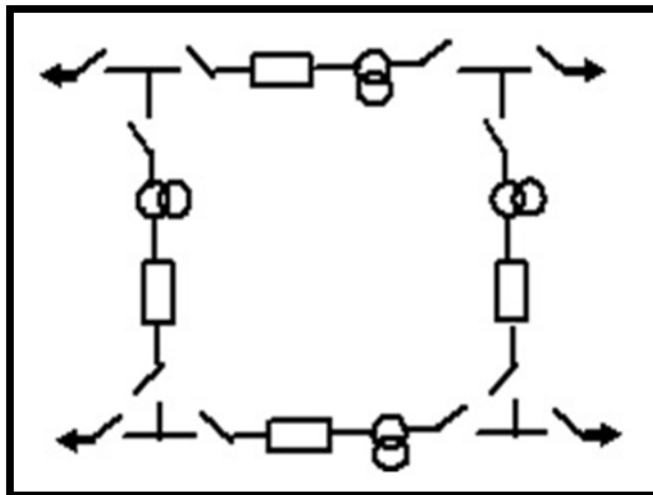
3. Apa yang dimaksud dengan gardu induk sistem Double Busbar !
4. Jelaskan apa yang dimaksud dengan jaringan hantaran penghubung (tine line)!
5. Gambarlah konfigurasi jaringan loop pada gardu induk sistem tenaga listrik!

G.Kunci Jawaban

1. Jawab

Gardu induk sistem ring busbar adalah gardu induk yang busbarnya berbentuk ring. Pada gardu induk jenis ini semua rel atau busbar yang ada, tersambung (terhubung) satu dengan yang lainnya dan membentuk ring (Cincin).

2. Jawab



3. Jawab

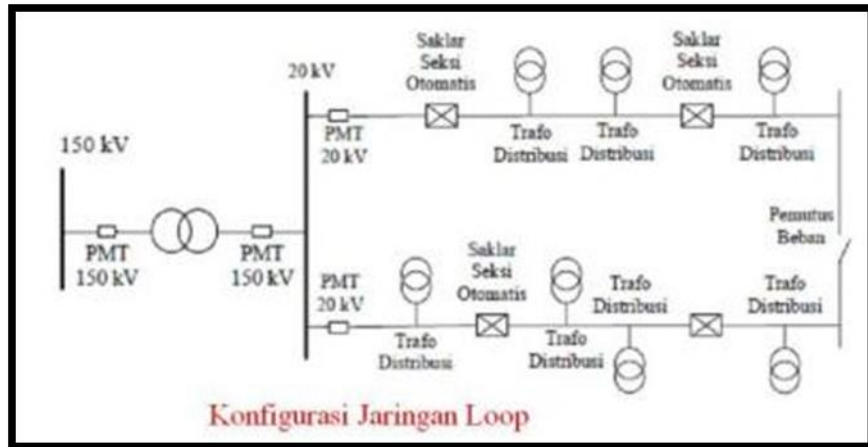
Gardu induk sistem double busbar adalah gardu induk yang mempunyai dua (double) busbar. Gardu induk double busbar sangat efektif untuk mengurangi terjadinya pemadaman beban, khususnya pada saat melakukan perubahan sistem (manuver sistem). Jenis gardu induk ini yang banyak digunakan.

4. Jawab

Sistem ini memiliki minimal dua penyulang sekaligus dengan tambahan Automatic Change Over / Automatic Transfer Switch, setiap penyulang

terkoneksi ke gardu pelanggan khusus tersebut, sehingga bila salah satu penyulang mengalami gangguan maka pasokan listrik akan dipindah ke penyulang lain.

5. Jawab



LEMBAR KERJA KB-5

LK - 50

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi Menganalisis Rangkaian Kontrol Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik? Sebutkan? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LK – 51

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Rangkaian Kontrol Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Mengapa Saudara melakukan Analisis Rangkaian Kontrol Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu melakukan Analisis atau mengkaji Rangkaian Kontrol Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Apa sajakah jenis- Jenis Rangkaian Kontrol Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik!

.....

.....

.....

VI KEGIATAN PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran KB-5

Memperjelas Simbol-Simbol Gambar Rencana Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik

A. Tujuan

- 1) Peserta diklat dapat mengetahui macam macam simbol gambar pada gardu induk
- 2) Peserta diklat dapat memahami fungsi simbol simbol pada gambar gardu induk sistem tenaga listrik
- 3) Peserta diklat dapat mengetahui dan memahami makna dari simbol gambar yang digunakan dalam gardu induk sistem tenaga listrik.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi


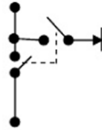




Indikator pencapaian kompetensi (IPK) dari mempelajari simbol simbol gambar rencana gardu induk sistem tenaga adalah mampu menjelaskan macam macam simbol dan fungsi dari rencana gambar pada gardu induk sistem tenaga listrik.

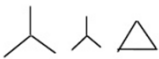
C. Uraian Materi

Bahan Bacaan 1:

1. Fungsi dan Pengertian single line Diagram Gardu Induk
Single line diagram gardu induk adalah bagan kutub tunggal yang menjelaskan sistem kelistrikan pada gardu induk secara sederhana sehingga memudahkan mengetahui kondisi dan fungsi dari setiap bagian peralatan instalasi yang terpasang, untuk operasi maupun pemeliharaan
2. Pengertian simbol simbol pada single line diagram
Bagan kutub tunggal di gambarkan dengan simbol-simbol yang mewakili bentuk dan fungsi setiap peralatan yang tersedia seperti dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 6.2 Simbol-Simbol Pada Single Line Diagram

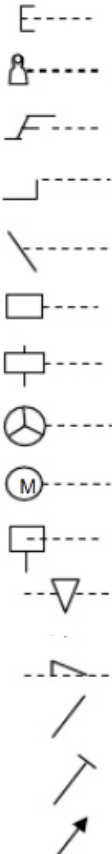

No	Simbol	Keterangan
1		Pemutus Tenaga (PMT) berfungsi sebagai alat untuk memutuskan dan menyambung arus beban baik pada kondisi normal maupun gangguan.
2		Pemisah (PMS) berfungsi sebagai alat untuk memisahkan peralatan dari tegangan. Terdiri dari pemisah tegangan (PMS REL & PMS Line) dan pemisah pentanahan
3		Transformator Tenaga adalah Transformator yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya.
4		Transformator Arus (CT) adalah trafo instrument yang berfungsi untuk merubah arus besar menjadi arus kecil sehingga dapat diukur dengan Amper meter
5		Transformator Tegangan/Potensial (PT) adalah trafo instrument yang berfungsi untuk merubah tegangan tinggi menjadi tegangan rendah sehingga dapat diukur dengan Volt meter
6		Netral Grounding Resistor (NGR) adalah alat bantu untuk pengamanan peralatan Trafo tenaga, bila terjadi hubung singkat pada sistem sekunder




