



KEMENTERIAN
KETENAGAKERJAAN
REPUBLIK
INDONESIA



MODUL

PELATIHAN BERBASIS KOMPETENSI

MEMASANG GENERATOR DAN *EXCITER* BAGI PELAKSANA UTAMA (D.35.112.00.041.1)

KEMENTERIAN KETENAGAKERJAAN R.I.

DIREKTORAT JENDERAL PEMBINAAN PELATIHAN VOKASI DAN PRODUKTIVITAS

DIREKTORAT BINA STANDARDISASI KOMPETENSI DAN PROGRAM PELATIHAN

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
KATA PENGANTAR	ii
A. PENDAHULUAN.....	1
B. PANDUAN PENGGUNAAN MODUL	1
C. SILABUS	3
D. PENGETAHUAN	7
1. Merencanakan Pembangunan dan Pemasangan Generator dan Exciter	7
2. Menyiapkan Sarana Pembangunan dan Pemasangan Generator dan Exciter	16
3. Melaksanakan Pembangunan dan Pemasangan Generator dan Exciter.....	26
4. Membuat Laporan Hasil Pembangunan Dan Pemasangan Generator dan Exciter.....	56
5. Evaluasi Pengetahuan	58
E. KETERAMPILAN DAN SIKAP KERJA	62
1. Lembar Instruksi Kerja	62
a. Informasi Umum	62
b. Soal Praktik	62
c. Penilaian Praktik	62
2. Evaluasi Praktik	67
F. EVALUASI PERSONAL	68
G. LAMPIRAN	77
1. Kamus Istilah	77
2. Referensi	77
3. Unit Kompetensi	77
4. Daftar Nama Penyusun	82

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, Modul Pelatihan Berbasis Kompetensi dengan judul “**Memasang Generator Dan Exciter Bagi Pelaksana Utama (D.35.112.00.041.1)**” dapat tersusun dengan baik. Modul ini disusun berdasarkan Kepmenaker Nomor 307 Tahun 2019 tentang SKKNI Bidang Pembangkit Tenaga Listrik.

Sesuai PP No. 31 tahun 2006 tentang Sistem Pelatihan Kerja Nasional dan Perpres No. 68 tahun 2022 tentang Revitalisasi Pendidikan Vokasi dan Pelatihan Vokasi, program pelatihan harus mengacu kepada standar kompetensi kerja. Untuk mencapai kompetensi yang diharapkan, peserta harus menguasai pengetahuan, keterampilan dan sikap yang dipersyaratkan.

Modul pelatihan ini dibuat sebagai sumber materi bagi peserta pelatihan untuk menguasai satu unit kompetensi tertentu. Modul mengandung pengetahuan, teori, informasi serta lembar instruksi kerja atau praktik kerja yang harus dipahami dan dikuasai agar peserta memiliki kompetensi yang dibutuhkan dunia usaha maupun dunia industri.

Semoga modul ini bermanfaat guna menghasilkan tenaga kerja yang kompeten dan berdaya saing tinggi.

Jakarta, November 2023

Direktur
Bina Standardisasi Kompetensi
dan Program Pelatihan



Moh. Amir Syarifuddin, S.T, M.M
NIP. 19690725 199703 1 001

B. PENDAHULUAN

Tuntutan pembelajaran berbasis kompetensi menjadi sangat penting dalam meningkatkan kualitas Sumber Daya Manusia (SDM) yang kompeten, sesuai dengan tuntutan kebutuhan pasar kerja. Selaras dengan tuntutan tersebut, maka dibutuhkan mekanisme pelatihan yang lebih praktis, aplikatif, serta dapat menarik dilaksanakan sehingga memotivasi para peserta dalam melaksanakan pelatihan yang diberikan. Seiring dengan mudahnya teknologi digunakan, maka materi pelatihan dapat disajikan dengan berbagai media pembelajaran sehingga dapat diakses secara offline dan online.

Modul pelatihan merupakan buku panduan dalam menyampaikan Materi Pelatihan yang berisi pengetahuan, keterampilan dan sikap yang diperlukan untuk mencapai kompetensi di unit ini.

C. PANDUAN PENGGUNAAN MODUL

Beberapa ketentuan panduan penggunaan materi yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut:

1. Modul ini dapat dijadikan rujukan untuk pelaksanaan PBK dengan penggunaannya dapat dikembangkan dan dikontekstualisasikan sesuai dengan kebutuhan, materi ini terdiri dari:
 - a. Pengetahuan
 - b. Keterampilan dan Sikap Kerja
 - c. Evaluasi
 - d. Lampiran:
 - 1) Kamus istilah
 - 2) Daftar referensi
 - 3) Unit kompetensi
 - 4) Daftar penyusun
2. Slide *powerpoint* dan video merupakan kelengkapan yang dapat dijadikan referensi bagi para instruktur.
3. Peran instruktur terkait dengan penggunaan modul, antara lain:
 - a. Instruktur dapat menggunakan modul ini yang dilengkapi dengan referensi sumber lainnya seperti buku, video, file presentasi dan

lain-lain sehingga diharapkan modul ini dapat diimplementasikan sesuaikan dengan kebutuhan masing-masing Lembaga pelatihan.

- b. Proses pembelajaran dapat disampaikan dengan menggunakan berbagai sumber yang menguatkan peserta pelatihan, baik melalui tahapan persiapan, pelaksanaan di kelas, praktek, melakukan investigasi, menganalisa, mendiskusikan, tugas kelompok, presentasi, serta menonton video.
 - c. Keseluruhan materi yang tersedia sebagai referensi dalam buku ini dapat menjadi bahan dan gagasan untuk dikembangkan oleh instruktur dalam memperkaya materi pelatihan yang akan dilaksanakan.
- 4. Evaluasi pencapaian kompetensi peserta dapat dilaksanakan sesuai dengan proses penilaian berupa soal tertulis, wawancara, instruksi demonstrasi dan/atau standard produk yang dipersiapkan oleh instruktur
 - 5. Referensi merupakan referensi yang menjadi acuan dalam penyusunan buku panduan pelatihan ini.
 - 6. Lampiran merupakan bagian yang berisikan lembar kerja serta bahan yang dapat digunakan sebagai berkas kelengkapan pelatihan.

D. SILABUS

Unit Kompetensi	: Memasang Generator dan <i>exciter</i> bagi Pelaksana Utama
Kode Unit	: D.35.112.00.041.1
Perkiraan Waktu	: 45 JP @45 menit
Bentuk	: Luring/ Daring / <i>Blended</i> (*)
Capaian Unit Kompetensi	: Tercapainya Ketepatan pemasangan generator dan <i>exciter</i> secara mandiri sesuai prosedur

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA	INDIKATOR UNJUK KERJA	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN DAN SIKAP
1. Merencanakan pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i>	<p>1.1 Sesuai ketentuan, dasar pelaksanaan tugas pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i>, diketahui.</p> <p>1.2 Maksud & tujuan pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i> dipahami.</p> <p>1.3 Perintah kerja pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i>, termasuk: batasan pelaksanaan pembangunan dan</p>	Dihasilkannya identifikasi Perlengkapan keselamatan ketenagalistrikan (K2), peralatan utama dan pendukung pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i> secara tepat.	<p>Penjelasan tentang:</p> <p>1. Rencana pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i> pada pembangkit</p> <p>2. Maksud dan Tujuan pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i></p> <p>3. Perlengkapan Keselamatan ketenagalistrikan (K2)</p> <p>4. Peralatan utama dan Pendukung</p>	<p>1.1 Mengetahui dasar pelaksanaan tugas pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i> secara cermat sesuai ketentuan</p> <p>1.2 Memahami Maksud & tujuan pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i> secara tepat</p> <p>1.3 Memahami Perintah kerja pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i>, termasuk: batasan pelaksanaan</p>

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA	INDIKATOR UNJUK KERJA	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN DAN SIKAP
	<p>pemasangan; metoda komunikasi; serta standar pelaporan dipahami.</p> <p>1.4 Perlengkapan keselamatan ketenagalistrikan (K2), peralatan utama dan pendukung pembangunan dan pemasangan generator dan exciter, diidentifikasi.</p> <p>1.5 Lingkup perintah kerja pembangunan dan pemasangan generator dan exciter disanggupi.</p>		<p>pembangunan dan pemasangan generator dan exciter</p> <p>5. Prosedur merencanakan pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i></p>	<p>pembangunan dan pemasangan; metoda komunikasi; serta standar pelaporan secara disiplin</p> <p>1.4 Mengidentifikasi Perlengkapan keselamatan ketenagalistrikan (K2), peralatan utama dan pendukung pembangunan dan pemasangan generator dan exciter secara tepat.</p> <p>1.5 Menyanggupi Lingkup perintah kerja pembangunan dan pemasangan generator dan exciter secara disiplin</p>
2. Menyiapkan sarana pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i>	2.1 Perintah kerja, formulir uji, check list pembangunan dan pemasangan generator dan exciter, disiapkan	Dihasilkannya alat dan bahan pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i> sesuai kebutuhan.	<p>Penjelasan tentang :</p> <p>1. Surat Perintah Kerja, Formulir uji dan check list sarana pembangunan dan pemasangan</p>	2.1 Menyiapkan Perintah kerja, formulir uji, check list pembangunan dan pemasangan generator dan exciter secara tepat.

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA	INDIKATOR UNJUK KERJA	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN DAN SIKAP
	<p>2.2 Perlengkapan keselamatan ketenagalistrikan (K2) dan peralatan pendukung lainnya disiapkan.</p> <p>2.3 Sesuai prosedur, waktu dan pelaksanaan pembangunan dan pemasangan generator dan exciter dikoordinasikan.</p> <p>2.4 Sesuai standar, lokasi dan sarana kerja, disiapkan dan diamankan</p>		<p>generator dan <i>exciter</i></p> <p>2. Perlengkapan keselamatan ketenagalistrikan (K2) dan peralatan pendukung</p> <p>3. Prosedur pelaksanaan pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i> pada pembangkit <i>diesel engine</i></p> <p>4. Standar, lokasi dan sarana kerja pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i> pada pembangkit <i>diesel engine</i></p> <p>5. Prosedur menyiapkan sarana pembangunan dan pemasangan generator dan</p>	<p>2.2 Menyiapkan Perlengkapan keselamatan ketenagalistrikan (K2) dan peralatan pendukung lainnya sesuai prosedur.</p> <p>2.3 Mengkoordinasikan waktu dan pelaksanaan pembangunan dan pemasangan generator dan exciter secara tepat Sesuai prosedur.</p> <p>2.4 Menyiapkan dan mengamankan lokasi dan sarana kerja secara tepat Sesuai standar.</p>

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA	INDIKATOR UNJUK KERJA	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN DAN SIKAP
			<i>exciter</i>	
3. Melaksanakan pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i>	<p>3.1 Perintah kerja pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i> diterapkan.</p> <p>3.2 Prosedur keselamatan ketenagalistrikan (K2) diterapkan.</p> <p>3.3 Hal-hal yang berada diluar perintah kerja pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i>, dilaporkan.</p> <p>3.4 Pelaksanaan Butir 3.3 yang didukung perintah resmi (tertulis atau terekam melalui saluran yang baku) dilaksanakan</p>	<p>Dihasilkannya pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i> sesuai kebutuhan pengguna</p>	<p>Penjelasan tentang :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Prosedur keselamatan ketenagalistrikan (K2) pada saat memasang 2. Standar pemasangan generator dan <i>exciter</i> 3. Prinsip kerja dan diagram kerja generator dan <i>exciter</i> 4. Cara <i>Alignment</i> generator dan <i>exciter</i> padaudukannya 5. Parameter generator dan <i>exciter</i> secara presisi 6. Prosedur Melaksanakan pembangunan dan pemasangan generator dan 	<p>3.1 Menerapkan perintah kerja pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i> sesuai prosedur.</p> <p>3.2 Menerapkan Prosedur keselamatan ketenagalistrikan (K2) secara disiplin.</p> <p>3.3 Melaporkan Hal-hal yang berada diluar perintah kerja pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i> secara tepat.</p> <p>3.4 Melaksanakan Pelaksanaan Butir 3.3 yang didukung perintah resmi (tertulis atau</p>

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA	INDIKATOR UNJUK KERJA	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN DAN SIKAP
			<i>exciter</i>	terekam melalui saluran yang baku) secara tepat.
4. Membuat laporan hasil pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i>	a. Hasil pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i> dicatat. b. Laporan pelaksanaan pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i> dibuat.	Dihasilkannya laporan hasil pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i>	Penjelasan tentang : 1. Hasil pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i> 2. Prosedur Pembuatan Laporan	4.1 Mencatat Hasil pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i> secara tepat. 4.2 Membuat Laporan pelaksanaan pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i> secara cermat dan teliti.

E. PENGETAHUAN

Pemasangan generator dan *exciter* yang tepat sangat penting untuk memastikan pengoperasian yang stabil dan efisien dari mesin generator, salah satu indikatornya tercapai ketepatan pemasangan generator dan *exciter* secara mandiri sesuai dengan prosedur, Karena merupakan langkah penting dalam perakitan instalasi pembangkit listrik. Selain itu juga melibatkan beberapa aspek penting, termasuk pengetahuan teknis, keterampilan praktis dan kepatuhan terhadap prosedur yang telah ditetapkan.

Beberapa teknik dan strategi yang dapat digunakan untuk menjelaskan atau menguraikan proses pemasangan generator dan *exciter* diantaranya Prosedur pemasangan generator dan *exciter*, mempelajari manual book generator dan *exciter*, identifikasi komponen, persiapan tempat kerja, pemetaan lokasi pemasangan, persiapan generator dan *exciter*, Gambar pengawatan kelistrikan, Prosedur Uji fungsional setelah generator dan *exciter* terpasang dengan tepat, Dokumentasi hasil pemasangan, pelatihan dan sertifikasi terkait pekerja yang akan memasang generator dan *exciter* serta harus dilakukan evaluasi dari awal sampai akhir pemasangan generator dan *exciter*.

Pemasangan generator dan *exciter* adalah pekerjaan yang rumit dan harus dilakukan oleh personel yang berpengalaman dan terlatih agar dapat tercapai ketepatan pemasangan generator dan *exciter* secara mandiri sesuai dengan prosedur, beberapa poin penting yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Merencanakan pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter*

Rencana pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter* adalah suatu dokumen perencanaan yang berisi informasi secara terinci mengenai rencana pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter* pada suatu proyek atau lokasi. Rencana ini mencakup aspek-aspek seperti desain dan spesifikasi teknis generator dan *exciter*, pemilihan lokasi yang tepat, pengadaan bahan dan peralatan yang

diperlukan, biaya yang dibutuhkan, jadwal pelaksanaan, serta prosedur pengujian dan penyelesaian proyek.

Generator dan *exciter* adalah dua komponen penting dalam sistem pembangkit listrik, dimana generator bertanggung jawab untuk menghasilkan listrik, sedangkan *exciter* adalah komponen yang digunakan untuk mengatur arus dan tegangan pada generator. Oleh karena itu, perencanaan yang teliti dan cermat sangat penting dalam pembangunan dan pemasangan kedua komponen ini. Untuk memperjelas pengetahuan dalam elemen kompetensi merencanakan pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter* sebagai berikut:

1.1 Rencana pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter* pada pembangkit

Pada pembangkit listrik membutuhkan beberapa tahapan yang harus dipertimbangkan. Berikut adalah beberapa langkah yang dapat diambil dalam merencanakan pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter*:

- a. Identifikasi kebutuhan daya listrik Sebelum memulai pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter*, identifikasi kebutuhan daya listrik yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan energi di lokasi tersebut.
- b. Pilih ukuran genset yang tepat Setelah mengidentifikasi kebutuhan daya listrik, Ukuran genset harus dipilih dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti beban puncak, faktor daya, dan keandalan.
- c. Pilih jenis *exciter* yang sesuai dengan genset yang akan digunakan. Beberapa jenis *exciter* yang umum digunakan pada pembangkit diesel engine adalah *brushless exciter* dan *brush exciter*.
- d. Desain dan persiapkan pondasi genset, harus ditempatkan di atas pondasi yang kokoh dan stabil. Desain pondasi genset harus mempertimbangkan beban genset, faktor lingkungan, dan kondisi tanah di lokasi tersebut.
- e. Pilih panel kontrol yang tepat serta sesuai dengan genset dan *exciter* yang akan digunakan. Panel kontrol harus

- memungkinkan untuk mengontrol dan memonitor operasi genset dan *exciter* secara efektif.
- f. Persiapkan instalasi kabel dan perangkat pendukung lainnya seperti *switch*, kabel penghubung, dan kabel grounding untuk memastikan sistem listrik dapat bekerja secara efektif.
 - g. Lakukan pengujian dan penyesuaian Setelah instalasi selesai, lakukan pengujian tes beban, tes isolasi, tes fungsional dan penyesuaian untuk memastikan bahwa genset dan *exciter* aman.
 - h. Lakukan perawatan dan pemeliharaan secara rutin untuk memastikan bahwa genset dan *exciter* dapat beroperasi dengan baik dan aman.