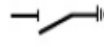









7		Vektor group adalah hubungan kumparantiga fasa sisi primer, sekunder dan tertier yang dijelaskan dengan angka pada jam
---	---	--




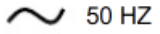



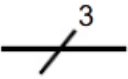
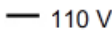

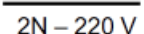
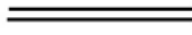
3. Dasar Dasar Wiring Diagram Gardu Induk

Sesuai SNI 04-0225-2000 Lambang gambar untuk diagram seperti padalampiran B untuk diagram arus kuat adalah:

Tabel 6.9 Dasar Dasar Simbol Diagram Gardu Induk

No.	SIMBOL	KETERANGAN
1.		Kelompok pengoperasian sakelar <ul style="list-style-type: none"> - Dioperasikan dengan ditekan - Dioperasikan dengan kunci - Dioperasikan dengan cara di putar - Dioperasikan dengan engkol - Dioperasikan dengan stik atau tuas - Dioperasikan dengan sumber energi mekanik - Dioperasikan dengan aktuator elektronik - Dioperasikan dengan handel putar - Dioperasikan dengan motor penggerak - Dioperasikan dengan hidrolik - Dioperasikan dengan sistem interlocking - Peralatan untuk melepas dalam kondisi darurat - Sakelar linier - Sakelar pengaturan /reset - Sakelar non linier
2.		Kelompok Pemutus <ul style="list-style-type: none"> - Pemutus Tenaga

		- Pemisah / Isolator
		- Sakelar Diskonektor
		- Sakelar / Switch
		- Pemisah Tanah
		- Kontaktor
3.		- Trafo Tenaga dua (2) Kumparan dgn vektor grou Yy
4.		- Trafo Tenaga tiga (3) Kumparan dgn vektor grou Yyd
5.		- Auto Transformer
6.		- Reaktor
7.		- Generator
8.		- Motor
9.		- Trafo Arus (Current Transformer)
10.		- Trafo Tegangan (Voltage Transformer)

No.	SIMBOL	KETERANGAN
11.	 atau  2M — 220/110V	<p>Arus Searah Catatan: Tegangan dapat ditunjukkan disebelah kanan lambang dan jenis sistem disebelah kiri.</p> <p>Arus searah, tiga penghantar termasuk kawat tengah, 220V (110V antara setiap penghantar sisi dan kawat tengah). 2M dapat diganti dengan 2 + M.</p>
12.	  50 HZ 3N 50HZ, 400/230 V	<p>Arus bolak balik Catatan: a. Nilai frekuensi dapat ditambahkan disebelah kanan lambang. b. Egangan dapat juga ditunjukkan disebelah kanan lambang. c. Jumlah fase dan adanya netral dapat ditunjukkan sebelah kiri lambang.</p> <p>Arus bolak balik, 50Hz.</p> <p>Arus bolak balik, fase tiga, dengan netral, 50Hz, 400V (230V tegangan antara fase dengan netral) 3N dapat diganti dengan 3 + N</p>
13.	 3N 50HZ/ TN-S	<p>Arus bolak balik, fase tiga, 50Hz, sistem mempunyai satu titik dibumikan langsung dan netral serta penghantar pengaman terpisah sepanjang jaringan</p>
14.	    110 V  2x120mm AL  2N – 220 V  3x50mm ² + 1x25mm	<p>Penghantar Kelompok penghantar, Saluran, Kabel, Sirkuit Catatan: a. Jika sebuah garis melambangkan sekelompok penghantar, maka jumlah penghantarnya ditunjukkan dengan menambah garis-garis pendek atau dengan satu garis pendek dan sebuah bilangan. Contoh : Tiga penghantar (no. 8 dan no. 9)</p> <p>b. Penjelasan tambahan dapat ditunjukkan sebagai berikut: 1). Diatas garis: jenis arus, sistem Distribusi, frekuensi dan tegangan. 2). Dibawah garis: jumlah penghantar sirkuit diikuti dg tanda kali dan luas penampang setiap penghantar.</p> <p>Sirkuit arus searah, 110V, dua penghantar alumunium berpenampang 120 mm².</p> <p>Sirkuit arus searah, 220V (antara penghantar sisi dan kawat tengah 110V),</p> <p>Dua penghantar sisi berpenampang 50 mm² dan kawat tengah 25 mm².</p>

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama guru kejuruan di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari materi Simbol-Symbol Gambar Rencana Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik? Sebutkan!
2. Bagaimana guru kejuruan mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan dipelajari oleh guru kejuruan di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh guru kejuruan bahwa dia telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-60. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran selanjutnya.

Aktivitas 1. Memperjelas Simbol-Symbol Gambar Rencana Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik

Saudara akan mendiskusikan bagaimana Menganalisis spesifikasi Teknis Rangkaian Kontrol Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Simbol-Symbol Gambar Rencana Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?
2. Mengapa Saudara harus menjelaskan Simbol-Symbol Gambar Rencana Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?
3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu memahami Simbol-Symbol Gambar Rencana Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

4. Apa sajakah jenis-jenis Simbol-Symbol Gambar Rencana Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

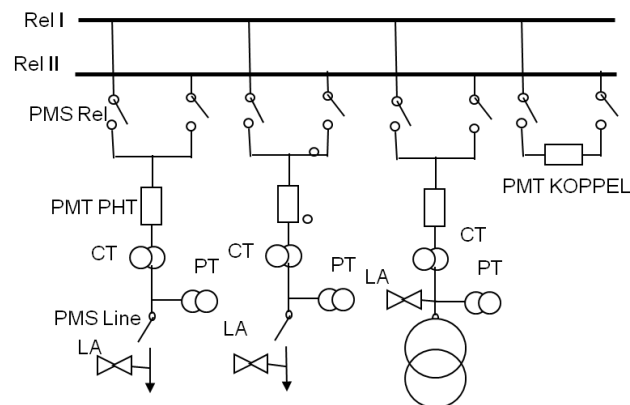
Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan LK-61

E. Rangkuman

Single line diagram gardu induk adalah bagan kutub tunggal yang menjelaskan sistem kelistrikan pada gardu induk secara sederhana sehingga memudahkan mengetahui kondisi dan fungsi dari setiap bagian peralatan instalasi yang terpasang, untuk operasi maupun pemelih

F. Tes Formatif

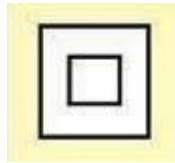
1. Buatlah contoh gambar rencana pada gardu induk sistem tenaga listrik!
2. Jelaskan sistem kerja gambar proteksi berikut ini !



3. Jelaskan makna simbol berikut !
- a. Simbol 1



b. Simbol 2



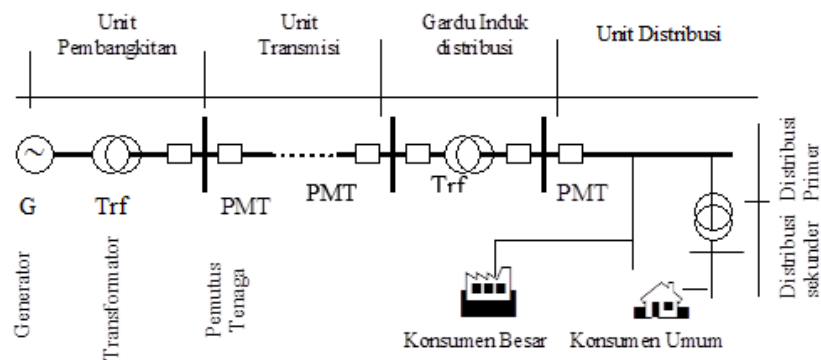
c. Simbol 3



G. Kunci Jawaban

Jawaban latihan mandiri

1. Jawab : contoh gambar rencana pada instalasi gardu induk sistem tenaga listrik



2. Jawab :

Merupakan rangkaian proteksi gardu induk yang mempunyai dua (double) busbar. Gardu induk sistem double busbar sangat efektif untuk mengurangi terjadinya pemadaman beban, khususnya pada saat melakukan perubahan sistem (manuver sistem). Jenis gardu induk ini pada umumnya yang banyak digunakan.

3. Jawab :

klas proteksi	simbol	pemakaian
I		konduktor pengaman ke ground contoh body motor .
II		isolator proteksi ganda contoh mesin bor tangan
III		tegangan rendah contoh mainan anak2

LEMBAR KERJA KB-6

LK - 60

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari mempelajari Simbol-Simbol Gambar Rencana Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LK – 61

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Simbol-Simbol Gambar Rencana Pada Daya Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Mengapa Saudara harus menjelaskan Simbol-Simbol Gambar Rencana Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu memahami Simbol-Simbol Gambar Rencana Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Apa sajakah jenis-jenis Simbol-Simbol Gambar Rencana Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik!

.....

.....

.....

VII. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran KB-7 Memperjelas Teknik-Teknik Pemasangan Instalasi Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik

A. Tujuan

1. Peserta diklat/pelatihan dapat menjelaskan teknik pemeliharaan dan pemasangan instalasi gardu induk sistem tenaga listrik
2. Peserta diklat/pelatihan dapat menjelaskan jenis jenis pemeliharaan instalasi gardu induk sistem tenaga listrik
3. Peserta diklat/pelatihan dapat menjelaskan proses penggantian komponen pada gardu induk sistem tenaga listrik.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi (IPK) dari mempelajari teknik-teknik pemasangan instalasi gardu induk sistem tenaga listrik adalah Peserta diklat/pelatihan mampu memahami teknik-teknik pemasangan instalasi gardu induk sistem tenaga listrik.

C. Uraian Materi

Bahan Bacaan 1:

Pemeliharaan Peralatan penyaluran instalasi gardu Induk

Pemeliharaan peralatan sistem tenaga listrik dengan jumlah yang sangat banyak dalam satu sistem interkoneksi memerlukan pemikiran manajemen yang baik. Dalam hal ini perlu perencanaan (planning), pengorganisasian (organizing), pergerakan (actuating) dan pengendalian (controlling) dengan baik.

a) perencanaan (planning)

Perencanaan pemeliharaan peralatan penyaluran tenaga listrik meliputi koordinasi antara kebutuhan akan pemeliharaan dan kondisi sistem. Dalam hal ini diupayakan agar kedua kebutuhan itu terpenuhi

sebaik mungkin. Hasil dari perencanaan ini adalah jadwal dan jenis pekerjaan yang akan dilaksanakan untuk setiap peralatan.

Selama ini pedoman dasar untuk melakukan pemeliharaan peralatan instalasi listrik adalah SE Direksi No.032/PST/1984 tanggal 23 Mei 1984 tentang Himpunan Buku Petunjuk Operasi dan Pemeliharaan Peralatan Penyaluran Tenaga Listrik dimana yang menjadi dasar utama untuk melakukan pemeliharaan adalah rekomendasi pabrik serta instruction manual dari masing-masing peralatan instalasi listrik. Berdasarkan pengalaman lapangan yang cukup lama didalam memelihara peralatan instalasi listrik ini, maka sejak bulan April 2000 di PLN P3B telah dilakukan perubahan dengan mengurangi siklus pemeliharaan peralatan.

b) Pengorganisasian

Rencana pemeliharaan sebagai hasil perencanaan diatas merupakan dasar dalam pengaturan SDM, alat, tugas, tanggung-jawab dan wewenang untuk melaksanakan pekerjaan pemeliharaan. Pengorganisasian ini perlu dalam mengalokasikan sumber daya yang ada atas pekerjaan-pekerjaan yang diperlukan agar dapat dimanfaatkan seefisien dan seefektif mungkin.

c) Penggerakkan

Setelah ada rencana kerja, kemudian pengalokasian sumber daya, tibalah saatnya pada pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan yang disebut sebagai penggerakkan. Pada tahap ini sumber daya manusia merupakan salah satu penentu bagi keberhasilan pencapaian sasaran sehingga diperlukan suatu sifat kepemimpinan, motivasi dan komunikasi yang baik Dalam rangka pelaksanaan pemeliharaan mulai dari persiapan sampai akhir pekerjaan diperlukan proses mempengaruhi dan mengarahkan orang menuju ke pencapaian tujuan yaitu terlaksananya pekerjaan pemeliharaan dengan baik.

d) Pengendalian

Dalam mencapai tujuan sesuai dengan yang direncanakan, diperlukan pengendalian, sehingga penyimpangan yang terjadi dapat dideteksi sedini mungkin dan dapat dilakukan tindakan koreksi. Untuk dapat

melaksanakan pengendalian diperlukan sasaran pengendalian, indikator - indikator dan standar yang jelas.