1.2 Maksud dan Tujuan pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter*

Maksud dan tujuan dari pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter* pada pembangkit listrik adalah untuk menghasilkan daya listrik yang cukup untuk memenuhi kebutuhan energi di lokasi tersebut. Tujuan utama dari pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter* adalah sebagai berikut:

- a. Memenuhi kebutuhan daya listrik di lokasi tersebut. Hal ini termasuk memastikan bahwa kebutuhan daya listrik dapat terpenuhi dengan kapasitas dan kualitas yang cukup.
- b. Mengurangi biaya energi listrik dengan memproduksi energi listrik sendiri di lokasi yang membutuhkan.
- c. Meningkatkan keandalan pasokan listrik dengan memberikan sumber daya listrik yang dapat diandalkan di lokasi tersebut.
- d. Memastikan keamanan dengan memberikan pasokan daya listrik cadangan saat terjadi pemadaman listrik.
- e. Memenuhi persyaratan regulasi untuk keamanan dan lingkungan, seperti regulasi emisi dan kebisingan.

1.3 Perlengkapan keselamatan ketenagalistrikan (K2)

Perlengkapan Keselamatan Ketenagalistrikan (K2) merupakan perlengkapan yang digunakan untuk melindungi tenaga kerja atau pengguna alat listrik dari bahaya listrik, seperti kejutan listrik, terbakar, dan lain-lain. Berikut beberapa contoh Perlengkapan Keselamatan Ketenagalistrikan (K2) yang umum digunakan:

a. Helm Keselamatan



Gambar 1.1 Helm Keselamatan

Helm keselamatan dirancang melindungi kepala dan wajah dari cedera akibat benda-benda yang jatuh dan melindungi kepala dari benturan benda keras/tajam atau ledakan yang dapat terjadi selama pekerjaan ketenagalistrikan.

b. Sarung Tangan Isolasi



Gambar 1.2 Sarung Tangan Isolasi

Sarung tangan isolasi digunakan untuk melindungi tangan dari tersayat atau tertusuk oleh tepi-tepi/ujung-ujung runcing

pada benda keras, serta untuk melindungi dari bahaya kesetrum pada saat pemasangan generator dan *exciter*, sarung tangan isolasi terbuat dari bahan isolasi yang mampu menahan arus listrik tertentu dan dilengkapi dengan kode warna sesuai dengan level kekuatan isolasinya.

c. Sepatu Keselamatan (*Safety Shoes*)



Gambar 1.3 Sepatu Keselamatan

Sepatu keselamatan dirancang untuk melindungi kaki dari benturan, tumpahan bahan kimia, dan tegangan listrik.

d. Kacamata Keselamatan.



Gambar 1.4 Kacamata Keselamatan

Kacamata keselamatan digunakan untuk melindungi mata dari cipratan bahan kimia atau benda-benda yang dapat merusak mata saat melakukan pekerjaan ketenagalistrikan.

e. *Wearpack Safety*



Gambar 1.5 *Wearpack Safety*

Wearpack dirancang untuk melindungi tubuh dari bahaya listrik, radiasi, dan bahan kimia, untuk melindungi kulit dari benda kasar dan tajam serta melindungi dari tempat/lingkungan yang kotor. Biasanya terbuat dari bahan yang tahan api dan tahan bahan kimia.

f. Masker



Gambar 1.6 Masker

Masker berfungsi untuk mulut dan hidung dari partikel-partikel/debu/asap yang cukup berbahaya bagi organ tubuh.

g. Alat Ukur Listrik



Gambar 1.7 Alat Ukur Listrik

Alat ukur listrik seperti multimeter bisa digunakan untuk mengukur tegangan AC maupun DC, Tahanan dan arus listrik DC dalam rangka memastikan keselamatan selama bekerja dengan listrik.

- h. Penandaan Kabel dan Peralatan Listrik: Penandaan kabel dan peralatan listrik penting untuk memberikan informasi tentang tingkat tegangan dan jenis sumber daya listrik yang digunakan pada kabel dan peralatan listrik. Ini membantu menghindari kesalahan dalam penggunaan dan penanganan peralatan listrik.

1.4 Peralatan utama dan Pendukung pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter*

a. Peralatan Utama

Peralatan utama yang dibutuhkan dalam pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter* antara lain:

- 1) *Crane*: Digunakan untuk mengangkat dan memasang komponen generator yang berat seperti rotor, stator, dan shaft.
- 2) Mesin las: Digunakan untuk menyambung bagian-bagian generator dan *exciter* yang terbuat dari logam.

- 3) Alat ukur dan pengukur: Seperti multimeter, ammeter, voltmeter, dan oscilloscope yang digunakan untuk mengukur dan memonitor kinerja generator dan *exciter* selama proses pemasangan dan pengujian.
- 4) Alat pemotong: Seperti gergaji listrik, pemotong pipa, dan cutter yang digunakan untuk memotong material seperti pipa, kabel, dan logam.
- 5) Alat bantu pengangkatan: Seperti *sling*, *rigging*, dan tali tambang yang digunakan untuk membantu proses pengangkatan dan pemasangan komponen generator dan *exciter*.
- 6) Alat bantu penjepit: Seperti klem, kunci pipa, dan pelatuk yang digunakan untuk mengencangkan dan memegang bagian-bagian generator dan *exciter* selama proses pemasangan.
- 7) *Timing belt*: alat untuk menghubungkan generator dan penggerak mula

b. Peralatan Pendukung

Peralatan pendukung yang dibutuhkan dalam pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter* antara lain:

- 1) Alat pemadam api: Digunakan untuk memadamkan api yang mungkin terjadi selama proses pembangunan dan pemasangan.
- 2) Alat pelindung diri: Seperti helm keselamatan, kacamata pelindung, sarung tangan, dan sepatu keselamatan yang digunakan untuk melindungi pekerja selama proses pembangunan dan pemasangan.
- 3) Alat pengangkut material: Seperti forklift, truk, dan kendaraan angkutan yang digunakan untuk mengangkut material dan komponen generator dan *exciter* ke lokasi pembangunan.

- 4) Alat penerangan: Seperti lampu sorot dan lampu senter yang digunakan untuk menerangi lokasi pembangunan selama proses pemasangan.

1.5 Prosedur merencanakan pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter*

Merencanakan pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter* adalah langkah kunci dalam memastikan bahwa sistem pembangkit listrik berjalan dengan lancar dan efisien. Berikut adalah beberapa langkah dalam prosedur perencanaan pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter*:

a. Identifikasi Kebutuhan:

Tentukan kebutuhan daya listrik sistem. kapasitas generator yang diperlukan dan memerlukan *exciter* terpisah atau yang terintegrasi dengan generator.

b. Evaluasi Lokasi:

Pilih lokasi yang sesuai untuk pembangunan generator dan *exciter*. Memperhatikan aspek seperti aksesibilitas, keamanan, perizinan, lingkungan, dan persyaratan teknis lainnya.

c. Perencanaan Teknis:

Buat desain teknis yang mencakup spesifikasi generator dan *exciter* yang akan digunakan. Ini termasuk pemilihan tipe generator, kapasitas, voltase, frekuensi, dan sistem kontrol.

d. Anggaran dan Sumber Daya:

Buat anggaran yang mencakup biaya pembangunan, pemasangan, dan peralatan yang dibutuhkan. Pastikan Anda memiliki sumber daya finansial dan sumber daya manusia yang cukup untuk menyelesaikan proyek ini.

e. Perizinan dan Regulasi:

Pastikan memahami peraturan dan perizinan yang diperlukan untuk pembangunan generator dan *exciter*. Ajukan permohonan perizinan yang diperlukan dan kepatuhan semua regulasi yang berlaku.

f. Pembelian Peralatan:

Lakukan pembelian generator dan exciter sesuai dengan spesifikasi teknis yang telah dikonfigurasi. Pastikan untuk memeriksa kualitas dan kekusutan peralatan yang dibeli.

g. Persiapan Lokasi:

Persiapkan lokasi fisik untuk pemasangan generator dan exciter. Ini mungkin melibatkan pekerjaan konstruksi, seperti pembuatan pondasi instalasi dan infrastruktur pendukung.

h. Pemasangan:

Pasang generator dan exciter sesuai dengan spesifikasi produsen dan rekomendasi teknis. Ini termasuk pemasangan mekanis dan elektrik.

i. Pengujian dan Verifikasi:

Setelah pemasangan selesai, lakukan pengujian menyeluruh untuk memastikan bahwa generator dan exciter beroperasi sesuai dengan spesifikasi. Ini termasuk pengujian kinerja, keamanan, dan pengukuran.

j. Dokumentasi:

Selama dan setelah pemasangan, dokumentasikan semua langkah dan hasilnya. Ini mencakup catatan konstruksi, laporan pengujian, dan manual operasi serta pemeliharaan.

k. Pelatihan:

Pastikan bahwa personel yang akan mengoperasikan dan merawat generator dan exciter telah menerima pelatihan yang cukup. Mereka harus memahami tugas dan tanggung jawab mereka.

l. Operasionalisasi:

Setelah semua tahap selesai dan generator dan exciter beroperasi sesuai prosedur, Dapat mengintegrasikan sistem ini ke dalam infrastruktur listrik yang sudah ada dan mulai menggunakannya sesuai kebutuhan.

Prosedur ini harus disusun dengan hati-hati, mematuhi standar keselamatan dan peraturan yang berlaku. Bekerja sama dengan teknisi yang berpengalaman dan profesional yang memahami

spesifikasi teknis adalah penting untuk memastikan keberhasilannya..

2. Menyiapkan sarana pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter*

Menyiapkan sarana pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter* adalah proses persiapan yang dilakukan sebelum melakukan pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter* pada sistem listrik. Tujuan dari proses ini adalah untuk memastikan bahwa semua persyaratan dan peralatan yang dibutuhkan untuk membangun, menginstal, dan menjalankan generator dan *exciter* tersedia dan siap digunakan. Hal ini termasuk menentukan spesifikasi generator dan *exciter*, lokasi pemasangan, persiapan sumber daya listrik, pengadaan peralatan, bahan dan tenaga kerja yang terampil. Dengan menyediakan sarana pembangunan dan pemasangan yang tepat, pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter* dapat dilakukan dengan efisien dan efektif, sehingga sistem listrik dapat berfungsi dengan baik dan terus menerus.

2.1 Surat Perintah Kerja, Formulir uji dan check list sarana pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter*

Surat Perintah Kerja, Formulir Uji, dan Check List adalah tiga jenis dokumen yang digunakan dalam proses konstruksi dan pengujian sistem listrik, termasuk dalam persiapan sarana pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter*.

- 1) Surat Perintah Kerja adalah dokumen tertulis yang memuat instruksi dan tugas-tugas yang harus dilakukan oleh pekerja selama proses konstruksi, instalasi, perbaikan, atau pengujian suatu sistem atau peralatan. Dokumen perintah kerja memberikan petunjuk dan informasi yang jelas dan terperinci mengenai tugas-tugas yang harus dilakukan, peralatan dan bahan yang dibutuhkan, jadwal kerja, dan prosedur keselamatan kerja yang harus diikuti oleh pekerja.

SURAT PERINTAH KERJA

(--nama lengkap--)

- 2) Formulir Uji adalah dokumen yang digunakan untuk merekam hasil pengujian sistem listrik, termasuk pengujian generator, exciter, sumber daya listrik, instalasi kabel dan pipa, serta sirkuit listrik. Formulir uji biasanya berisi informasi tentang hasil pengujian, seperti tegangan, arus, frekuensi, resistansi, kapasitansi, dan lain-lain.

**CEK LIST UJI FUNGSI DAN UJI BEBAN GENSET
RUMAH SAKIT x**

Merek :	Tanggal Pemeriksaan :		
Kapasitas :	Power PLN :		
ITEM INSPEKSI	STANDAR	DATA	KET
Tegangan (Voltage) Output Genset	3 phase	a. RN : b. SN : c. TN :	a. RS : b. ST : c. TR :
PLN (Panci ATS)	1 phase	a. RN : b. SN : c. TN :	a. RS : b. ST : c. TR :
Arus Listrik Berbeban (waktu pada saat pengukuran)	-	a. R : b. T :	c. S : d. N :
Grounding			
a. Pengukuran Grounding - Panci MDP - Panci UPS	X < 1 Volt X < 1 Volt	..... Volt Volt	
b. Koneksi Grounding		<input type="checkbox"/> Terpisah dengan Grounding Listrik Utama <input type="checkbox"/> Menyatu dengan Grounding Listrik Utama <input type="checkbox"/> Tidak ada Grounding	
Frekuensi Running Test	48 – 53 Hz	..... Hz	
- Berbeban (Load)	5-10 menit	<input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Tidak normal	
- Tidak berbeban (Unload)	5-10 menit	<input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Tidak normal	
- Starting awal	5 detik	<input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Tidak normal	
Pemakaian Mesin	.... jam.....menit	Mulai pukul .....s/d WIB	
Lampu Indikator	Menyala	<input type="checkbox"/> Menyala <input type="checkbox"/> Mati	
Fungsi Tombol darurat	Berfungsi	<input type="checkbox"/> Berfungsi <input type="checkbox"/> Tidak normal	
Kondisi Radiator			
- Volume air radiator	Batas Normal	<input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Rendah	
- Suhu running	65 – 85° C	.....°C	
- Air radiator	1 tahun	<input type="checkbox"/> Ganti <input type="checkbox"/> Tidak	
Udara Masuk (Air Intake)			
- Kondisi Filter Udara	Bersih	<input type="checkbox"/> Bersih <input type="checkbox"/> Kotor	
- Kondisi Turbocharger	Bersih 1000 jam	<input type="checkbox"/> Bersih <input type="checkbox"/> Tidak	
Kondisi Accu	Batas normal	<input type="checkbox"/> LOW <input type="checkbox"/> MEDIUM <input type="checkbox"/> HIGH	
- Air Accu			
- Tegangan sebelum start	11-14 Volt	..... Volt	
- Tegangan start	10-12 Volt	..... Volt	
Battery Charger			
- Tegangan Input PLN	220 V	..... Volt	
- Tegangan output battery	13-14 Vdc	..... Vdc	
- Arus Batt Charger	0,5 – 2 A	..... Ampere	
- Kinerja Batt. Charger	Normal	<input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Rusak	
Kondisi Oli			
- Level oli	Normal	<input type="checkbox"/> LOW <input type="checkbox"/> MEDIUM <input type="checkbox"/> HIGH	
Keterangan/Temuan/Tindakan Perbaikan :			Pelaksana
.....			
.....			
.....			
.....			Atasan
.....			

Gambar 1.9 Formulir Uji Fungsi

- 3) Check List adalah daftar yang digunakan untuk memastikan bahwa semua persyaratan dan peralatan yang dibutuhkan tersedia dan siap digunakan. Check list dapat berisi informasi tentang alat dan bahan, jumlah, kondisi, persiapan lokasi pemasangan generator dan exciter, persiapan sumber daya listrik, peralatan dan bahan yang dibutuhkan, persiapan tenaga kerja, pengujian dan pemeliharaan rutin, dan lain-lain.

FORMULIR CHECKLIST

NAMA KEGIATAN :

TANGGAL :

TEMPAT :

PELAKSANA :

NO	ALAT DAN BAHAN	JUMLAH	KONDISI			KETERANGAN	DICEK OLEH
			BAIK	RUSAK	TIDAK ADA		
1							
2							
3							

Gambar 1.10 Formulir Checklist

2.2 Perlengkapan keselamatan ketenagalistrikan (K2) dan peralatan pendukung

Perlengkapan keselamatan ketenagalistrikan (K2) dan peralatan pendukung adalah peralatan yang digunakan untuk melindungi teknisi atau pekerja listrik dari risiko kecelakaan dan cedera yang terkait dengan pekerjaan listrik. Beberapa contoh perlengkapan K2 dan peralatan pendukung yang umum digunakan dalam pekerjaan ketenagalistrikan meliputi:

- Helm Pelindung:** Helm pelindung digunakan untuk melindungi kepala dari cedera akibat terkena benda keras atau tajam, dan juga dapat melindungi dari kejatuhan benda dari ketinggian.
- Sepatu Keselamatan:** Sepatu keselamatan terbuat dari bahan tahan air dan tahan terhadap bahan kimia. Selain itu, sepatu keselamatan memiliki tapak yang tahan terhadap slip, sehingga mencegah tergelincir pada permukaan yang basah atau licin.
- Sarung Tangan Listrik:** Sarung tangan listrik dirancang khusus untuk melindungi teknisi atau pekerja listrik dari arus listrik yang berbahaya. Sarung tangan ini terbuat dari

bahan karet yang tahan terhadap arus listrik dan memiliki sertifikat standar internasional.

- d. Kacamata Pelindung: Kacamata pelindung digunakan untuk melindungi mata dari benda-benda kecil atau serpihan listrik yang bisa menyebabkan luka pada mata.
- e. Pengaman Telinga: Pengaman telinga digunakan untuk melindungi telinga dari suara bising yang dapat menyebabkan gangguan pendengaran atau bahkan kehilangan pendengaran.
- f. Rompi Reflektif: Rompi reflektif dapat digunakan untuk meningkatkan visibilitas pada saat bekerja di lingkungan yang minim cahaya, seperti saat bekerja di malam hari atau di tempat yang minim pencahayaan.
- g. Penggaris, Meteran, dan Alat Ukur Lainnya: Alat ukur seperti penggaris, meteran, dan alat ukur lainnya sangat penting untuk digunakan dalam pekerjaan listrik untuk memastikan pengukuran yang akurat dan membantu dalam melakukan perhitungan.
- h. Toolbox: Kotak alat listrik yang dilengkapi dengan peralatan dasar seperti obeng, tang, kunci pas, dan peralatan lainnya digunakan untuk melakukan perbaikan atau instalasi listrik.