Bahan Bacaan 2:

Pengertian dan Tujuan Pemeliharaan

Pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi adalah serangkaian tindakan atau proses kegiatan untuk mempertahankan kondisi dan meyakinkan bahwa peralatan dapat berfungsi sebagaimana mestinya sehingga dapat dicegah terjadinya gangguan yang menyebabkan kerusakan.

Tujuan pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi adalah untuk menjamin kontinuitas penyaluran tenaga listrik dan menjamin keandalan, antara lain :

- a) Untuk meningkatkan reliability, availability dan efficiency.
- b) Untuk memperpanjang umur peralatan.
- c) Mengurangi resiko terjadinya kegagalan atau kerusakan peralatan.
- d) Meningkatkan Safety peralatan.
- e) Mengurangi lama waktu padam akibat sering gangguan.

Faktor yang paling dominan dalam pemeliharaan peralatan proteksi adalah memperoleh keyakinan bahwa peralatan proteksi tersebut dapat bekerja sesuai fungsinya. Dalam pemeliharaan peralatan proteksi, kita membedakan antara pemeriksaan / monitoring (melihat, mencatat, meraba serta mendengar) dalam keadaan operasi dan memelihara (kalibrasi / pengujian, koreksi / resetting serta memperbaiki / membersihkan) dalam keadaan padam. Pemeriksaan atau monitoring dapat dilaksanakan oleh operator atau petugas patroli setiap hari dengan sistem check list atau catatan saja. Sedangkan pemeliharaan harus dilaksanakan oleh regu pemeliharaan.

Bahan Bacaan 3:

Jenis jenis Pemeliharaan

- a) Predictive Maintenance (Conditional Maintenance)

adalah pemeliharaan yang dilakukan dengan cara memprediksi kondisi suatu peralatan listrik, apakah dan kapan kemungkinannya peralatan listrik tersebut menuju kegagalan. Dengan memprediksi kondisi tersebut dapat diketahui gejala kerusakan secara dini. Cara yang biasa dipakai adalah memonitor kondisi secara online baik pada saat peralatan beroperasi atau

tidak beroperasi. Untuk ini diperlukan peralatan dan personil khusus untuk analisa. Pemeliharaan ini disebut juga pemeliharaan berdasarkan kondisi (Condition Base Maintenance

b) Preventive Maintenance (Time Base Maintenance) adalah kegiatan pemeliharaan yang dilaksanakan untuk mencegah terjadinya kerusakan peralatan secara tiba-tiba dan untuk mempertahankan unjuk kerja peralatan yang optimum sesuai umur teknisnya. Kegiatan ini dilaksanakan secara berkala dengan berpedoman kepada : Instruction Manual dari pabrik, standar-standar yang ada (IEC, CIGRE, dll) dan pengalaman operasi di lapangan. Pemeliharaan ini disebut juga dengan pemeliharaan berdasarkan waktu (Time Base Maintenance).

c) Corective Maintenance

adalah pemeliharaan yang dilakukan secara terencana ketika peralatan listrik mengalami kelainan atau unjuk kerja rendah pada saat menjalankan fungsinya dengan tujuan untuk mengembalikan pada kondisi semula disertai perbaikan dan penyempurnaan instalasi. Pemeliharaan ini disebut juga Curative Maintenance, yang bisa berupa Trouble Shooting atau penggantian part/bagian yang rusak atau kurangberfungsi yang dilaksanakan dengan terencana

d) Breakdown Maintenance

adalah pemeliharaan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan mendadak yang waktunya tidak tertentu dan sifatnya darurat.

Contoh penggantian minyak trafo pada gardu induk.

Salah satu diantara pemeliharaan trafo adalah penggantian minyak trafo. Kita ketahui bahwa trafo bekerja 24 jam selama bertahun-tahun, hal itu menyebabkan tahanan isolasi minyak trafo semakin lama semakin menurun. kalau tahanan isolasi semakin kecil mengakibatkan short pada kumparan trafo. Untuk memperpanjang usia trafo, maka dilakukanlah pemeliharaan trafo dengan mengganti minyak trafo yg sudah kotor. di bawah ini saya sampaikan langkah-langkah penggantian minyak trafo :

- a) Buka baut-baut pada tutup trafo



Gambar 7.41 tutup Trafo

- b) Amati kondisi minyak trafo yg baru saja diturunkan, kondisinya hitam, kotor, dan penuh dengan serbuk besi yg potensi menjadikan trafo rusak



Gambar 7.40 Minyak Trafo

- c) Sedot minyak trafo yg kotor, masukkan dalam sebuah wadah



Gambar 7.41 Penyedotan Minyak Trafo

- d) Ambil minyak trafo yg baru dengan tahanan isolasi yg besar



Gambar 7.42 Penggantian minyak Trafo Dengan yang Baru

- e) Masukkan minyak trafo yg baru ke dalam trafo, tutup kembali trafo dan ukur tahanan isolasinya



Gambar 7.43 Finising Pengngantian Minyak Trafo siap dipasang lagi, dan life time trafo bisa bertambah dengan digantinya minyak trafo

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama guru kejuruan di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari Teknik –Teknik Pemasangan Instalasi Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik? Sebutkan!
2. Bagaimana guru kejuruan mempelajari materi pembelajaran ini?Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan dipelajari oleh guru kejuruan di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh guru kejuruan bahwa dia telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-70. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran selanjutnya.

Aktivitas 1. Memperjelas Teknik-Teknik Pemasangan

Instalasi Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik

Saudara akan mendiskusikan bagaimana Menganalisis spesifikasi Teknis Rangkaian Kontrol Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Teknik-Teknik Pemasangan Instalasi Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?
2. Mengapa Saudara harus menjelaskan Teknik-Teknik Pemasangan Instalasi Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?
3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu memahami Teknik-Teknik Pemasangan Instalasi Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

4. Apa sajakah Teknik-Teknik Pemasangan Instalasi Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan LK-71

E. Rangkuman

Pemeliharaan peralatan sistem tenaga listrik dengan jumlah yang sangat banyak dalam satu sistem interkoneksi memerlukan pemikiran manajemen yang baik. Dalam hal ini perlu perencanaan (planning), pengorganisasian (organizing), penggerakan (actuating) dan pengendalian (controlling) dengan baik

Pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi adalah serangkaian tindakan atau proses kegiatan untuk mempertahankan kondisi dan meyakinkan bahwa peralatan dapat berfungsi sebagaimana mestinya sehingga dapat dicegah terjadinya gangguan yang menyebabkan kerusakan. Tujuan pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi adalah untuk menjamin kontinuitas penyaluran tenaga listrik dan menjamin keandalan

Faktor yang paling dominan dalam pemeliharaan peralatan proteksi adalah memperoleh keyakinan bahwa peralatan proteksi tersebut dapat bekerja sesuai fungsinya

F. Tes Formatif

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan pemeliharaan peralatan penyaluran transmisi !
2. Sebutkan tujuan pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi!
3. Tuliskan jenis jenis pemeliharaan !
4. Jelaskan prosedur penggantian minyak trafo pada gardu induk!

G. Kunci Jawaban

1. Jawab
Pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi adalah serangkaian tindakan atau proses kegiatan untuk mempertahankan kondisi dan meyakinkan bahwa peralatan dapat berfungsi sebagaimana mestinya

sehingga dapat dicegah terjadinya gangguan yang menyebabkan kerusakan.

2. Jawab

Tujuan pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi adalah untuk menjamin kontinuitas penyaluran tenaga listrik dan menjamin keandalan, antara lain :

- a) Untuk meningkatkan reliability, availability dan efficiency.
- b) Untuk memperpanjang umur peralatan.
- c) Mengurangi resiko terjadinya kegagalan atau kerusakan peralatan.
- d) Meningkatkan Safety peralatan.
- e) Mengurangi lama waktu padam akibat sering gangguan.

3. Jawab

Jenis-jenis pemeliharaan

- a) Predictive Maintenance (Conditional Maintenance)
- b) Preventive Maintenance (Time Base Maintenance)
- c) Corective Maintenance
- d) Breakdown Maintenance

4. Jawab

Prosedur penggantian minyak trafo pada gardu induk

- a) Buka baut-baut pada tutup trafo
- b) Amati kondisi minyak trafo yg baru saja diturunkan, kondisinya hitam, kotor, dan penuh dengan serbuk besi yg potensi menjadikan trafo rusak
- c) Sedot minyak trafo yg kotor, masukkan dalam sebuah wadah
- d) Ambil minyak trafo yg baru dengan tahanan isolasi yg besar
- e) Masukkan minyak trafo yg baru ke dalam trafo, tutup kembali trafo dan ukur tahanan isolasinya
- f) Trafo siap dipasang lagi, dan life time trafo bisa bertambah dengan digantinya minyak trafo

LEMBAR KERJA KB-7

LK - 70

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari Teknik –Teknik Pemasangan Instalasi Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LK – 71

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Teknik-Teknik Pemasangan Instalasi Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Mengapa Saudara harus menjelaskan Teknik-Teknik Pemasangan Instalasi Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu memahami Teknik-Teknik Pemasangan Instalasi Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Apa sajakah Teknik-Teknik Pemasangan Instalasi Pada Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik!

.....

.....

.....

PENUTUP

Upaya menyiapkan tenaga menengah kejuruan untuk memenuhi kebutuhan akan tenaga pelaksana di bengkel atau di industri, dalam kenyataannya sekarang ini sangat dipengaruhi oleh persaingan yang sangat ketat baik di dalam negeri maupun di luar negeri. Karena setiap pengusaha akan bersaing dalam kualitas produksinya yang dilaksanakan sehingga menghasilkan barang berdasarkan kebutuhan pasar dengan harga yang bersaing.

Dalam hal ini maka untuk menjawab tantangan tersebut setiap orang yang akan terlibat di dalam proses produksi harus mampu dan mempunyai KOMPETENSI yang dikuasai, diakui, sedangkan untuk memperoleh kompetensi tersebut harus melalui pendidikan dan pelatihan di institusi/sekolah kejuruan .

Salah satu perangkat pembelajaran diklat kompetensi adalah buku MODUL/ BAHAN AJAR, yang diharapkan dengan mempelajari buku modul ini peserta akan dibekali dengan pengetahuan dan keterampilan dasar yang harus dikuasai untuk mengikuti UJI KOMPETENSI.

Modul Diklat PKB bagi Guru dan Tenaga Kependidikan ini disusun sebagai acuan bagi peserta diklat PKB. Melalui modul ini selanjutnya semua pihak terkait dapat menemukan kemudahan terkait informasi yang diberikan sesuai dengan bidang tugas masing-masing.

Modul Pembelajaran Diklat PKB ini merupakan informasi umum bagi para peserta diklat agar dapat dikembangkan atau digali lebih mendalam sesuai dengan tujuan dan harapan dunia pendidikan, yakni menjadi pendidik yang profesional. Terutama kegiatan pembelajaran yang dapat mengarahkan dan membimbing peserta diklat dan para widyaiswara/fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih dalam pelaksanaan diklat.

UJI KOPETENSI

A. Pedagogik

1. Siswa yang peramah, penakut, teliti, mampu mengambil kesimpulan, jujur atau pendendam merupakan karakteristik...
 - a. Sikap
 - b. Kepribadian
 - c. Sosial
 - d. Emosional dan fisik
2. Sebagai seorang guru, bu Ani selalu mencari informasi tentang seluk beluk dan karakteristik siswa-siswanya, karena semua itu merupakan bahan dasar yang akan mempengaruhi capaian dan prestasi masing-masing siswa. Ilustrasi tersebut merupakan ilustrasi dan konsep...
 - a. Merencanakan proses pembelajaran
 - b. Masukan (*raw input*) proses pembelajaran
 - c. Masukan sarana/prasarana dalam proses pembelajaran
 - d. Masukan lingkungan pembelajaran
3. Perhatikan pernyataan-pernyataan berikut ini :
 1. Hindari saran dan pernyataan negative yang dapat melemahkan kegairahan belajar
 2. Ciptakan situasi bersaing yang sehat antar sesama siswa
 3. Jatuhkan hukuman dan sanksi yang berat atas kelalaian dan ketidaktaatan terhadap ketentuan yang berlaku
 4. Berikan penghargaan yang tulus dan wajar kepada ranking 5 besar di kelas

Pernyataan di atas yang dapat dipergunakan untuk mengatasi kasus kesulitan belajar yang dihadapi oleh siswa yang disebabkan oleh kurangnya motivasi dan minat belajar adalah pernyataan...