2.3 Prosedur melaksanakan pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter* pada pembangkit *diesel engine*

Prosedur pelaksanaan pembangunan dan pemasangan generator dan exciter adalah serangkaian langkah atau tahapan yang harus dilakukan untuk melakukan pembangunan dan pemasangan generator serta exciter pada suatu proyek pembangunan kelistrikan. Prosedur ini meliputi berbagai aspek teknis dan administratif, seperti pemilihan lokasi pembangunan, pengadaan material, perencanaan konstruksi, pengawasan kualitas pekerjaan, dan penyelesaian administrasi perizinan.

Untuk lebih jelasnya akan dibahas prosedur pelaksanaan pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter* pada pembangkit *diesel engine* sebagai berikut:

- a. Persiapan Sebelum memulai pembangunan dan pemasangan generator dan exciter, pastikan bahwa semua peralatan dan komponen yang dibutuhkan telah tersedia dan dalam kondisi baik. Hal ini meliputi generator, *exciter*, panel kontrol, kabel listrik, baut dan mur, serta peralatan pengangkat seperti crane atau forklift.
- b. Pemasangan Generator biasanya ditempatkan di atas pondasi beton atau platform yang kuat dan stabil. Pastikan bahwa generator terpasang dengan kokoh dan terhubung dengan semua sistem yang diperlukan, seperti sistem bahan bakar dan sistem pendingin. Pastikan juga bahwa generator terhubung dengan exciter melalui busbar atau kabel yang sesuai.
- c. Pemasangan Exciter biasanya terpasang di dekat generator atau di dalam generator, tergantung pada desainnya. Pastikan bahwa exciter terpasang dengan benar dan terhubung dengan semua sistem yang diperlukan, seperti sistem kontrol dan sistem pendingin. Pastikan juga bahwa exciter terhubung dengan panel kontrol melalui kabel yang sesuai.
- d. Pemasangan Panel Kontrol digunakan untuk mengontrol dan memonitor operasi generator dan exciter. Pastikan bahwa panel kontrol terpasang di tempat yang aman dan mudah diakses, dan terhubung dengan generator dan exciter melalui kabel yang sesuai.
- e. Pengujian dan Penyesuaian Setelah semua komponen terpasang dengan benar, lakukan pengujian dan penyesuaian untuk memastikan bahwa generator dan exciter berfungsi dengan baik. Pengujian ini meliputi tes beban, tes isolasi, dan tes fungsional lainnya. Pastikan bahwa semua parameter

listrik seperti tegangan dan frekuensi sesuai dengan standar yang ditentukan.

- f. Perawatan dan Pemeliharaan Setelah generator dan exciter beroperasi, pastikan untuk melakukan perawatan dan pemeliharaan secara berkala. Hal ini meliputi pembersihan, penggantian suku cadang yang rusak, serta penggantian oli dan filter secara rutin.

2.4 Standar, lokasi dan sarana kerja pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter* pada pembangkit *diesel engine*

Pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter* pada pembangkit *diesel engine* harus memenuhi standar keselamatan yang ditetapkan. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam proses ini adalah lokasi kerja yang aman dan efektif, serta sarana dan peralatan kerja yang memadai. Berikut adalah beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter* pada pembangkit *diesel engine*:

- a. Standar Keselamatan: Pastikan bahwa pembangunan dan pemasangan generator dan exciter pada pembangkit *diesel engine* memenuhi standar keselamatan yang ditetapkan oleh pihak berwenang, seperti OSHA, NFPA, dan NEC.
- b. Lokasi Kerja: Pilih lokasi kerja yang aman dan efektif, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti aksesibilitas, ventilasi, dan pencahayaan yang memadai. Pastikan pula bahwa lokasi kerja tidak mengganggu jalur evakuasi darurat dan tidak terdapat bahan kimia atau bahan berbahaya di sekitar area kerja.
- c. Sarana Kerja: Persiapkan sarana dan peralatan kerja yang memadai untuk mendukung proses pembangunan dan pemasangan generator dan exciter, seperti peralatan las, kabel listrik, dan peralatan pengangkat.

- d. Pemasangan Generator: Pasang generator pada pondasi yang kokoh dan kuat untuk menjamin stabilitas dan keamanannya. Pastikan juga bahwa generator terhubung dengan sistem bahan bakar dan sistem pendingin yang memadai.
- e. Pemasangan *Exciter*: Pastikan bahwa *exciter* terpasang dengan benar dan terhubung dengan generator melalui kabel yang memadai. Periksa koneksi kabel dan pastikan bahwa arus listrik mengalir dengan benar.
- f. Pengujian: Setelah proses pemasangan selesai, lakukan pengujian untuk memastikan bahwa generator dan *exciter* bekerja dengan baik dan memenuhi standar kinerja yang ditetapkan.
- g. Perawatan dan Perbaikan: Selalu lakukan perawatan rutin dan perbaikan jika diperlukan untuk menjaga kinerja generator dan *exciter* tetap optimal dan aman digunakan.

Dalam melakukan pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter* pada pembangkit diesel engine, sangat penting untuk memperhatikan faktor keselamatan dan kualitas kerja agar proses tersebut dapat berjalan dengan baik dan aman.

2.5 Prosedur menyiapkan sarana pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter*

Prosedur untuk menyiapkan sarana pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter* bisa beragam tergantung pada konteks dan jenis peralatan yang akan digunakan. Namun, berikut adalah langkah-langkah umum yang dapat diikuti:

- a. Identifikasi Spesifikasi Teknis:
Pastikan memiliki spesifikasi teknis yang jelas untuk generator dan *exciter* yang akan dipasang. Ini termasuk daya keluaran, tegangan, frekuensi, dan persyaratan khusus lainnya.
- b. Persiapan Lokasi:

Pastikan lokasi pemasangan telah disiapkan sesuai dengan spesifikasi teknis. Ini mungkin melibatkan persiapan, sirkuit listrik, sistem pendingin, dan lainnya.

c. Perolehan Peralatan dan Bahan:

Mengisyaratkan bahwa semua peralatan dan material yang diperlukan telah dibeli dan tersedia.

d. Persiapan Keselamatan:

Pastikan bahwa prosedur keselamatan yang telah diimplementasikan telah sesuai, termasuk perlindungan terhadap kehancuran, sistem pemadaman kebakaran, dan prosedur penyelamatan darurat.

e. Generator Montase dan Exciter:

Lakukan montase generator dan exciter sesuai dengan petunjuk produsen dan gambar teknis. Ini termasuk menghubungkan komponen, memasang peralatan pendukung seperti sistem pendingin, dan menghubungkan kabel dan saluran udara.

f. Pemasangan Listrik:

Sambungkan generator dan exciter ke sirkuit listrik yang sesuai, termasuk sistem distribusi daya dan sistem kontrol.

g. Pengujian dan Debugging:

Lakukan pengujian fungsional untuk memastikan generator dan exciter beroperasi dengan baik. Ini melibatkan pemeriksaan tegangan, frekuensi, isolasi, dan parameter lainnya. Jika ada masalah, lakukan debugging dan perbaikan.

h. Pemadaman dan Operasionalisasi:

Setelah generator dan exciter berfungsi dengan baik, pastikan bahwa semua sistem telah beroperasi dengan benar. Pastikan juga bahwa pengaturan proteksi dan pemadaman darurat telah diuji.

i. Dokumentasi:

Membuat dokumentasi lengkap tentang seluruh proses instalasi, pengujian, dan operasionalisasi. Ini akan menjadi referensi yang berguna untuk pemeliharaan dan perbaikan di masa mendatang.

j. Perizinan dan Persetujuan:

Pastikan bahwa semua persetujuan dan izin yang diperlukan dari otoritas setempat telah diperoleh sebelum memulai operasi.

k. Pastikan untuk mematuhi peraturan, standar keselamatan, dan prosedur yang berlaku dalam industri Anda dan berkonsultasi dengan ahli teknis yang berpengalaman jika diperlukan.

3. Melaksanakan pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter*

Pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter* melibatkan beberapa tahapan, seperti perencanaan, pengukuran, pengaturan, dan pengujian. Setiap tahapan harus dilakukan dengan hati-hati untuk memastikan bahwa generator dan *exciter* terpasang dengan benar dan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

Dalam melaksanakan pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter*, penting untuk memperhatikan aspek keselamatan kerja, seperti menggunakan peralatan keselamatan yang sesuai, memastikan sumber listrik telah dimatikan dan *di lock out* sebelum memulai pekerjaan, dan mengikuti prosedur keselamatan ketenagalistrikan (K2) yang telah ditetapkan.

3.1 Prosedur Keselamatan ketenagalistrikan (K2) pada saat memasang

Prosedur dalam memasang generator dan *exciter* pada pembangkit . Berikut adalah beberapa prosedur keselamatan yang perlu diperhatikan saat memasang generator dan *exciter*:

a. Pastikan bahwa sumber listrik telah dimatikan dan *di lock out* sebelum memulai pekerjaan.

- b. Gunakan peralatan keselamatan seperti helm, sarung tangan, sepatu keselamatan, dan kacamata pelindung saat memasang generator dan exciter.
- c. Pastikan bahwa seluruh peralatan yang digunakan dalam pekerjaan telah diuji dan memenuhi standar keselamatan.
- d. Perhatikan batas aman saat bekerja di sekitar listrik. Pastikan bahwa Anda memiliki jarak yang cukup dari sumber listrik atau gunakan alat pelindung jika memungkinkan.
- e. Pastikan bahwa kabel listrik yang digunakan telah diuji dan terhubung dengan baik.
- f. Hindari mengoperasikan generator dan exciter tanpa pengawasan. Pastikan bahwa selalu ada orang yang mengawasi generator dan exciter selama pekerjaan berlangsung.
- g. Pastikan bahwa semua kabel dan peralatan terhubung dengan benar sebelum memasang generator dan exciter.
- h. Pastikan bahwa semua instruksi dan tanda peringatan telah dipahami sebelum memulai pekerjaan. Jangan mengabaikan instruksi atau tanda peringatan yang terkait dengan keselamatan.
- i. Jangan menghubungkan generator dan exciter ke sistem listrik sampai Anda yakin bahwa semua peralatan dan kabel telah terhubung dengan benar dan aman.
- j. Setelah selesai memasang generator dan exciter, pastikan bahwa semua alat keselamatan telah disimpan dengan aman dan peralatan yang rusak telah diganti.

3.2 Standar pemasangan generator dan exciter

Dalam tahapan pemasangan generator dan *exciter* bisa berpedoman pada standar *The National Fire Protection Association* (NFPA) yang telah menerbitkan beberapa buku standar yang berkaitan dengan sistem pemasangan SOP genset. NFPA 110

memberikan informasi penting tentang 'Standar Darurat dan *Standby Power Systems*'. Langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Setelah membongkar generator dari karton pengiriman, pertama lakukan pemeriksaan menyeluruh untuk mendeteksi kerusakan yang mungkin terjadi selama pengiriman.
- b. Periksa apakah peringkat / rating kapasitas ampere / watt unit cukup untuk menangani semua beban yang dibutuhkan jika terjadi pemadaman listrik.
- c. Generator harus ditempatkan di luar ruangan dan memiliki pagar pelindung, di mana ada udara yang cukup untuk mendinginkan generator dan ventilasi tidak terhalang apapun.
- d. Generator harus ditempatkan pada permukaan, yang tidak mudah terbakar, seperti permukaan tanah dan letakan pondasi seperti kayu atau yang lainnya untuk mencegah kontak ketika air meluap.
- e. Generator harus dipasang di dekat lokasi saklar transfer dan pasokan bahan bakar, untuk mengurangi pemasangan kabel dan pipa yang panjang, anda mungkin harus memiliki izin jika anda berniat untuk menyimpan tangki bahan bakar yang besar.
- f. Sebuah plat penyambung biasanya disediakan untuk meletakkan rangka dan konduksi eksternal, dan ini merupakan bagian dari peralatan. Dalam hal ini penting untuk berkonsultasi dengan teknisi listrik untuk menentukan persyaratan peletakan dan mengikuti prosedur yang memenuhi peraturan daerah.
- g. Semua baterai harus benar-benar diisi sebelum mereka dimasukkan ke dalam generator.
- h. Hal serupa juga harus dipastikan saat membuka kemasan dan menginstal saklar transfer. Saklar harus diletakan di dinding dan semua poin harus dalam tingkat / rating yang sama satu sama lain untuk mencegah distorsi switch.

- i. Generator harus dihubungkan ke sistem listrik yang disediakan oleh utilitas hanya dengan cara menggunakan transfer *switch* otomatis. Ini akan memastikan isolasi antara sistem listrik generator dan sistem listrik distribusi dari utilitas.

3.3 Prinsip kerja dan diagram kerja generator dan *exciter*

Dalam kelistrikan, generator dan *exciter* adalah dua komponen yang terkait erat dalam menghasilkan listrik. Generator adalah alat yang mengubah daya gerak (energi mekanik) atau daya berbasis bahan bakar (energi kimia) menjadi daya listrik eksternal untuk digunakan dalam rangkaian. Sumber energi mekanik meliputi turbin uap, turbin gas, turbin air, mesin pembakaran dalam, turbin angin, dan bahkan engkol tangan. Generator bekerja dengan memutar sebuah kumparan di dalam medan magnet yang menghasilkan arus listrik. Arus listrik tersebut kemudian dialirkan melalui kabel-kabel dan digunakan untuk menyuplai listrik ke perangkat atau sistem yang membutuhkan.

Sementara itu, *Exciter* adalah sebuah komponen yang digunakan untuk menghasilkan medan magnet yang dibutuhkan oleh generator agar dapat menghasilkan listrik. *Exciter* bekerja dengan menghasilkan arus listrik kecil yang kemudian dialirkan ke kumparan-kumparan di dalam generator. Arus listrik ini kemudian menghasilkan medan magnet yang diperlukan oleh generator untuk menghasilkan listrik.

Dalam sistem kelistrikan, generator dan *exciter* bekerja bersama-sama untuk menghasilkan listrik. Generator membutuhkan medan magnet yang cukup kuat untuk dapat menghasilkan arus listrik yang besar, dan *exciter* bertugas untuk menghasilkan medan magnet tersebut. Oleh karena itu, keduanya saling terkait dan sangat penting dalam menghasilkan listrik.

a. Prinsip Kerja Komponen Utama Generator.

Generator elektromagnetik pertama, piringan Faraday , ditemukan pada tahun 1831 oleh ilmuwan Inggris Michael Faraday. Generator menyediakan hampir semua daya untuk jaringan tenaga listrik.

Selain desain elektromekanik, fotovoltaik dan sel bahan bakar generator bertenaga masing-masing menggunakan tenaga surya dan bahan bakar berbasis hidrogen, untuk menghasilkan output listrik. Komponen utama pada generator adalah terdiri dari stator dan rotor. Pada umumnya stator terdiri dari penghantar / kumparan tempat terbentuknya GGL Induksi sedangkan rotor merupakan kutub magnet.