 - a. 1 dan 2
 - b. 1 dan 3
 - c. 2 dan 3
 - d. 3 dan 4

4. Pak Andi menemukan kasus kesulitan belajar yang dialami siswa yang disebabkan oleh kebiasaan belajar yang salah. Langkah yang paling tepat dilakukan untuk mengatasi kesulian belajar tersebut antara lain...
 - a. Tunjukkan dampak atau akibat kebiasaan belajar yang salah terhadap prestasi belajar
 - b. Berikan kesempatan kepada siswa yang bersangkutan untuk mendiskusikan aspirasinya secara rasional
 - c. Ciptakan iklim sosial yang sehat antar siswa maupun antara guru dan siswa di dalam kelas
 - d. Berikan kesempatan memperoleh pengalaman yang menyenangkan atau memperoleh sukses dalam belajar meskipun prestasinya minimal
5. Perhatikan pernyataan-pernyataan berikut ini :
 1. Faktor-faktor yang tidak kondusif yang dialami siswa
 2. Kapasitas belajar (tingkat kecerdasan) umum terbatas/rendah
 3. Kapasitas belajar (bakat) khusus tidak sesuai dalam bidang-bidang tertentu
 4. Populasi siswa di dalam kelas terlalu besarPernyataan di atas yang merupakan faktor penyebab kesulitan belajar yang bersumber dari dalam diri siswa adalah pernyataan...
 - a. 1 dan 2
 - b. 1 dan 3
 - c. 2 dan 3
 - d. 3 dan 4

B. Profesional

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan memilih jawaban a,b,c,d, dan e.

1. SWITCHGEAR adalah peralatan panel yang berfungsi untuk :
 - a. menghubungkan antara jaringan distribusi dan transmisi
 - b. menghubungkan dan memutuskan antara jaringan distribusi dan transmisi
 - c. power distribusi dari tegangan tinggi ke tegangan rendah

- d. dari tegangan ekstra tinggi ke jaringan distribusi primer
 - e. sebagai on dan off jaringan distribusi
2. Komponen utama power distribusi dalam panel distribusi adalah :
 - a. Bus bar
 - b. Trafo arus
 - c. Pemutus
 - d. jawaban a dan b benar
 - e. jawaban a,b dan c benar
 3. Didalam Switchgear terdapat berbagai komponen fungsi, salah satu bagian dari fungsi pengukuran di dalam panel distribusi adalah :
 - a. Amp meter
 - b. Volt meter
 - c. Watt meter
 - d. Cos phi meter
 - e. Semua jawaban benar
 4. Sedangkan komponen dari fuse . relay, over current, over load, reverse power adalah bagian dari fungsi
 - a. Fungsi Switching
 - b. Fungsi Proteksi
 - c. Fungsi pengukuran
 - d. Fungsi monitoring
 - e. Fungsi Feedback
 5. Bila terjadi gangguan dalam jaringan distribusi primer, maka switchgear dapat bekerja pada kondisi :
 - a. Interlocking secara mechanical
 - b. Kontrol electric
 - c. Trip and Off
 - d. jawaban a & c benar
 - e. jawaban a dan b benar
 6. Terminal hubung pada Switchgear baik yang terpasang pada gardu pasangan luar dan yang terpasang di dalam lemari hubung (cubicle) disambungkan keluar pada kedua belah sisi (incoming dan outgoing) dengan menggunakan :
 - a. Plat tembaga

- b. Kabel ber isolasi
 - c. Hantaran pilin pada gardu pasang luar
 - d. Jawaban semua benar
 - e. tidak ada jawaban benar
7. Suatu Switchgear yang telah selesai dipasang (pasangan baru) atau selesai diperbaiki/dipelihara sebelum tersambung untuk melayani beban/jaringan harus melalui uji atau test. Test/uji ini dimaksudkan agar setelah tersambung dan dioperasikan tidak mengalami kegagalan/gangguan meliputi:
- a. uji keselamatan
 - b. uji kelayakan
 - c. uji tegangan frekwensi dan impuls
 - d. uji hantaran
 - e. uji petik
8. Kekurangan yang ada pada MCCB yang dilengkapi dengan Under Voltage Coil adalah
- a. Apabila tiba-tiba sumber/tegangan jaringan hilang, maka MCCB akan trip dan apabila tegangan telah kembali (coil menjadi bertegangan lagi) harus ada operator yang mengoperasikan/menghidupkan MCCB dari jarak dekat / langsung pada alat.
 - b. Apabila tiba-tiba sumber/tegangan jaringan hidup , maka MCCB akan trip dan apabila tegangan telah kembali (coil menjadi bertegangan lagi) harus ada operator yang mengoperasikan/menghidupkan MCCB dari jarak dekat / langsung pada alat.
 - c. Dapat membentuk rangkaian control melalui kontak-kontak bantu yang terhubung dengan relai-relai bantu
 - d. Dapat membentuk rangkaian control melalui kontak-kontak bantu yang terhubung dengan relai-relai bantu yang berupa ELCB dan CB
 - e. Terjadi over current pada trafo arus dan tegangan mengikat sehingga akan trip
9. Kelebihan yang ada pada MCCB yang dilengkapi dengan Under Voltage Coil adalah
- a. Apabila tiba-tiba sumber/tegangan jaringan hilang, maka MCCB akan trip dan apabila tegangan telah kembali (coil menjadi bertegangan lagi)