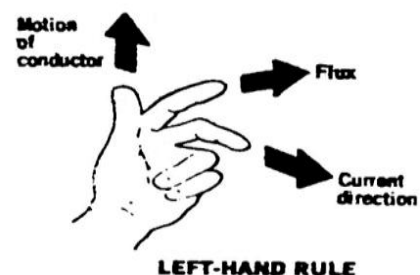
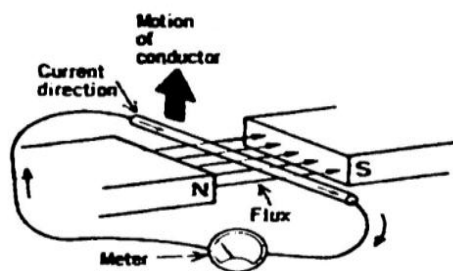
b. Prinsip GGL Induksi

Sesuai hukum Faraday bahwa apabila suatu penghantar digerak-gerakkan dalam medan magnet maka penghantar tersebut timbul GGL (Gaya Gerak Listrik) induksi atau dapat menghasilkan listrik, yang besarnya GGL induksi tersebut adalah :

RUMUS GGL INDUKSI
$\varepsilon = -N \frac{d\Phi}{dt} \text{ atau } \varepsilon = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$
Ggl induksi karena perubahan luas penampang bidang kumparan :
$\varepsilon = B \cdot l \cdot v \cdot \sin \theta$
Ggl induksi generator
$\varepsilon = NBA\omega \cdot \sin \omega t$

Keterangan:

- ε = ggl induksi (volt)
- N = banyak lilitan
- $\Delta\Phi$ = perubahan fluks magnetik (Wb)
- Δt = selang waktu perubahan fluks magnetik (s)
- l = panjang kawat penghantar (m)
- v = kecepatan kawat penghantar (m/s)
- θ = sudut antara v dengan B
- A = luas penampang kumparan (m^2)
- ω = frekuensi sudut putaran (rad/s)



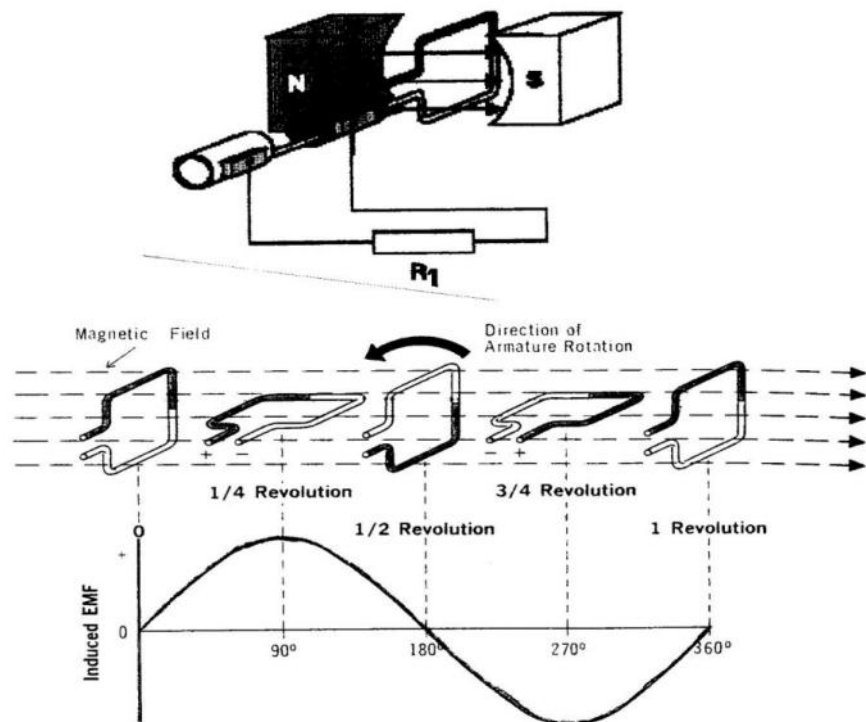
Gambar 1.11 Prinsip GGL Induksi

Dari prinsip tersebut pada gambar diatas digunakan sebagai dasar generator pembangkit listrik. Sehingga syarat terjadinya GGL induksi adalah harus adanya:

- Medan magnet.
- Penghantar.
- Gerakan Relatif

maka besar kecilnya GGL tergantung ketiga unsur diatas.

Adapun prinsip pada mesin listrik / generator yang dapat membangkitkan listrik, seperti gambar berikut:

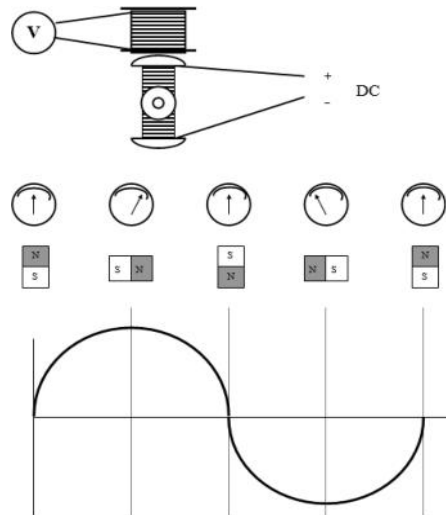


Gambar 1.12 Prinsip Arus Bolak-balik yang dibangkitkan

Pada Gambar diatas menunjukkan sebuah gulungan penghantar diputar di dalam media medan magnet pada satu putaran (360°), menghasilkan GGL induksi arus bolak-balik satu periode. Gelombang arus bolak-balik tersebut biasa disebut gelombang Sinusoida.

Sehingga apabila penghantar tersebut diputar oleh turbin dengan putaran 3000 rpm atau sama dengan putaran tiap detik 50 putaran, maka gelombang arus bolak-balik yang dihasilkan adalah juga sebanyak 50 periode atau dikatakan dengan frekuensi 50 Hz.

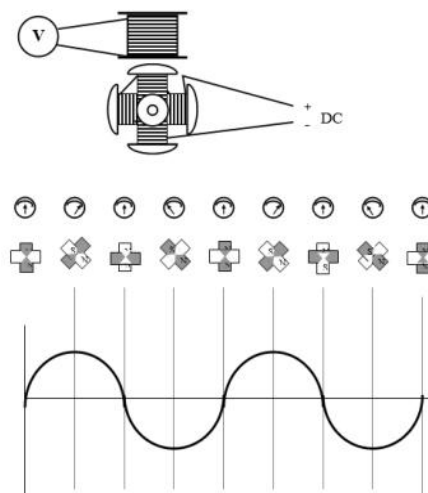
c. Generator 1 (satu) Pasang Kutub.



Gambar 1.13 Generator 1 Pasang Kutub

- 1 (satu) Putaran Rotor 1 (satu) gelombang sinusoida 1 Hz.
- Jika frekuensi 50 Hz. 50 putaran / detik 3000 putaran / menit. (rpm).

d. Generator 2 (dua) Pasang Kutub.



Gambar 1. 14 Generator 2 (dua) Pasang Kutub

- 1 (satu) Putaran Rotor 2 (dua) gelombang *sinusoida* 2 Hz.
- Jika frekuensi 50 Hz 25 putaran/detik 1500 putaran/menit (rpm).
-

e. Generator arus bolak-balik

Generator arus bolak-balik berfungsi mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik arus bolak-balik. Generator Arus Bolak-balik sering disebut juga sebagai alternator, generator AC (alternating current), atau generator sinkron. Dikatakan generator sinkron karena jumlah putaran rotornya sama dengan jumlah putaran medan magnet pada stator. Kecepatan sinkron ini dihasilkan dari kecepatan putar rotor dengan kutub-kutub magnet yang berputar dengan kecepatan yang sama dengan medan putar pada stator.

Mesin ini tidak dapat dijalankan sendiri karena kutub-kutub rotor tidak dapat tiba-tiba mengikuti kecepatan medan putar pada waktu saklar terhubung dengan jala-jala.

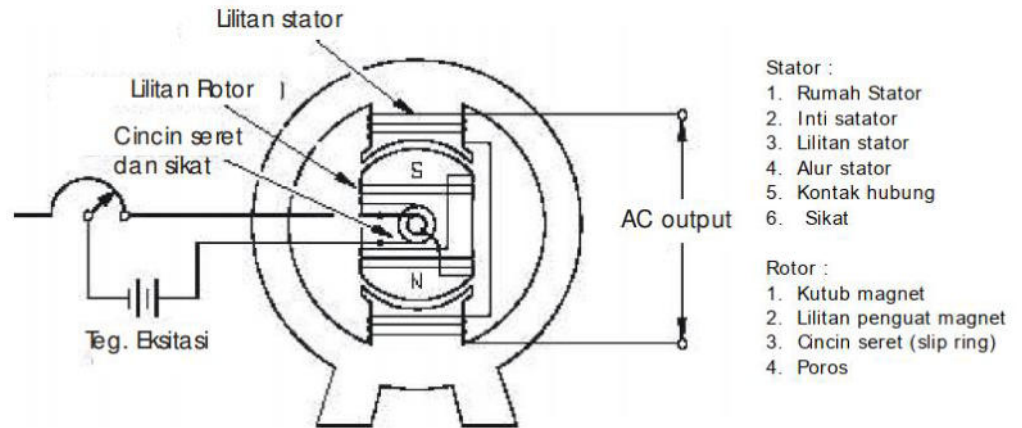
Generator arus bolak-balik dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

- Generator arus bolak-balik 1 fasa
- Generator arus bolak-balik 3 fasa

1) Konstruksi generator arus bolak-balik

Konstruksi generator arus bolak-balik ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu : (1) stator, yakni bagian diam yang mengeluarkan tegangan bolak-balik, dan (2) rotor, yakni bagian bergerak yang menghasilkan medan magnet yang menginduksikan ke stator. Stator terdiri dari badan generator yang terbuat dari baja yang berfungsi melindungi bagian dalam generator, kotak terminal dan name plate pada generator. Inti Stator yang terbuat dari bahan ferromagnetik yang berlapis-lapis dan terdapat alur-alur tempat meletakkan lilitan stator. Lilitan stator yang merupakan tempat untuk menghasilkan tegangan. Sedangkan, rotor berbentuk kutub sepatu (*salient*) atau

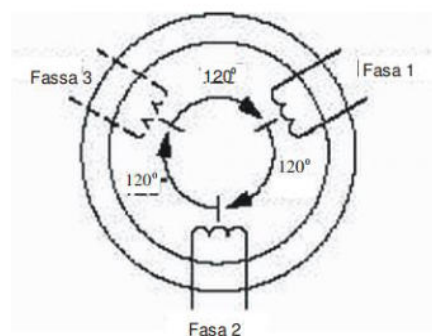
kutub dengan celah udara sama rata (rotor silinder).
Konstruksi dari generator sinkron ini dapat dilihat pada Gambar 1.15



Gambar 1.15 Konstruksi generator arus bolak-balik

2) Prinsip kerja generator Arus Bolak-balik

Prinsip dasar generator arus bolak-balik menggunakan hukum Faraday yang menyatakan jika sebatang penghantar berada pada medan magnet yang berubah-ubah, maka pada penghantar tersebut akan terbentuk gaya gerak listrik. Prinsip kerja generator arus bolak-balik tiga fasa (alternator) pada dasarnya sama dengan generator arus bolak-balik satu fasa, akan tetapi pada generator tiga fasa memiliki tiga lilitan yang sama dan tiga tegangan outputnya berbeda fasa 120° pada masing-masing fasa seperti ditunjukkan pada Gambar 1.16.



Gambar 1.16 Skema lilitan stator generator tiga fasa

Besar tegangan generator bergantung pada :

- Kecepatan putaran (N)
- Jumlah kawat pada kumparan yang memotong fluk (Z)
- Banyaknya fluk magnet yang dibangkitkan oleh medan magnet (f)
- Jumlah kutub

Jumlah kutub generator arus bolak-balik tergantung dari kecepatan rotor dan frekuensi dari ggl yang dibangkitkan. Hubungan tersebut dapat ditentukan dengan persamaan :

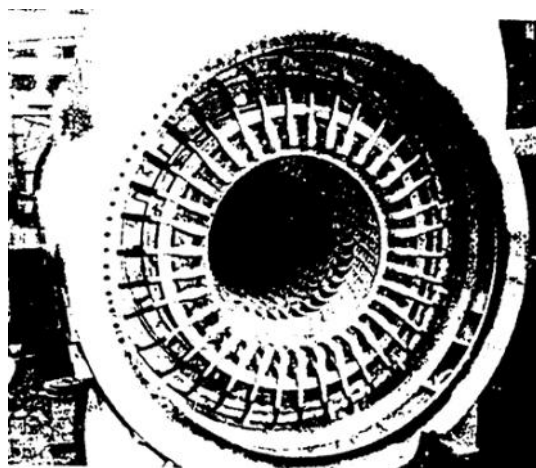
$$f = \frac{pn}{120}$$

Dimana : f = Frekuensi tegangan (Hz)

p = Jumlah kutub pada rotor

n = Kecepatan rotor (rpm)

3) Stator



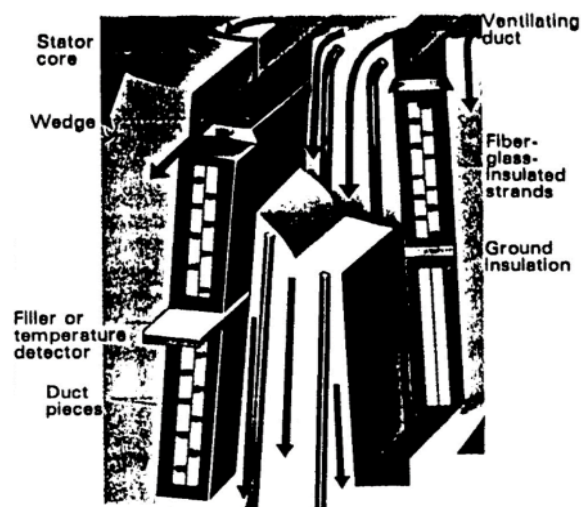
Gambar 1.17 Konstruksi Stator

Stator pada alternator merupakan gulungan kawat penghantar yang disusun sedemikian rupa dan

ditempatkan pada alur-alur inti besi. Pada penghantar tersebut adalah tempat terbentuknya GGL induksi yang diakibatkan dari medan magnet putar dari rotor yang memotong kumparan penghantar stator.

Kumparan yang ditempatkan pada alur-alur tersebut dibagi menjadi 3 (tiga) grup, sehingga menjadi keluaran 3 phasa, dan biasanya disambung sistem bintang (Y). Inti besi stator terdiri dari laminasi-laminasi plat besi yang satu dan lainnya terisolasi dengan vernis atau kertas isolasi (impregnated paper). Tujuan dari laminasi-laminasi tersebut adalah untuk mengurangi besarnya arus pusar (*Eddy Current*), karena arus pusar ini dapat menimbulkan panas pada inti stator dan akhirnya dapat merusak isolasi kumparan penghantar.

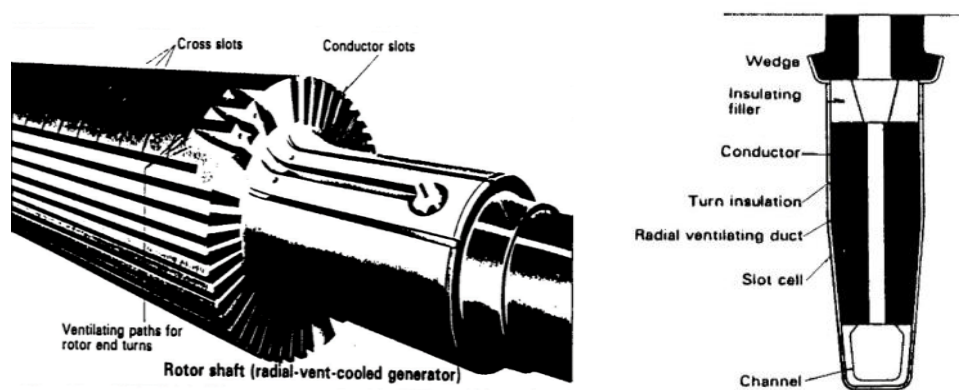
Kumparan penghantar yang bertegangan tersebut harus terisolasi dengan baik. Bahan isolasi tersebut biasanya dari fibreglass atau pita mica. Disela-sela penghantar dan pada inti stator terdapat lubang-lubang (rongga) untuk sirkulasi bahan pendingin, atau seperti pada gambar potongan berikut :



Gambar 1.18 Konstruksi Potongan Stator dengan Sistem Sirkulasi Pendingin

4) **Rotor**

Rotor pada generator merupakan bagian untuk menempatkan kumparan medan magnet excitasi. Kumparan medan magnet disusun pada alur-alur inti besi rotor, sehingga apabila pada kumparan tersebut dialirkan arus searah (DC) maka akan membentuk kutub-kutub magnet Utara dan Selatan.



Gambar 1.19 Konstruksi Rotor Generator

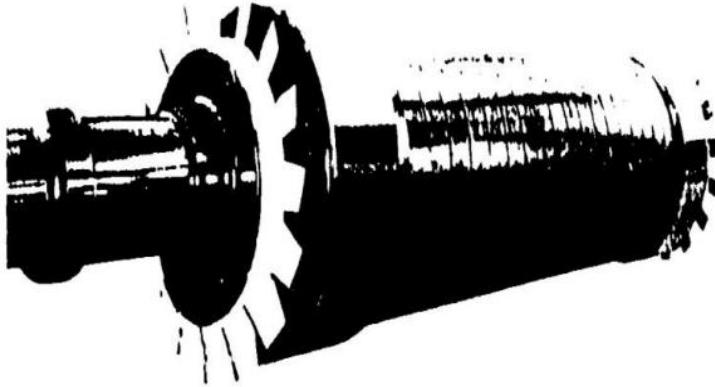
Untuk mesin-mesin pembangkit listrik yang biasa untuk putaran tinggi seperti pembangkit termal, kutub magnetnya berbentuk silindris atau seperti pada gambar diatas. Adapun jumlah kutub magnetnya untuk mesin dengan putaran tinggi biasanya sebanyak 2 (dua) buah kutub magnet atau 4 (empat) buah kutub magnet.

Seperti kita ketahui bahwa untuk membuat kutub magnet pada rotor tersebut adalah dengan sistem elektromagnetik, yaitu dengan mengalirkan arus searah pada kumparan. Untuk memberikan arus listrik tersebut atau dengan istilah eksitasi ke rotor dapat melalui media “*Slip Ring*” atau langsung lewat poros dari mesin eksitasi dengan sistem penyearah.

Akibat dari arus eksitasi atau penguatan medan magnet tersebut pada rotor dapat menimbulkan adanya arus pusar (eddy current), maka rotor tersebut perlu

didinginkan. Untuk mendinginkan rotor generator cukup dengan mengalirkan udara dingin atau media hitrogen melewati saluran atau rongga-rongga pada sisi kumparan dan intinya secara bersama-sama dengan pendinginan pada bagian stator.