- harus ada operator yang mengoperasikan/menghidupkan MCCB dari jarak dekat / langsung pada alat.
- b. Apabila tiba-tiba sumber/tegangan jaringan hidup , maka MCCB akan trip dan apabila tegangan telah kembali (coil menjadi bertegangan lagi) harus ada operator yang mengoperasikan/menghidupkan MCCB dari jarak dekat / langsung pada alat.
 - c. Dapat membentuk rangkaian control melalui kontak-kontak bantu yang terhubung dengan relai-relai bantu
 - d. Dapat membentuk rangkaian control melalui kontak-kontak bantu yang terhubung dengan relai-relai bantu yang berupa ELCB dan CB
 - e. Terjadi over current pada trafo arus dan tegangan mengikat sehingga akan trip
10. Gangguan-gangguan yang biasa / umum terjadi pada switchgear adalah
- a. Cuaca panas
 - b. Hujan deras
 - c. Angin kencang
 - d. Matahari
 - e. Penggaraman
11. Pemeliharaan pada gardu induk meliputi pemeliharaan rutin dan over haul, yang termasuk katagori pemelihataan rutin adalah :
- a. Mengencangkan pengikat / mur baut
 - b. relay proteksi
 - c. kotak kontak
 - d. trafo arus
 - e. trafo tegangan
12. Sedangkan pemeliharaan pada gardu induk meliputi pemeliharaan rutin dan over haul, yang bukan termasuk katagori pemelihataan over haul adalah :
- a. Mengencangkan pengikat / mur baut
 - b. relay proteksi
 - c. kotak kontak
 - d. trafo arus
 - e. trafo tegangan

13. Yang termasuk katagori gangguan mechanical dalam gardu Induk tindakan yang harus dilakukan adalah :
- a. Check Inspeksi Charge
 - b. Auxylary down
 - c. Check oli pendingin
 - d. No Voltage
 - e. Losses Voltage
14. Pada dasarnya switchgear adalah pemutus tenaga yang bekerja berdasarkan gerakan :
- a. Torak
 - b. Piston
 - c. Pegas
 - d. Hidrolic
 - e. udara
15. Macam-macam switchgear antara lain adalah Gas Insulated Switchgear (GIS) yang memiliki tegangan kerja
- a. 550 KV
 - b. 330 KV
 - c. 75,2 KV
 - d. 245 KV
 - e. 750 KV
16. Fungsi utama gardu induk dalam pengiriman tenaga listrik adalah sebagai :
- a. Pengaturan pelayanan beban ke gardu induk lainnya
 - b. Sarana telekomunikasi antar gardu
 - c. Pengaturan tegangan dan arus pada beban
 - d. Penaik dan penurun tegangan
 - e. Penstabil daya pada salutan tranmisi
17. Fungsi yang melakukan transformasi tegangan dalam gardu induk adalah transformator. Prinsip dari transfomasi daya adalah menganut azas :
- a. induktansi
 - b. kapasitansi
 - c. induktif
 - d. kapasitif
 - e. resistif

18. Dilihat dari jenis komponen yang digunakan, secara umum Antara GITET dengan GI mempunyai banyak kesamaan sedangkan perbedaannya adalah :
- Transformator di GI hanya 1 sedangkan di GITET 3 trafo
 - Tegangan di GI 250 KVA sedangkan di GITET 550 KVA
 - Arus dan tegangan yang di distribusikan lebih besar GI dibanding GITET
 - Daya yang ditimbulkan berpengaruh pada jaringan pengiriman
 - Daya yang ditimbulkan akan berpengaruh pada beban
19. Berdasarkan besarnya tegangan yang ditimbulkan dari Gardu Induk, maka untuk kategori Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi tegangan terendah adalah :
- 150 KVA
 - 200 KVA
 - 250 KVA
 - 275 KVA
 - 70 KVA
20. Sedangkan kategori besarnya tegangan output terendah dari Gardu Induk terendahnya adalah
- 150 KVA
 - 200 KVA
 - 250 KVA
 - 275 KVA
 - 70 KVA
21. Gardu induk pasang luar adalah gardu induk yang pemasangannya :
- komponennya di luar gedung kecuali control , proteksi dan kendali
 - semua komponen diletakkan diluar gedung / bangunan
 - Gardu yang pemasangan trafonya di luar
 - Gardu yang in coming dan out goingnya terpisah
 - Gardu yang bus bar nya di luar rel daya
22. Dalam saluran sistem transmisi bahwa peran gardu induk sangat penting dalam :
- Mendistribusikan daya yang disalurkan kepada konsumen
 - Membagi daya secara merata dan seimbang
 - Membagi daya untuk dinaikan sebelum di lewatkan jalur transmisi
 - Menyimbangkan daya dengan sistem interkoneksi
 - Mendistribusikan daya pada pemakai secara proporsional
23. Dalam operasi pemutusan rangkaian maka kerja Pemutus dan pemisah sebagai berikut :
- Pemisah dulu baru circuit breaker
 - pemutus kemudian pemisah

- c. pemisah setelah mendapat sinyal pemutus
 - d. pemisah setelah mendapat respon dari relay
 - e. pemutus setelah merespon relay
24. Peralatan pelindung yang digunakan untuk mengamankan surja petir langsung adalah.....
- a. Arrestor
 - b. kawat tanah
 - c. tanduk busur api
 - d. rod gap
 - e. disconnecting switch
25. Bahan yang digunakan untuk relay statik adalah..
- a. Semikonduktor
 - b. Tahanan
 - c. dioda bipolar
 - d. IC
 - e. super konduktor
26. Agar gangguan putusnya saluran transmisi dapat dicegah maka tindakan pencegahannya adalah...
- a. pemasangan Circuit Breaker
 - b. pemasangan saluran ganda
 - c. pemasangan arrester
 - d. pemasangan safety net
 - e. pemasangan isolator gantung
27. Pengaman jarak yang selalu digunakan dalam proteksi sistem tenaga listrik berdasarkan prinsip
- a. penambahan tahanan
 - b. besarnya impedansi saluran
 - c. berubahnya suhu atau temperatur
 - d. berubahnya panjang saluran
 - e. pengaruh radiasi matahari
28. Disconnecting switch yang sering digunakan pada gardu-induk untuk penyaluran distribusi primer adalah..
- a. DS jenis vertical
 - b. DS Jenis sectionalizer

- c. DS Jenis Phantograf
 - d. DS jenis horisontal
 - e. DS Pole Swicth
29. Fungsi CT adalah.....
- a. Pendeteksi adanya gangguan arus lebih
 - b. Penurun tegangan untuk pengaman arus
 - c. Pelindung adanya gangguan arus lebih
 - d. Pengaman hubung singkat
 - e. Sumber arus
30. Komponen yang digunakan untuk relay sehingga arus yang mengalir ke relay aman untuk operator dan tidak merusak relay itu sendiri adalah.....
- a. Kapasitor
 - b. Reostart
 - c. Trafo arus (CT)
 - d. Lilitan
 - e. Tahanan shunt