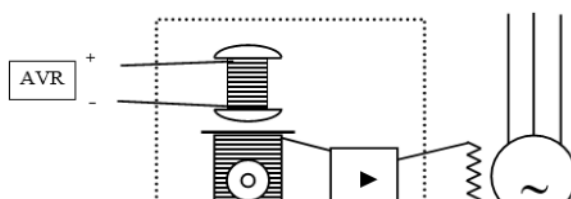
Agar sirkulasi media pendingin ke rongga-rongga rotor dan stator dapat bersirkulasi, maka pada rotor generator dipasang baling-baling sebagai blower, atau seperti pada gambar berikut :



Gambar 1.20 Konstruksi rotor komplit dengan *blower*

5) ***Exciter***

Exciter adalah sebuah komponen yang digunakan untuk menghasilkan medan magnet yang dibutuhkan oleh generator agar dapat menghasilkan listrik. Exciter bekerja dengan menghasilkan arus listrik kecil yang kemudian dialirkan ke kumparan-kumparan di dalam generator. Arus listrik ini kemudian menghasilkan medan magnet yang diperlukan oleh generator untuk menghasilkan listrik.



Gambar 1.21 Prinsip dasar exciter

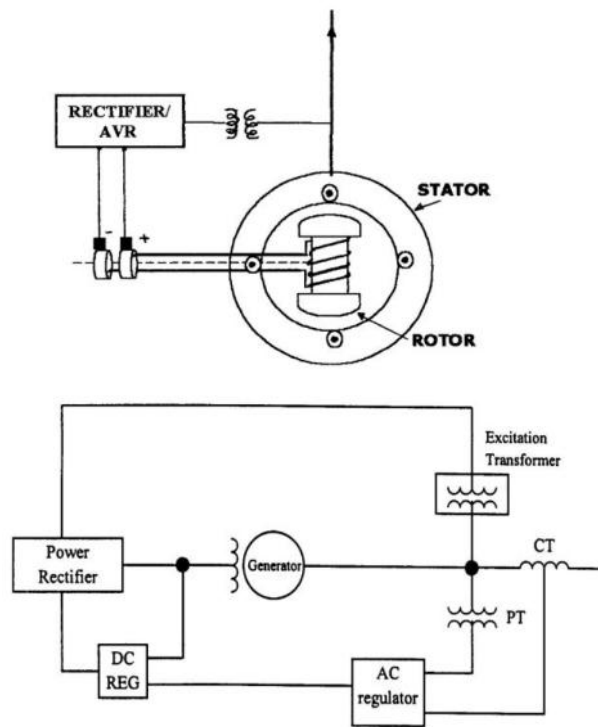
Pada Generator dengan kapasitas besar, diperlukan arus yang besar untuk kumparan Statornya, sehingga diperlukan AVR dengan kapasitas suplai Arus yang besar pula. Padahal AVR terdiri dari komponen elektronik yang kemampuan arusnya kecil. Karenanya dibuat sebuah generator kecil agar suplai arus AVR yang kecil menghasilkan arus yang besar pada generator kecil tersebut. Generator kecil tersebut beserta Diode Putar untuk menyearahkan arusnya agar menjadi DC disebut dengan Exciter. Exciter mempunyai prinsip kerja seperti generator, tetapi konstruksinya berbeda. Pada AVR Rotornya adalah kumparan yang menghasilkan GGL, sedangkan Statornya adalah berupa batangan besi yang diberi lilitan, agar menjadi magnet bila diberi arus DC. Penguatan medan atau disebut eksitasi adalah pemberian arus listrik untuk membuat kutub magnet pada generator. Dengan mengatur besar kecil arus listrik tersebut, kita dapat mengatur besar tegangan *output* generator atau dapat juga mengatur besar daya reaktif yang diinginkan pada generator yang sedang paralel dengan sistem jaringan besar (*infinite bus*).

Ada beberapa jenis sistem yaitu :

- Sistem Excitasi Statik
- Sistem Excitasi Dinamik

a) Excitasi Statik

Sistem Eksitasi Statik adalah sistem eksitasi generator tersebut disuplai dari *exciter* yang bukan mesin bergerak, yaitu dari sistem penyearah yang sumbernya disuplai dari output generator itu sendiri atau sumber lain dengan melalui transformator. Secara prinsip dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1.22 Diagram Prinsip Sistem Eksitasi Statik

Seperti pada gambar diatas dapat kita lihat bahwa suplai daya listrik untuk excitasi mengambil dari output generator melalui excitation transformer, kemudian diserahkan melalui power rectifier dan disalurkan ke rotor generator untuk excitasi atau penguat medan dengan melalui sikat arang.

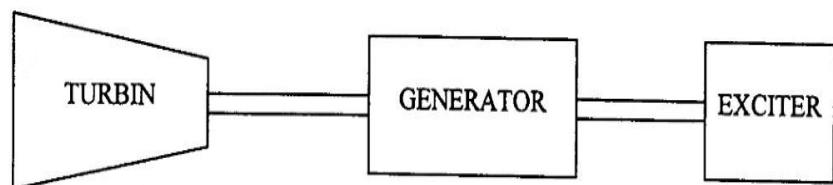
Untuk pengaturan besaran tegangan output generator diatur melalui DC regulator dan AC regulator, sehingga besarnya arus excitasi dapat diatur sesuai kebutuhan. Kemudian apabila generator tersebut pada waktu start awal belum mengeluarkan tegangan, maka untuk suplai arus excitasi biasanya diambil dari baterai. Komponen-

komponen yang perlu diperiksa pada “Sistem Eksitasi Statik”, meliputi:

- Periksa sikat arang dan tekanannya.
- Periksa baut-baut terminal dari sikat arang.
- Periksa kekotoran pada kedudukan sikat arang.
- Periksa slipring, apakah ada permukaan yang cacat dan cek kebersihan permukaannya.
- Periksa sistem penyearah (Rectifier).
- Ukur tahanan isolasi transformator dari rectifier.
- Periksa baut-baut terminal apakah ada bekas pemanasan lebih.

b) Sistem Excitasi Dinamik

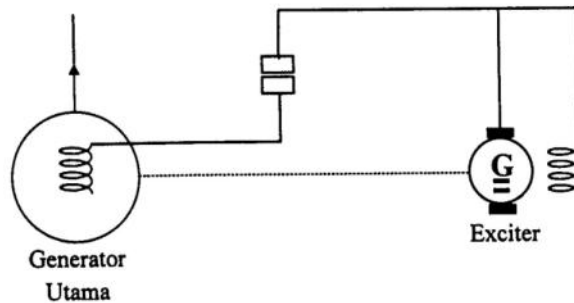
Adapun yang dimaksud dengan Sistem Excitasi Dinamik adalah sistem excitasi yang sumber suplai arus excitasi diambil dari mesin yang bergerak, dan mesin yang bergerak tersebut disebut Exciter. Biasanya exciter tersebut sebagai tenaga penggerak dipasang satu poros dengan generator.



Gambar 1.23 Diagram pemasangan exciter

Seperti kita ketahui bahwa untuk arus excitasi adalah arus searah, maka sebagai exciternya adalah mesin arus searah (generator DC) atau dapat juga dengan mesin arus bolak-balik (generator AC) kemudian disearahkan dengan rectifier.

Prinsip sistem excitasi dengan menggunakan exciter generator arus searah adalah digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1.24 Diagram prinsip sistem excitasi dinamik dengan exciter generator DC

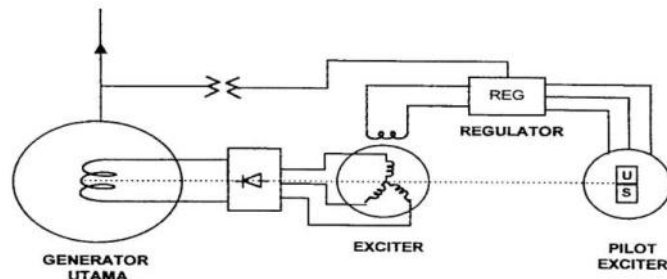
Seperti pada gambar diatas, bahwa sistem excitasi dengan menggunakan exciter generator DC untuk menyalurkan arus excitasi generator utama dengan media sikat arang dan slip ring. serta output arus searah dari generator exciter melalui sikat arang. Komponen-komponen yang perlu diperiksa pada sistem “Eksitasi dengan Generator DC”, meliputi :

- Periksa keadaan komutator, apakah ada yang cacat atau permukaan tidak rata.
- Periksa keadaan sikat arang dan tekanannya.
- Cek baut-baut pengikat.
- Ukur tahanan isolasi kumparan rotor dan stator generator DC.
- Tes pendeteksi temperatur (RTD).
- Cek sikat arang dan slipring pada sambungan ke eksitasi.

Ditinjau dari segi pemeliharaan sistem ini kurang efektif, sehingga mulai dikembangkan dengan sistem excitasi tanpa sikat atau disebut “*Brushless Excitation*”

Brushless Excitation adalah sistem excitasi tanpa sikat, yang maksudnya adalah pada sistem tersebut untuk

menyalurkan arus eksitasi ke rotor generator utama, maupun untuk eksitasi *exciter* tanpa melalui media sikat arang. Adapun diagram prinsip kerjanya adalah sebagai berikut :



Gambar 1.25 Diagram sistem eksitasi tanpa sikat

Pada gambar 1.25 diatas dapat kita lihat bahwa untuk excitasi generator disuplai dari generator AC exciter dengan melalui penyearah (*rectifier wheel*) yang terpasang pada poros, sehingga arus excitasi langsung terhubung dengan rotor generator. Kemudian untuk excitasi exciter disuplai dari Pilot Exciter dengan kemagnetan tetap atau biasa disebut PMG (*Permanent Magnet Generator*).

Output dari pilot exciter tersebut adalah arus bolak balik 3 phasa, kemudian dengan melalui penyearah pada regulator arus eksitasi *exciter* diatur besar kecilnya, sehingga dengan mengatur excitasi exciter, maka tegangan output generator utama akan mengalami perubahan secara langsung.

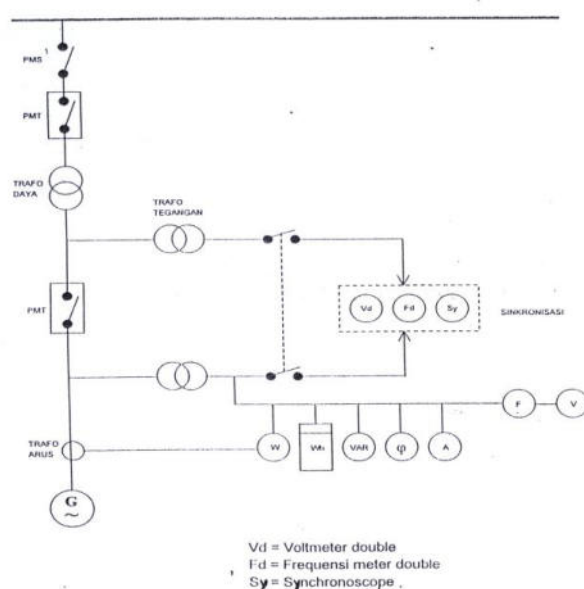
Komponen-komponen yang perlu diperiksa pada sistem “Eksitasi Tanpa Sikat” (Brushless excitation), meliputi:

- Periksa dioda penyearah putar (rotating diode rectifier), dari kotoran atau bekas terjadi pemanasan lebih dan kerusakan.
- Periksa zekering, diganti bila ada yang putus.
- Cek baut-baut terminal.
- Lakukan pengukuran tahanan isolasi.

- Periksa penghantar fleksibel dioda dari kerusakan dan kelonggaran.
- Bersihkan seluruh kumparan-kumparan dari kotoran.

f. Operasi Paralel Generator

Bila suatu generator mendapatkan pembebanan yang melebihi dari kapasitasnya, maka dapat mengakibatkan generator tersebut tidak bekerja atau bahkan akan mengalami kerusakan. Untuk mengatasi kebutuhan listrik atau beban yang terus meningkat tersebut, bisa diatasi dengan menjalankan generator lain yang kemudian dioperasikan secara paralel dengan generator yang telah bekerja sebelumnya, pada satu jaringan listrik yang sama. Keuntungan dari menggabungkan 2 generator atau lebih dalam suatu jaringan listrik adalah bila salah satu generator tiba-tiba mengalami gangguan, maka generator tersebut dapat dihentikan serta beban dialihkan pada generator lain, sehingga pemutusan listrik secara total bisa dihindari.



Gambar 1.26 Operasi parallel generator

Syarat-syarat yang harus dipenuhi untuk memparalel dua buah generator atau lebih adalah:

- Polaritas dari generator harus sama dan tidak bertentangan setiap saat terhadap satu sama lainnya.
- Nilai efektif tegangan harus sama.
- Tegangan Generator yang diparalelkan mempunyai bentuk gelombang yang sama.
- Frekuensi kedua generator atau frekuensi generator dengan jala-jala harus sama.
- Urutan fasa dari kedua generator harus sama.

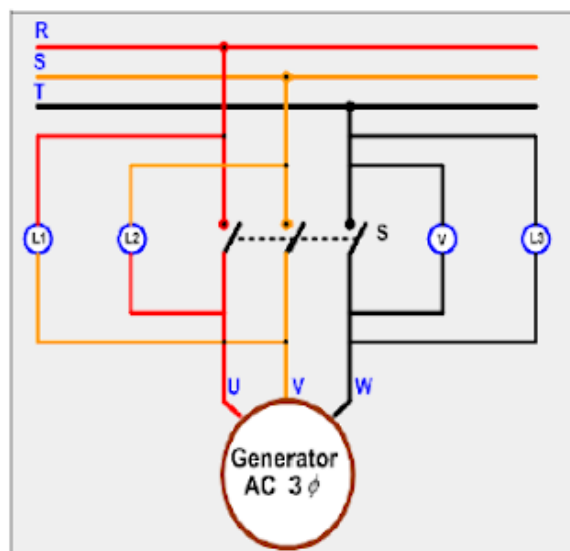
Ada beberapa cara untuk memparalelkan generator dengan mengacu pada syarat-syarat diatas, yaitu:

- Lampu Cahaya berputar dan Volt-meter
- Voltmeter, Frekuensi Meter, dan Synchroscope.
- Cara Otomatis

Untuk lebih jelasnya akan dibahas cara memparalelkan generator berikut ini :

1) Lampu Cahaya Berputar dan Volt-meter

Dengan rangkaian pada gambar 1.27, pilih lampu dengan tegangan kerja dua kali tegangan fasa-netral generator atau gunakan dua lampu yang dihubungkan secara seri. Dalam keadaan saklar S terbuka operasikan generator, kemudian lihat urutan nyala lampu. Urutan lampu akan berubah menurut urutan L1 – L2 – L3–L1–L2–L3.



Gambar 1.27. Rangkaian paralel generator

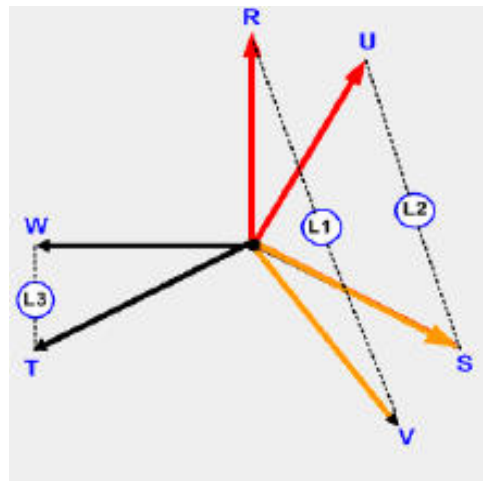
Perhatikan Gambar 1.28, pada keadaan ini L1 paling terang, L2 terang, dan L3 redup. Perhatikan Gambar 1.29, pada keadaan ini:

- L2 paling terang
- L1 terang
- L3 terang

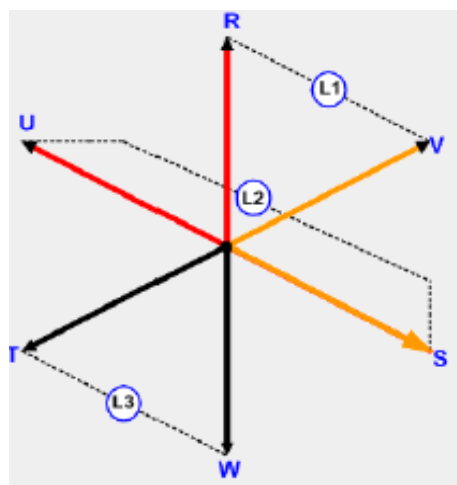
Perhatikan gambar 1.30, pada keadaan ini,

- L1 dan L2 sama terang
- L3 Gelap dan Voltmeter = 0 V

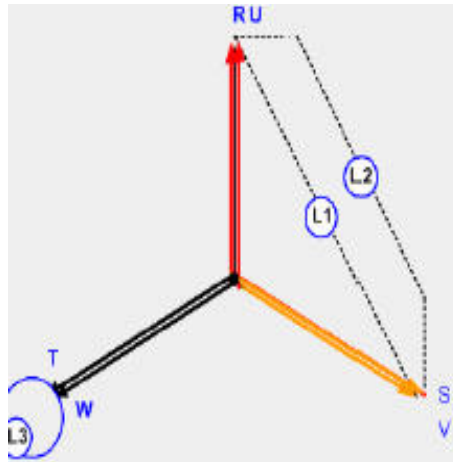
Pada saat kondisi ini maka generator dapat diparalelkan dengan jala-jala (generator lain).



Gambar 1.28 Rangkaian lampu berputar 1



Gambar 1.29 Rangkaian lampu berputar 2



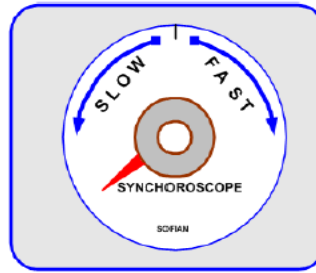
Gambar 1.30 Rangkaian lampu berputar

2) Voltmeter, frekuensi meter dan synchroscope

Pada pusat-pusat pembangkit tenaga listrik, untuk indikator paralel generator banyak yang menggunakan alat Synchroscope, gambar 3. Penggunaan alat ini dilengkapi dengan Voltmeter untuk memonitor kesamaan tegangan dan Frekuensi meter untuk kesamaan frekuensi. Ketepatan sudut fasa dapat dilihat dari synchroscope. Bila jarum penunjuk berputar berlawanan arah jarum jam, berarti frekuensi generator lebih rendah dan bila searah jarum jam berarti frekuensi generator lebih tinggi. Pada saat jarum telah diam dan menunjuk pada kedudukan vertikal, berarti beda fasa generator dan jala-jala telah 0 (Nol) dan selisih frekuensi telah 0 (Nol), maka pada kondisi ini saklar dimasukkan (ON). Alat synchroscope tidak bisa menunjukkan urutan fasa jala-jala, sehingga untuk memparalelkan perlu dipakai indikator urutan fasa jala-jala.

3) Paralel Otomatis

Paralel generator secara otomatis biasanya menggunakan alat yang secara otomatis memonitor perbedaan fasa, tegangan, frekuensi, dan urutan fasa. Apabila semua kondisi telah tercapai alat memberi suatu sinyal bahwa saklar untuk paralel dapat dimasukkan.



Gambar 1.31 Synchronoscope.

3.4 Cara Alignment generator dan *exciter* pada dudukannya

Alignment dapat meminimalisir kerusakan pada motor dan mesin-mesin rotasi. Metode alignment juga dapat memperpanjang umur pemakaian mesin-mesin. Pengertian alignment adalah proses mensejajarkan dua poros yang saling terkait antara objek penggerak dengan obyek yang digerakkan sehingga menjadi sentris sampai tercapai batas toleransinya.

Dalam kenyataannya, pengertian sentris atau lurus tentu tidak bisa tercapai seratus persen, sehingga dalam proses *alignment* biasanya ditentukan toleransi minimal. Pada umumnya menggunakan toleransi minimal kurang dari 0,05 mm.

Hal ini dengan tujuan agar mendapatkan kesentrisan yang maksimal antara kedua poros (penggerak dan yang digerakkan) sehingga tidak menimbulkan gesekan, getaran, dan faktor-faktor lainnya yang dapat memperpendek umur pemakaian mesin.

a. Pengaruh *Misalignment* pada Mesin

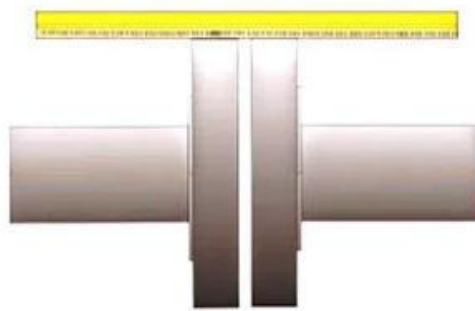
Dalam penelitian sekitar 40% kerusakan mesin rotasi disebabkan oleh misalignment, hal ini tentu sangat merugikan. Dan ternyata sebab utama terjadinya *misalignment* kebanyakan disebabkan karena faktor manusianya – keahlian kurang memadai, kurang teliti atau terlalu sembrono. Misalignment bisa memperpendek umur mesin disebabkan karena beberapa hal berikut:

- 1) Konsumsi energi (listrik, bahan bakar, steam) penggerak meningkat sekitar 5 -10%.
- 2) Beban mesin bertambah / meningkat.

- 3) Kerusakan premature pada bearing, poros, seal, kopling dll.
 - 4) Temperatur tinggi pada casing, bearing dan minyak pelumas.
 - 5) Kebocoran pada bearing dan mechanical seal.
 - 6) Kopling menjadi panas dan cepat rusak.
 - 7) Baut koping mudah kendur.
 - 8) Vibrasi tinggi ke arah radial dan axial, dsb.
- b. Peralatan yang Digunakan dalam Metode *Alignment*
- Melakukan pekerjaan *alignment* bisa memanfaatkan beberapa peralatan. Penggunaan jenis peralatan ini seharusnya juga dipertimbangkan sesuai target yang ingin dicapai. Jenis peralatan tersebut antara lain: penggaris, dial indicator, laser dan level precision. Berikut penjelasannya:

1) *Alignment* Menggunakan Penggaris

Cara *alignment* dengan memakai penggaris merupakan metode yang sangat tradisional. Cara ini hanya mengandalkan ketelitian mata user dalam memandang terdapat ataupun tidaknya penyimpangan. Tidak hanya penggaris logam, perlengkapan lain yang bisa digunakan misalnya *taper gage* dan *filler gage*. Jika pada mesin kecil, *alignment* dengan penggaris masih bisa dilakukan. Tapi, sebaiknya tidak diterapkan pada mesin dengan kapasitas besar atau perputaran tinggi. Karena cara ini rendah sekali tingkatan presisinya.



Gambar 1.32 *Alignment* menggunakan penggaris

Keuntungan :

- Kopling tidak perlu diputar
- Alat cukup sederhana , murah harganya
- Cara sangat sederhana , cepat dan mudah mengerjakannya.

Kerugian :

- Kurang akurat.
- Hasil kurang dapat dipertanggung-jawabkan.
- Tidak direkomendasikan untuk mesin-mesin berkapasitas besar dan putaran tinggi.

2) Alignment Menggunakan *Dial Indicator*



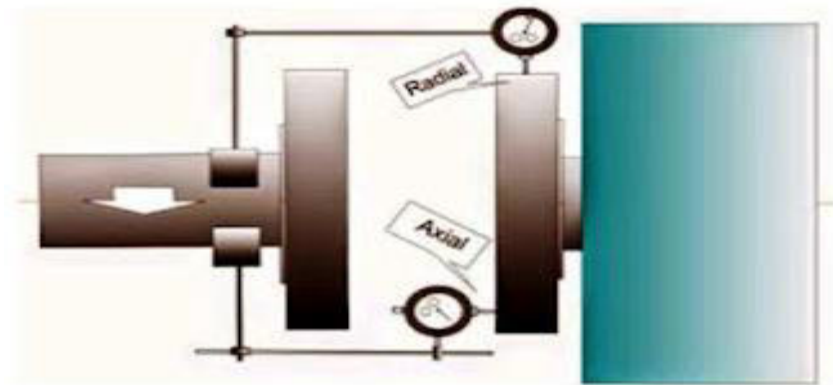
Gambar 1.33 - *Alignment* Menggunakan Dial Indicator

Cara alignment ini sangat populer dan paling sering digunakan. Disamping hasilnya akurat (teliti) juga karena harganya lebih murah dibandingkan dengan optical / laser.

Metode dial indicator ada 2 cara yaitu :

- *Reverse* dial indicator (memutar satu poros)
- *Rim and face dial indicator* (kedua poros diputar bersamaan)

Berikut akan dibahas metode reverse dial indicator Cara ini dilakukan jika salah satu poros sulit untuk diputar atau salah satu poros tidak cukup ruang untuk dial indicator. Perhatikan pada contoh gambar berikut :



Gambar 1.34 Alignment *Reverse* dial indicator

Dengan memasang dua unit dial indicator - seperti gambar diatas adalah cara yang sangat cerdas untuk menghemat waktu. Dengan sekali putar menghasilkan dua penunjukan.

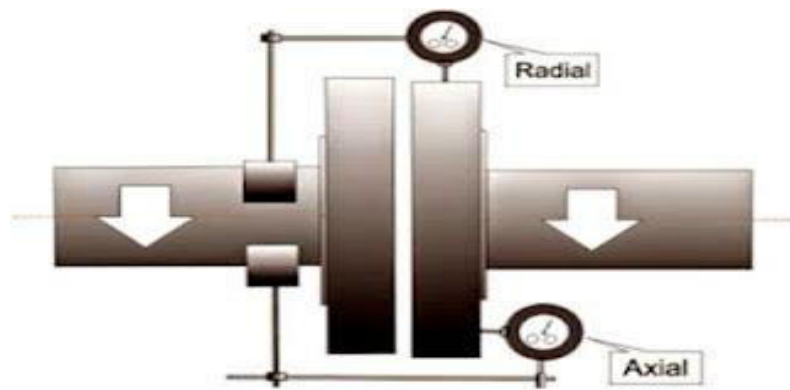
Keuntungan :

- Cukup satu poros shaft yang perlu diputar, sehingga sangat baik untuk me-align pasangan mesin dimana salah satunya sulit diputar ataupun mesin yang tidak memiliki thrust bearing.
- Baik untuk alignment motor listrik tidak memiliki bearing aksial, tidak perlu diputar, karena jika diputar dapat menimbulkan kesalahan penunjukan dial-indicator.
- Cukup cocok untuk kopling dengan diameter besar, karena ada ruang untuk penempatan dial-indicator
- Dengan mudah bisa melihat/menggambarkan posisi poros.

Kerugian :

- Sulit mendapatkan data yang akurat pada muka kopling jika rotor mempunyai *thrust bearing* yang hydrodinamis, karena pemindahan aksial.
- Sulit juga untuk motor listrik yang tidak mempunyai *thrust bearing*, karena jika diputar akan lari ke arah aksial atau maju-mundur.
- Biasanya memerlukan melepas *spool kopling*.
- Agak sulit digambar untuk kalkulasi perpindahan.

Berikut ini akan dibahas Metode *Rim and Face Dial Indicator* (memutar kedua poros) Metode ini dilakukan dengan cara memutar kedua poros secara bersamaan dan searah. Dan jangan lupa selalu tandai titik awal dari plunjer (jarum penunjuk) pada kedua poros, agar bacaan angka tidak berubah-ubah dalam setiap putaran. Perhatikan gambar berikut:



Gambar 1.35 *Rim and face dial indicator*

Keuntungan :

- Metode ini cukup akurat.
- Cukup efisien untuk poros berdiameter besar maupun kecil.
- Mudah memantau atau melihat posisi kedua poros.
- Dapat dilakukan pada poros yang berputar dua-duanya ataupun hanya satu yang berputar.

- Alat cukup murah dibanding alat laser atau alat lain.
- Mudah dibuatkan gambar untuk kalkulasinya, sehingga pekerjaan dapat diselesaikan lebih cepat .
- Cocok untuk mesin-mesin besar dan putaran tinggi.

Kerugian :

- Pemasangan dial harus kokoh untuk menghindari salah baca pada penunjukan jarum.
- Toleransi, run-out, sag harus diketahui atau di check dulu.
- Jika permukaan kopling yang tidak rata atau run-out nya besar dapat mempengaruhi penunjukan jarum dial indicator sehingga menyebabkan kalkulasinya menjadi salah.
- Aksial *clearance* sangat mempengaruhi kesalahan.
- Membaca dial merupakan hal yang paling dasar yang harus dipahami dan dimengerti oleh personil. Hasil bacaan salah akan berakibat fatal.
- Mengapa penunjukkan indicator bisa salah? Hal itu bisa disebabkan karena beberapa hal, antara lain:
 - Pemasangan dial tidak kokoh : kendor, ada sag, tidak sejajar, posisi tidak tepat
 - Kesalahan pada alat ada historis, tidak lancar naik-turun plunjer
 - Pemahaman membaca dial salah, terbalik-balik, pemahaman skala salah sehingga hasil perhitungan atau penggambaran juga salah.

3) Alignment Menggunakan Laser

Laser alignment adalah proses mensimetriskan dua buah poros objek dengan menggunakan sensor infrared, dimana objek (poros) diukur dengan sensor laser infrared untuk menguji tingkat simetris selama berlangsungnya proses mensimetriskan dua objek tersebut.



Gambar 1.36 *Alignment* Menggunakan Laser

Keuntungan laser alignment:

- Proses cepat.
- Ketelitian tinggi dan akurat.
- Penghitungan otomatis.
- Laporan pengukuran otomatis tercatat
- Data dapat disimpan dan dilihat kembali

3.5 Parameter generator dan exciter secara presisi

a. Parameter generator

Parameter generator adalah nilai atau konfigurasi yang ditentukan atau diatur pada sebuah generator untuk menghasilkan daya listrik dengan karakteristik dan kualitas tertentu. Generator sendiri adalah perangkat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik dari sumber energi tertentu, seperti energi panas, energi angin, atau energi air. Beberapa parameter generator yang umum diatur pada generator listrik adalah sebagai berikut:

- 1) Kapasitas (Capacity): Kapasitas parameter generator mengacu pada daya maksimum yang dapat dihasilkan oleh generator dalam satuan waktu tertentu, biasanya diukur dalam watt atau kilowatt.

- 2) Tegangan (Voltage): Tegangan parameter generator mengacu pada tingkat tegangan listrik yang dihasilkan oleh generator, biasanya diukur dalam volt.
 - 3) Frekuensi (Frequency): Frekuensi parameter generator mengacu pada jumlah siklus listrik yang dihasilkan oleh generator dalam satu detik, biasanya diukur dalam Hertz (Hz).
 - 4) Faktor daya (Power Factor): Faktor daya parameter generator mengacu pada rasio antara daya yang dihasilkan oleh generator dan daya yang dihasilkan oleh generator ideal dengan tegangan dan arus yang sama.
 - 5) Efisiensi (Efficiency): Efisiensi parameter generator mengacu pada rasio antara daya yang dihasilkan oleh generator dan energi yang dikonsumsi oleh generator.
- b. Parameter exciter

Parameter exciter adalah komponen penting pada generator yang berfungsi untuk mengontrol arus medan pada mesin generator agar dapat menghasilkan tegangan listrik yang stabil dan sesuai dengan kebutuhan sistem listrik yang dihubungkan. *Exciter* adalah perangkat yang digunakan untuk menghasilkan medan magnetik yang dibutuhkan oleh mesin generator untuk menghasilkan tegangan listrik.

Beberapa parameter exciter yang umumnya diperhatikan dalam sebuah generator antara lain:

- 1) Tegangan Output (*Output Voltage*): Tegangan output parameter exciter mengacu pada tegangan listrik yang dihasilkan oleh exciter.
- 2) Faktor Daya (*Power Factor*): Faktor daya parameter exciter mengacu pada rasio antara daya yang dikeluarkan oleh exciter dan daya yang diterima oleh *exciter*.
- 3) Stabilitas (*Stability*): Stabilitas parameter *exciter* mengacu pada kemampuan *exciter* untuk mempertahankan tegangan listrik yang konstan dan stabil meskipun terjadi

perubahan beban atau kondisi lainnya pada sistem listrik yang terhubung.

- 4) Jenis (Type): Jenis parameter exciter mengacu pada jenis *exciter* yang digunakan dalam sebuah generator, seperti *exciter* DC atau *exciter* AC.

3.6 Prosedur Melaksanakan pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter*

Melaksanakan pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter* meliputi serangkaian tindakan yang hati-hati dan terkoordinasi. Berikut adalah prosedur umum yang dapat diikuti:

- a. Evaluasi Situasi dan Persiapan Awal:

Tinjau rencana pembangunan dan pemasangan yang telah disusun. Pastikan lokasi pemasangan sesuai dengan persyaratan teknis dan peraturan setempat. Persiapkan tim kerja dengan pengetahuan dan keterampilan yang sesuai.

- b. Pembangunan pondasi dan Pendukung:

Lakukan persiapan pondasi sesuai dengan petunjuk teknis dan rencana konstruksi. Pasang sistem pendukung seperti sistem pembuangan gas, sistem pendingin, dan sistem proteksi.

- c. Pemasangan Generator dan Exciter:

Lakukan montase generator dan exciter sesuai dengan petunjuk produsen dan gambar teknis. Sambungkan peralatan dengan benar, termasuk kabel listrik, saluran udara, dan sistem kontrol. Pastikan semua penyambungan dan pengencangan baut telah dilakukan dengan benar.

- d. Instalasi Sistem Kontrol dan Perlindungan:

Pasang sistem kontrol dan proteksi sesuai dengan spesifikasi peralatan. Uji fungsi sistem proteksi untuk memastikan perlindungan yang memadai terhadap kelebihan beban, hubung singkat, dll.

- e. Uji Fungsional:

Lakukan pengujian fungsional generator dan exciter setelah pemasangan selesai. Uji tegangan, frekuensi, isolasi, dan fungsi lainnya untuk memastikan pengoperasian yang tepat. Identifikasi dan perbaiki masalah yang mungkin muncul selama pengujian.

f. Pemadaman Darurat dan Uji Keandalan:

Uji sistem pemadaman darurat untuk memastikan generator dan exciter dapat dipasang dengan aman dalam situasi darurat. Lakukan uji kebisingan dengan memonitor kinerja generator dan exciter selama beberapa jam atau hari.

g. Pelatihan dan Dokumentasi:

Memberikan pelatihan kepada personel yang akan mengoperasikan, merawat, dan memperbaiki generator dan exciter. Buat dokumentasi lengkap tentang spesifikasi, prosedur pemasangan, pengujian, dan pemeliharaan.

h. Verifikasi dan Persetujuan:

Lakukan verifikasi akhir untuk memastikan bahwa semua prosedur telah diikuti dan peralatan telah dipasang dengan benar. Dapatkan persetujuan dari otoritas terkait sebelum memulai operasi rutin.

i. Pemeliharaan Rutin dan Pemantauan:

Tetapkan jadwal pemeliharaan rutin untuk menjaga kinerja generator dan exciter. Pasang sistem pemantauan untuk mempertahankan kinerja peralatan secara terus-menerus.

j. Evaluasi:

Evaluasi keseluruhan proses pembangunan dan pemasangan untuk mengidentifikasi pelajaran yang bisa dipetik.