DAFTAR PUSTAKA

- Albert Paul Malvino. 2003. *Prinsip-Prinsip Elektronika*. Jakarta :Salemba Teknik.
- Aris munandar , S Kuwara . 1982. *Teknik Tenaga listrik Jilid 1*. Jakarta: PT Pradya Paramita,
- Boggas L. Tobing. 2003. *Peralatan Tegangan Tinggi*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama
- Dugan, Roger C., *Electrical Power Systems Quality*, New York: The McGraw-Hill Companies, 2004.
- Frank D. Petruzella (2000), *Elektronik Industri*, ANDI Yogyakarta.
<http://hutapealodien.blogspot.co.id/p/gardu-induk.html>
- Ibrahim R, Syaodih S Nana. 2003. *Perencanaan Pengajaran*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Joyce Bruce. Et al. 2000. *Models of Teaching*. 6th Ed. Allyn & Bacon: London
- Muhammad Taqiyyuddin Alawiy. 2006 *Proteksi Sistem Tenaga Listrik Seri Relay elektromagnetis*. Malang : Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang
- Mustagfirin Amin. Dkk. 2013. *Gardu Induk Semester 3 Kelas XI*. Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan
- Nasution. S. 2005. *Berbagai Pendekatan dalam Proses Belajar dan Mengajar*. Jakarta: Bumi Aksara
- Sulasno 1990. *Pusat Pembangkit Tenaga Listrik*. Semarang : April
- Theraja, B.L. & Theraja, A.K., *A Text Book of Electrical Technology*, New Delhi: S.Chand and Company Ltd., 2001..
- Sanjaya, Wina. 2006. *Strategi Pembelajaran*. Jakarta: Media Prenada .
- Steven Sim. 2011. *PUIL 2011 (Persyaratan Umum Instalasi Listrik)*. Jakarta : Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Direktorat Jendral Listrik dan Pemanfaatan Energi.

Uno, B. Hamzah. 2006. *Perencanaan Pembelajaran*. Jakarta: Bumi Aksara.

Yamin, Martinis. 2006. *Strategi Pembelajaran Berbasis Kompetensi*. Jakarta: Gaung Persada Press.

GLOSARIUM

beban harian	motor listrik terbakar
beban puncak	motor tidak mau berputar
beban rata-rata	motor terlalu cepas putarannya
beban tahunan	mutu tenaga listrik
belitan	<i>operator system</i>
belitan primer	<i>operation planning</i>
belitan skunder	operasi
biaya produksi	operasi unit pembangkit
<i>black start</i>	<i>output</i>
<i>blow down</i> (air ketel)	<i>over heating</i>
<i>boiler</i>	pemadam kebakaran
<i>breakdown voltage</i>	pembangkitan tenaga listrik
<i>buffer baterai</i>	pemeliharaan dan sop
<i>bushing</i>	pemeliharaan bulanan
<i>circulating water pump</i>	pemeliharaan alat komunikasi pada pusat
<i>condition based maintenance</i>	pembangkit
<i>control room</i>	pemeliharaan generator dan <i>governor</i>
debit air	pemeliharaan harian
diagram AVR	<i>pemeliharaan instalasi pada pusat</i>
diagram beban	<i>pembangkit listrik</i>
diagram <i>excitacy</i>	pemeliharaan mingguan
dokumen sop	pemeliharaan periodik
energi listrik	pemeliharaan PLTU
energi mekanik	pemeliharaan rutin
energi primer	pemeliharaan sistem kontrol
<i>exitacy</i>	pemeliharaan sumber dc
<i>flashover</i>	pemeliharaan transformator
frekuensi	pemeliharaan triwulan
gangguan belitan kutub	pemeriksaan transformator
gangguan dan kerusakan	penggerak mula
gangguan elektrik generator	pengujian transformator
gangguan mekanis generator	pengukuran frekuensi
gangguan, pemeliharaan dan perbaikan	penyaluran tenaga listrik
generator sinkron	penyaring pengait
gangguan, pemeliharaan dan perbaikan	penyediaan tenaga listrik

motor asinkron	perbaikan dan perawatan genset,
gangguan pada mesin <i>dc</i>	perkiraan beban,
generator	PLTA
generator asinkron	PLTD
generator arus searah shunt	PLTG
generator <i>dc</i>	PLTGU
generator <i>dc</i> dengan 2 kutub	PLTN
generator <i>dc</i> shunt 4 kutub	PLTP
generator listrik	PLTU
generator <i>main excitacy</i>	penyimpanan alat ukur
generator sinkron	<i>power generator</i>
generator sinkron 3 fasa	<i>power plant</i>
<i>geothermal</i>	<i>predictive maintenance</i>
instalasi pemakain sendiri	prime mover
instalasi pendingin	pusat listrik tenaga <i>thermo</i>
instalasi penerangan	pusat listrik tenaga <i>hydro</i>
instalasi tegangan tinggi	sistem <i>excitacy</i>
instalasi tegangan rendah	sistem <i>excitacy</i> dengan sikat
instalasi telekomunikasi	sistem <i>excitacy</i> tanpa sikat
instalasi sumber energi	<i>sop blower</i>
kendalan pembangkit	<i>sop operator boiler lokal</i>
kegiatan pemeliharaan	<i>sop sistem kelistrikan</i>
kendala operasi	start nor mal stop
konversi energi primer	suku cadang
koordinasi pemeliharaan	perkembangan teknologi pembangkitan
kualitas tenaga listrik	<i>time based maintenance</i>
laporan kerusakan	<i>top overhaul</i>
laporan pemeliharaan	transformator
laporan dan analisis gangguan	turbin <i>pelton</i>
<i>main generator</i>	turbin <i>crossflow</i>
<i>main exciter</i>	turbin air
<i>maintenance</i>	<i>trip coil</i>
manajemen operasi	turbin <i>francis</i>
manajemen pemeliharaan	turbin gas
medan magnet	turbin <i>kaplan</i>
mencari kerusakan generator sinkron	turbin uap
menentukan letak kerusakan motor <i>dc</i>	<i>turbocharger</i>