4. Membuat laporan hasil pembangunan dan pemasangan generator dan exciter

4.1 Hasil pemasangan generator dan exciter

Setelah generator dan exciter terpasang, beberapa hasil yang diukur untuk memastikan bahwa sistem tersebut berfungsi

dengan baik dan menghasilkan listrik yang stabil dan konsisten antara lain:

- a. Tegangan listrik: Tegangan listrik yang dihasilkan oleh generator harus diukur untuk memastikan bahwa nilai tegangan sesuai dengan yang diinginkan dan stabil pada tingkat yang sama. Tegangan listrik diukur menggunakan voltmeter.
- b. Arus listrik: Arus listrik yang dihasilkan oleh generator harus diukur untuk memastikan bahwa arus stabil pada tingkat yang sama. Arus listrik diukur menggunakan amperemeter.
- c. Frekuensi listrik: Frekuensi listrik yang dihasilkan oleh generator harus diukur untuk memastikan bahwa frekuensi sesuai dengan yang diinginkan dan stabil pada tingkat yang sama. Frekuensi diukur menggunakan frekuensi meter.
- d. Faktor daya: Faktor daya generator harus diukur untuk memastikan bahwa faktor daya sesuai dengan yang diinginkan dan stabil pada tingkat yang sama, diukur menggunakan power factor meter.
- e. Efisiensi: Efisiensi generator harus diukur untuk memastikan bahwa generator bekerja secara efisien dan tidak membuang terlalu banyak energi. Efisiensi generator diukur menggunakan wattmeter.
- f. Temperatur: Suhu generator dan exciter harus diukur untuk memastikan bahwa suhu tidak melebihi batas aman dan dapat beroperasi dengan baik dalam jangka waktu yang lama. Suhu diukur menggunakan termometer.

Semua hasil pengukuran tersebut harus diukur secara teratur untuk memastikan bahwa generator dan exciter beroperasi dengan baik dan menghasilkan listrik yang stabil dan konsisten.

4.2 Prosedur pembuatan laporan

Berikut adalah beberapa langkah yang dapat diikuti dalam prosedur pembuatan laporan pemasangan generator dan exciter:

- a. Pendahuluan: Pada bagian ini, jelaskan tujuan pembuatan laporan dan ruang lingkup pemasangan generator dan exciter.
- b. Latar Belakang: Pada bagian ini, jelaskan latar belakang pemasangan generator dan exciter, termasuk alasan mengapa generator dan exciter harus dipasang, dan manfaat yang dapat diperoleh dari pemasangan generator dan exciter.
- c. Metode Pemasangan: Pada bagian ini, jelaskan proses pemasangan generator dan exciter yang dilakukan, mulai dari persiapan, pemasangan, hingga pengujian dan verifikasi kinerja.
- d. Hasil: Pada bagian ini, jelaskan hasil pemasangan generator dan exciter yang telah dilakukan, termasuk hasil pengukuran tegangan, arus, frekuensi, faktor daya, efisiensi, dan suhu.
- e. Analisis: Pada bagian ini, lakukan analisis terhadap hasil pemasangan generator dan exciter yang telah dilakukan, dan jelaskan apakah hasil tersebut sesuai dengan tujuan dan ruang lingkup laporan.
- f. Kesimpulan dan Saran: Jelaskan kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan dan saran untuk perbaikan dan pengembangan kedepannya.
- g. Daftar Pustaka: Pada bagian ini, cantumkan sumber referensi yang digunakan dalam pembuatan laporan, seperti buku, artikel jurnal, dokumen teknis, dan sumber informasi lainnya.
- h. Lampiran: Pada bagian ini, lampirkan data-data dan informasi tambahan yang mendukung hasil pemasangan generator dan exciter, seperti gambar teknis, tabel, grafik, dan catatan pengujian.
- i. Dalam membuat laporan, pastikan untuk menggunakan bahasa yang jelas dan mudah dipahami. Gunakan istilah teknis dengan benar dan konsisten.

5. Evaluasi Pengetahuan

Instruksi Evaluasi teori:

- a. Soal evaluasi teori disusun oleh instruktur.
- b. Metode evaluasi ditentukan oleh instruktur
- c. Jawaban evaluasi teori harus diserahkan sesuai dengan batas waktu yang dicantumkan.
- d. Evaluasi teori dibuat secara tertulis dalam file *word-processed* sesuai dengan elemen unit kompetensi yang diuji.
- e. Plagiarisme adalah mengkopi pekerjaan seseorang dan mengakui tugas itu adalah tugas anda. Setiap kegiatan plagiarisme akan mendapatkan hasil dengan nilai nol.
- f. Bobot maksimal penilaian untuk evaluasi teori adalah 30% dari dari keseluruhan penilaian di unit ini
- g. Materi evaluasi yang akan diujikan merujuk kepada pengetahuan yang dibutuhkan dan tertulis pada unit kompetensi di standar kompetensi yaitu:
 - 1) Merencanakan pembangunan dan pemasangan generator dan exciter
 - 2) Menyiapkan sarana pembangunan dan pemasangan generator dan exciter
 - 3) Melaksanakan pembangunan dan pemasangan generator dan exciter
 - 4) Membuat laporan hasil pembangunan dan pemasangan generator dan exciter.

F. KETERAMPILAN DAN SIKAP KERJA

1. Lembar Instruksi Kerja

a. Informasi Umum

Unit Kompetensi	: Memasang Generator dan exciter bagi Pelaksana Utama
Kode Unit	: D.35.112.00.041.1

Nama LIK : Memasang Generator dan exciter bagi
Pelaksana Utama

No. LIK : -

Waktu : 120 menit

Petunjuk:

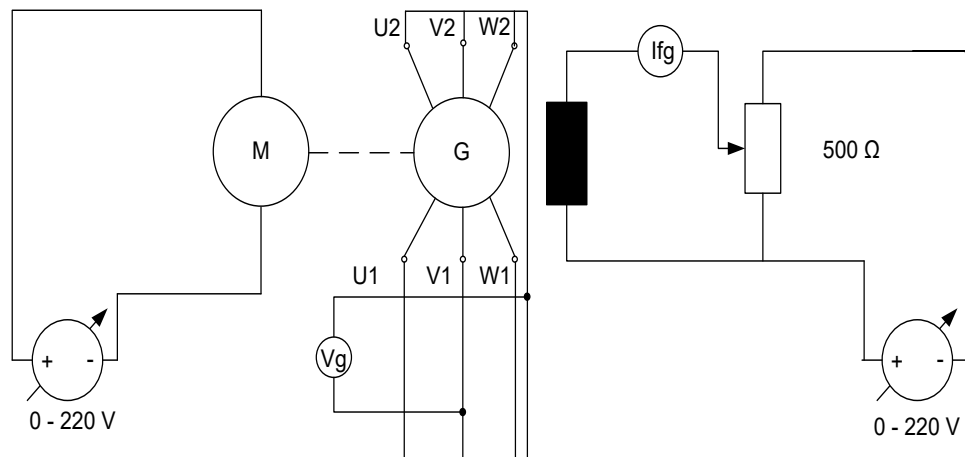
- 1) Baca dan pelajari setiap langkah/instruksi kerja dibawah ini dengan cermat sebelum melaksanakan praktek.
- 2) Laksanakan pekerjaan sesuai dengan urutan proses yang sudah ditetapkan.
- 3) Seluruh proses kerja mengacu kepada SOP/WI/IK yang dipersyaratkan.
- 4) Waktu pengerjaan yang disediakan 120 menit

b. Soal Praktik

1) Skenario

Sebagai seorang teknisi perusahaan bagian pembangkit listrik, anda diminta untuk merencanakan pembangunan dan pemasangan generator dan exciter, menyiapkan sarana prasarana pembangunan dan pemasangan generator dan exciter, melaksanakan pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter* serta membuat laporan hasil pembangunan dan pemasangan generator dan exciter sesuai standar.

2) Gambar Kerja



3) Langkah Kerja

- 1) Rencanakanlah pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter* sesuai gambar kerja.
- 2) Siapkan sarana pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter* sesuai gambar kerja.
- 3) Laksanakanlah pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter* sesuai prosedur.
- 4) Pasangkanlah *timing belt* dari motor ke generator sesuai gambar kerja.
- 5) Hubungkanlah ke sumber tegangan DC sesuai kebutuhan.
- 6) Uji Cobakanlah hasil pemasangan generator dan *exciter* sesuai gambar kerja.
- 7) Ukurlah tegangan yang dihasilkan oleh generator dan *exciter*.
- 8) Buatlah laporan hasil pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter* sesuai prosedur pembuatan laporan.

4) Bahan Praktek

No.	Nama Barang	Spesifikasi	Jumlah
1	<i>Timing belt</i>	Standar	1 Buah
2	Kertas	HVS	10 Lembar
3	Tinta Printer	Standar	1 set
4	Alat Tulis Kantor	Standar	1 set

5) Peralatan Praktik

- 1) Komputer

- 2) Printer
- 3) Kabel Rol
- 4) Motor (*Four quadrant Dynamometer/Power Supply*)
- 5) Generator dan *Exciter*
- 6) Obeng set
- 7) Tang set
- 8) Multimeter

c. Penilaian Praktik

1) Lembar Cek Observasi

PROSEDUR/LANGKAH KERJA	ACUAN PEMBANDING	PENILAIAN	
		K	BK
A. Merencanakan pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i>			
1. Mengetahui dasar pelaksanaan tugas pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i> secara cermat Sesuai ketentuan.	Manual Book		
2. Memahami Maksud & tujuan pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i> secara tepat.	Manual Book		
3. Memahami Perintah kerja pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i> , termasuk: batasan pelaksanaan pembangunan dan pemasangan; metoda komunikasi; serta standar pelaporan secara disiplin	Manual Book dan SOP Perusahaan		
4. Mengidentifikasi Perlengkapan keselamatan ketenagalistrikan (K2), peralatan utama dan pendukung pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i> secara tepat	Manual Book dan SOP Perusahaan		

PROSEDUR/LANGKAH KERJA	ACUAN PEMBANDING	PENILAIAN	
		K	BK
5. Menyanggupi Lingkup perintah kerja pembangunan dan pemasangan generator dan exciter secara disiplin	SOP Perusahaan		
B. Menyiapkan sarana pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i>			
1. Menyiapkan Perintah kerja, formulir uji, check list pembangunan dan pemasangan generator dan exciter secara tepat.	SOP Perusahaan		
2. Menyiapkan Perlengkapan keselamatan ketenagalistrikan (K2) dan peralatan pendukung lainnya sesuai prosedur.	Manual book dan SOP Perusahaan		
3. Mengkoordinasikan waktu dan pelaksanaan pembangunan dan pemasangan generator dan exciter secara tepat Sesuai prosedur.	SOP Perusahaan		
4. Menyiapkan dan mengamankan lokasi dan sarana kerja secara tepat Sesuai standar.	SOP Perusahaan		
C. Melaksanakan pembangunan dan pemasangan generator dan exciter			
1. Menerapkan perintah kerja pembangunan dan pemasangan generator dan exciter sesuai prosedur	SOP Perusahaan		
2. Menerapkan Prosedur keselamatan ketenagalistrikan (K2) secara disiplin.	SOP Perusahaan		

PROSEDUR/LANGKAH KERJA	ACUAN PEMBANDING	PENILAIAN	
		K	BK
3. Melaporkan Hal-hal yang berada diluar perintah kerja pembangunan dan pemasangan generator dan exciter secara tepat.	SOP Perusahaan		
4. Melaksanakan Pelaksanaan Butir 3.3 yang didukung perintah resmi (tertulis atau terekam melalui saluran yang baku) secara tepat.	SOP Perusahaan		
D. Membuat laporan hasil pembangunan dan pemasangan generator dan exciter			
1. Mencatat Hasil pembangunan dan pemasangan generator dan exciter secara tepat.	Manual Book		
2. Membuat Laporan pelaksanaan pembangunan dan pemasangan generator dan exciter secara cermat dan teliti.	Manual book dan SOP Perusahaan		

2) Lembar Cek Hasil

No.	ASPEK YANG DINILAI	STANDAR KEBERTERIMAAN	CEKLIS	
			K	BK
1.	Form Identifikasi yang sudah di isi	SOP Perusahaan		
2.	Form Alat dan Bahan yang di isi	SOP Perusahaan		
3.	Generator dan exciter yang terpasang	SOP Perusahaan		
4.	Hasil pengujian	Manual book		
5.	Laporan	SOP Perusahaan		

2. Evaluasi Praktik

Instruksi Evaluasi Praktik:

- a. Soal evaluasi praktik disusun oleh instruktur.
- b. Metode evaluasi ditentukan oleh instruktur
- c. Jawaban evaluasi praktik harus diserahkan sesuai dengan batas waktu yang dicantumkan.
- d. Evaluasi praktik dibuat secara tertulis dalam file word-processed sesuai dengan elemen unit kompetensi yang diuji.
- e. Plagiarisme adalah mengkopi pekerjaan seseorang dan mengakui tugas itu adalah tugas anda. Setiap kegiatan plagiarisme akan mendapatkan hasil dengan nilai nol.
- f. Bobot maksimal penilaian untuk evaluasi praktik adalah 70% dari dari keseluruhan penilaian di unit ini.
- g. Materi evaluasi yang akan diujikan merujuk kepada keterampilan dan sikap yang dibutuhkan dan tertulis pada elemen kompetensi di standar kompetensi, yaitu:
 - 1) Merencanakan pembangunan dan pemasangan generator dan exciter
 - 2) Menyiapkan sarana pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter*
 - 3) Melaksanakan pembangunan dan pemasangan generator dan exciter
 - 4) Membuat laporan hasil pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter*.

G. EVALUASI PERSONAL

FORM MONITORING PERSONAL

INSTRUKSI PENGISIAN:

Berikanlah penilaian Anda pada tingkat pemenuhan tingkat perilaku peserta pelatihan dengan membubuhkan tanda X (silang) atau V (centang) pada salah satu indikator perilaku yang ada.

Pemahaman indikator perilaku adalah:

- Jenjang yang lebih tinggi telah mencakup jenjang yang lebih rendah
- Contoh Jenjang 3 merupakan jenjang perilaku yang telah memenuhi jenjang 2 dan 1

Keterangan :

No	KOMPETENSI PERILAKU	INDIKATOR PERILAKU		PENILAIAN				
				Berikan tanda X untuk level pencapaian Pembelajaran ini				
		LEVEL	URAIAN	1	2	3	4	5
		1						
		2						
		3						
		4						
		5						

Nama Kompetensi Perilaku

Level indikator Perilaku

Pilih 1 Level indikator Perilaku sesuai hasil observasi

No	KOMPETENSI PERILAKU	INDIKATOR PERILAKU		PENILAIAN				
		Usaha untuk menunjukkan hasil kerja dengan sasaran hasil terbaik atau di atas standar yang ditetapkan		Berikan tanda X untuk level pencapaian Pembelajaran ini				
		LEVE L	URAIAN	1	2	3	4	5
1	MOTIVASI DIRI	1	Bekerja untuk memenuhi standar yang ditetapkan oleh manajemen					
		2	Menetapkan dan bertindak dalam meraih sasaran diri sendiri dan orang lain					
		3	Berusaha menyelesaikan tugas dan fokus pada perbaikan agar dapat menyelesaikan pekerjaan yang terbaik					
		4	Berusaha untuk dapat mengoptimalan penggunaan sumber daya yang ada untuk hasil kerja yang terbaik					
		5	Berusaha melakukan penyelesaian pekerjaan secara maksimal dengan selalu melakukan perhitungan terhadap potensi resiko sehingga menunjukkan usaha perbaikan dan pengembangan semaksimal yang dapat dilakukan.					

Ket : 1 : Sangat Kurang; 2 : Kurang; 3 : Cukup; 4 : Baik; 5 : Sangat Baik

No	KOMPETENSI PERILAKU	INDIKATOR PERILAKU		PENILAIAN				
		Kemampuan untuk memahami komunikasi lisan, dan tulisan yang disampaikan serta mampu menyampaikan pendapatnya secara terbuka dalam interaksi komunikasi dua arah		Berikan tanda X untuk level pencapaian Pembelajaran ini				
		LEVEL	URAIAN	1	2	3	4	5
2	KOMUNIKASI	1	Dapat memahami informasi yang disampaikan secara lisan dan tulisan					
		2	Dapat menyampaikan kembali pendapatnya dalam menanggapi gagasan yang disampaikan kepadanya					
		3	Dapat memahami informasi yang diterima, menganalisa informasi serta menyampaikan gagasan pikirnya baik dalam mengajukan pandangannya juga memberikan alasan atas pendapatnya					
		4	Dapat menuangkan pemahaman dan pendapatnya secara lisan dan tulisan serta memaparkan gagasannya dalam forum diskusi dan paparan ketika diminta					
		5	Dapat menuangkan pemahaman dan pendapatnya secara lisan dan tulisan serta memaparkan gagasannya dalam forum diskusi dan paparan ketika diminta secara jelas, dan menunjukkan kualitas yang baik					

Ket : 1 : Sangat Kurang; 2 : Kurang; 3 : Cukup; 4 : Baik; 5 : Sangat Baik

N	KOMPETENS I PERILAKU	INDIKATOR PERILAKU		PENILAIAN				
		Kesediaan untuk melakukan dan melaksanakan tugas sesuai dengan prosedur/ ketentuan yang telah ditetapkan		Berikan tanda X untuk level pencapaian Pembelajaran ini				
		LEVE L	URAIAN	1	2	3	4	5
3	KESEDIAAN MENGIKUTI ATURAN	1	Bersedia diarahkan dan mengikuti prosedur dan bila diingatkan dapat memahami dan mengikuti ketentuan yang ditetapkan					
		2	Memahami tahapan tugas dan proses kerja serta bersedia menjalankan setiap tahapan pekerjaan yang disampaikan kepadanya					
		3	Memahami tugas dan melakukan setiap tahapan proses dengan konsisten					
		4	Secara berkelanjutan mengikuti setiap ketentuan/ aturan yang berlaku, dengan pemahaman dan berusaha bertanya untuk memperbaiki setiap kekurangan yang diketahuinya					
		5	Dapat mengikuti aturan/ prosedur dan membantu memberikan pemahaman kepada tim kerja/ groupnya					

Ket : 1 : Sangat Kurang; 2 : Kurang; 3 : Cukup; 4 : Baik; 5 : Sangat Baik

N	KOMPETENSI PERILAKU	INDIKATOR PERILAKU		PENILAIAN				
		Dorongan atau kemampuan untuk bekerja sama dengan orang lain; dorongan atau kemampuan untuk menjadi bagian dari suatu kelompok dalam melaksanakan suatu tugas		Berikan tanda X untuk level pencapaian Pembelajaran ini				
		LEVEL	URAIAN	1	2	3	4	5
4	KERJASAMA TIM	1	Meminta gagasan dan pendapat dalam mengambil keputusan atau merencanakan sesuatu.					
		2	Menjaga orang lain tetap memiliki informasi dan hal-hal baru tentang proses dalam kelompok, dan membagi informasi yang relevan.					
		3	Memperlihatkan harapan positif kepada orang lain dan menindak-lanjuti untuk pencapaian hasil bersama					
		4	Berusaha memahami, menghargai orang lain yang berhasil					
		5	Mendorong orang lain dan membuat mereka merasa terlibat dan memberikan kontribusi untuk pencapaian hasil terbaik Bersama					

Ket : 1 : Sangat Kurang; 2 : Kurang; 3 : Cukup; 4 : Baik; 5 : Sangat Baik

N	KOMPETENSI PERILAKU	INDIKATOR PERILAKU		PENILAIAN				
		Dorongan dalam diri seseorang untuk memastikan / mengurangi ketidakpastian khususnya berkaitan dengan penugasan, kualitas dan ketepatan / ketelitian data dan informasi di tempat kerja		Berikan tanda X untuk level pencapaian Pembelajaran ini				
		LEVEL	URAIAN	1	2	3	4	5
5	TELITI	1	Menunjukkan kecermatan namun membutuhkan pengawasan					
		2	Dapat menunjukkan hasil kerja dengan detail proses pekerjaan secara konsisten					
		3	Menyelesaikan setiap pekerjaan dan memeriksa ketepatan informasi/data untuk dapat secara tepat diselesaikan					
		4	Menunjukkan perhatian terhadap kejelasan, kepastian detail pekerjaan dan memeriksa setiap tahapan agar sesuai dengan standard yang ditetapkan					
		5	Memastikan seluruh proses pelaksanaan pekerjaan memiliki standard dan melakukan pemeriksaan pada setiap tahapan, dan memastikan perbaikan pada setiap tahapan agar dicapai proses/hasil kerja yang memiliki kualitas terbaik					

Ket : 1 : Sangat Kurang; 2 : Kurang; 3 : Cukup; 4 : Baik; 5 : Sangat Baik

No	KOMPETENSI PERILAKU	INDIKATOR PERILAKU		PENILAIAN				
		Kemampuan untuk memahami situasi dengan menggunakan dasar pemikiran dalam memecahkan masalah menjadi bagian-bagian yang lebih rinci (faktor-faktor), atau mengamati keadaan tahap demi tahap berdasarkan pengalaman untuk digunakan dalam pertimbangan yang dilakukan.		Berikan tanda X untuk level pencapaian Pembelajaran ini				
		LEVEL	URAIAN	1	2	3	4	5
6	ANALISA & ANTISIPASI	1	Dapat memahami permasalahan pada tugas/pekerjaan dan mengelompokkan pada skala prioritas					
		2	Dapat memahami permasalahan pada tugas/ pekerjaan dan memecah proses kedalam tahapan tugas dan hubungan satu dengan lainnya					
		3	Dapat memahami permasalahan pada tugas/ pekerjaan dan mengolah setiap informasi yang diperoleh dengan melihat hubungan satu informasi dengan informasi lainnya berdasarkan tahapan penyelesaian masalah yang menjadi prioritas yang ada					
		4	Dapat mengolah setiap informasi dan hubungan setiap informasi serta dapat melihat kemungkinan yang ditimbulkan					
		5	Dapat mengolah setiap informasi dan hubungan setiap informasi serta dapat melihat potensi masalah dan mengolah informasi secara terintegrasi dengan mempertimbangkan prioritas serta mengantisipasi agar kualitas tindakan yang matang					

Ket : 1 : Sangat Kurang; 2 : Kurang; 3 : Cukup; 4 : Baik; 5 : Sangat Baik

No	KOMPETENSI PERILAKU	INDIKATOR PERILAKU		PENILAIAN				
		Besarnya usaha tambahan yang dikeluarkan untuk mengumpulkan informasi lebih banyak sehubungan dengan pelaksanaan pekerjaan dan pengambilan keputusan		Berikan tanda X untuk level pencapaian Pembelajaran ini				
		LEVEL	URAIAN	1	2	3	4	5
7	MENCARI INFORMASI	1	Menerima dan mencari informasi tambahan bila diarahkan					
		2	Mencari informasi yang tepat untuk hal yang sesuai dengan materi/pekerjaan					
		3	Mencari informasi dari berbagai sumber yang dibutuhkan dalam penyelesaian pekerjaan					
		4	Memilih peluang-peluang potensial yang mungkin berguna dimasa yang akan datang, dan selalu melihat situasi kerja sebagai dasar menentukan informasi yang dibutuhkan					
		5	Mencari informasi dari berbagai sumber dan melihat hubungan informasi yang dicari untuk melengkapi setiap tahapan kerja serta mencocokkan pada setiap hubungan sebab akibat untuk setiap informasi yang dikumpulkan					

Ket : 1 : Sangat Kurang; 2 : Kurang; 3 : Cukup; 4 : Baik; 5 : Sangat Baik

No	KOMPETENSI PERILAKU	INDIKATOR PERILAKU		PENILAIAN				
		Dorongan bertindak untuk melebihi yang dibutuhkan atau yang dituntut oleh pekerjaan / lingkungan melakukan sesuatu tanpa menunggu perintah lebih dahulu, tindakan ini dilakukan untuk memperbaiki atau meningkatkan hasil pekerjaan atau menghindari timbulnya masalah atau menciptakan peluang baru.		Berikan tanda X untuk level pencapaian Pembelajaran ini				
		LEVEL	URAIAN	1	2	3	4	5
8	PROAKTIF	1	Menunjukkan inisiatif dalam tugas/ pekerjaan yang menjadi tuntutan/tanggung jawabnya					
		2	Menunjukkan kesungguhan dalam memberikan kontribusi dalam kegiatan yang diikuti untuk sasaran pencapaian hasil kerjanya					
		3	Mengenali & memanfaatkan setiap peluang dan menggunakannya agar dapat memberikan kontribusi pada hasil kerja yang ditetapkan					
		4	Memiliki usaha dalam setiap kegiatan untuk performansi lebih dari yang diharapkan pekerjaan					
		5	Mengantisipasi dan menganalisa peluang & masalah dalam menyelesaikan tugas dan memanfaatkan setiap sumber daya agar dapat secara positif dimanfaatkan dalam memberikan kontribusi guna pencapaian hasil kerja yang maksimal					

Ket : 1 : Sangat Kurang; 2 : Kurang; 3 : Cukup; 4 : Baik; 5 : Sangat Baik

H. LAMPIRAN

1. Kamus Istilah

a.	<i>Exciter</i>	Komponen yang digunakan untuk mengatur arus dan tegangan pada generator
b.	Generator	Komponen yang digunakan untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik
c.	<i>Toolbox</i>	Kotak alat listrik yang dilengkapi dengan peralatan dasar seperti obeng, tang, kunci pas, dan peralatan lainnya
d.	Frekuensi	Ukuran jumlah terjadinya sebuah peristiwa dalam satuan waktu. Satuan Hz
e.	Stator	Gulungan kawat penghantar yang disusun sedemikian rupa dan ditempatkan pada alur-alur inti besi
f.	Rotor	Bagian untuk menempatkan kumparan medan magnet excitasi

2. Referensi

a.	Hariyati, dkk. 2016. <i>Sistem proteksi generator dengan tahanan tinggi pada PLTU Labuhan angin terhadap gangguan satu fasa ke bumi</i> , Jurnal SUTET, Volume 6 – Nomor 1, ISSN : 2356 – 1505, Hal. 1 - 47
b.	Kadir, Abdul. 1999. <i>Mesin Sinkron</i> , Djambatan, Jakarta
c.	Marsudi, Djiteng. 2003. <i>Pembangkitan Energi Listrik</i> , PT. Jalamas Berkatama, Jakarta
d.	Undang – undang No. 20 Tahun 2002 Tentang Ketenagalistrikan
e.	https://www.hargen.co.id/seputar-genset/prosedur-pemasangan-sesuai-sop-genset/
f.	https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_generator
g.	http://dunia-listrik.blogspot.com/2009/04/metode-paralel-generator-sinkron.html
h.	https://www.cnzahid.com/2015/02/tools-for-alignment.html
i.	https://dokumen.tips/documents/generator-exciter.html?page=1

3. Unit Kompetensi

KODE UNIT : D.35.112.00.041.1

JUDUL UNIT : Memasang Generator dan *Exciter* bagi Pelaksana Utama

DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini berkaitan dengan pelaksanaan pembangunan dan pemasangan generator dan *exciter* secara mandiri bagi Pelaksana sesuai perintah di bawah pengawasan tidak langsung.

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Merencanakan pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i>	<p>1.1 Sesuai ketentuan, dasar pelaksanaan tugas pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i>, diketahui.</p> <p>1.2 Maksud & tujuan pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i> dipahami.</p> <p>1.3 Perintah kerja pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i>, termasuk: batasan pelaksanaan pembangunan dan pemasangan; metoda komunikasi; serta standar pelaporan dipahami.</p> <p>1.4 Perlengkapan keselamatan ketenagalistrikan (K2), peralatan utama dan pendukung pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i>, diidentifikasi.</p> <p>1.5 Lingkup perintah kerja pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i> disanggupi</p>
2. Menyiapkan sarana pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i>	<p>2.1 Perintah kerja, formulir uji, check list pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i> disiapkan</p> <p>2.2 Perlengkapan keselamatan ketenagalistrikan (K2) dan peralatan pendukung lainnya disiapkan.</p> <p>2.3 Sesuai prosedur, waktu dan pelaksanaan pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i> dikoordinasikan.</p> <p>2.4 Sesuai standar, lokasi dan sarana kerja, disiapkan dan diamankan.</p>
3. Melaksanakan Pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i>	<p>3.1 Perintah kerja pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i> diterapkan.</p> <p>3.2 Prosedur keselamatan ketenagalistrikan (K2) diterapkan.</p> <p>3.3 Hal-hal yang berada diluar perintah kerja pembangunan dan pemasangan generator dan <i>exciter</i>, dilaporkan.</p> <p>3.4 Pelaksanaan Butir 3.3 yang didukung perintah resmi (tertulis atau terekam melalui saluran yang baku) dilaksanakan.</p>

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
4. Membuat laporan hasil pembangunan dan pemasangan generator dan exciter	<p>4.1 Hasil pembangunan dan pemasangan generator dan exciter dicatat.</p> <p>4.2 Laporan pelaksanaan pembangunan dan pemasangan generator dan exciter dibuat.</p>

BATASAN VARIABEL

1. Konteks Variabel

Pelaksanaan kompetensi ini merujuk sepenuhnya kepada perintah kerja dari pihak yang berwenang, sehingga semua hal yang berada diluar perintah kerja termasuk harus dikonsultasikan terlebih dahulu kepada Pihak yang berwenang untuk memutuskan.

2. Peraturan yang diperlukan

- 2.1 Undang-Undang 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan
- 2.2 Peraturan Pemerintah Nomor 23 Tahun 2014 tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah 14 Tahun 2012 tentang Kegiatan Usaha Penyediaan Tenaga Listrik
- 2.3 Peraturan Pemerintah Nomor 62 Tahun 2012 tentang Usaha Jasa penunjang Tenaga Listrik
- 2.4 Peraturan Menteri ESDM Nomor 46 tahun 2017 tentang Standardisasi Kompetensi Tenaga Teknik Ketenagalistrikan

3. Norma dan Standar

- 3.1 Norma
 - 3.1.1 Pada pembangunan dan pemasangan generator dan exciter, setiap perintah dilakukan secara resmi (tertulis atau terekam), dengan menggunakan sarana dan prosedur yang berlaku.
 - 3.1.2 Setiap perintah resmi dari atasan wajib dipatuhi
 - 3.1.3 Dalam hal perintah/petunjuk yang ditunggu tidak diperoleh, atau dianggap meragukan, maka atasan dari atasan langsung adalah Pihak yang harus dihubungi
 - 3.1.4 Semua norma-norma umum yang tidak bertentangan dengan Butir 3.1.1 dan 3.1.2 tetap berlaku
- 3.2 Standar

3.2.1 SKTTK ini merupakan standar kompetensi tenaga Teknik ketenagalistrikan pada pembangunan dan pemasangan generator dan exciter

3.2.2 Semua standar-standar umum yang tidak bertentangan dengan Butir 3.2.1 tetap berlaku

4. Peralatan dan Perlengkapan

4.1 Peralatan

4.1.1 Peralatan yang diperlukan sesuai dengan pembangunan dan pemasangan generator dan exciter yang akan dikerjakan

4.2 Perlengkapan

4.2.1 APD

4.2.2 Rambu rambu K2 di daerah kerja

4.2.3 Dokumen, manual dan prosedur pembangunan dan pemasangan generator dan exciter disiapkan di lokasi uji kompetensi

Panduan Penilaian

1. Konteks Penilaian

- 1.1 Penilaian/asesmen kompetensi ini dapat dilakukan di tempat kerja atau pada tempat yang disimulasikan
- 1.2 Peserta harus dilengkapi dengan peralatan/perlengkapan, dokumen, bahan, serta fasilitas asesmen yang dibutuhkan
- 1.3 Perencanaan proses asesmen ditetapkan dan disepakati bersama dengan para pihak terkait mempertimbangkan aspek aspek tujuan dan kontek asesmen, ruang lingkup, kompetensi, persyaratan peserta, dan tempat asesmen
- 1.4 Metoda asesmen yang diterapkan meliputi: tes tertulis, tes lisan/wawancara, observasi demonstrasi/praktek, verifikasi bukti/portofolio

2. Persyaratan Kompetensi

- 2.1 Memasang Emergency Genset bagi Pelaksana Madya
- 2.2 Memasang Transformator bagi Pelaksana Madya
- 2.3 Memasang DC Power dan UPS bagi Pelaksana Madya

3. Pengetahuan dan Keterampilan

3.1 Pengetahuan

- 3.1.1 Memahami Ketentuan keselamatan ketenagalistrikan (K2)
- 3.1.2 Memahami material peralatan generator dan exciter
- 3.1.3 Memahami prosedur pemasangan generator dan exciter
- 3.1.4 Memahami prinsip kerja dan diagram kerja generator dan Exciter
- 3.1.5 Memahami pengukuran parameter generator dan exciter secara presisi
- 3.1.6 Memahami teknik tenaga listrik
- 3.1.7 Memahami teknik alignment poros
- 3.1.8 Memahami teknik pembuatan laporan
- 3.2 Keterampilan
 - 3.2.1 Menerapkan Ketentuan keselamatan ketenagalistrikan (K2)
 - 5.2.2 Menerapkan teknik penggunaan material yang sesuai dengan generator dan exciter
 - 5.2.3 Menerapkan prosedur pemasangan generator dan exciter
 - 5.2.4 Menerapkan teknik pengukuran parameter generator dan exciter secara presisi
 - 5.2.5 Menerapkan teknik tenaga listrik
 - 5.2.6 Menerapkan teknik alignment poros
 - 5.2.7 Menerapkan teknik pembuatan laporan

4. Sikap kerja yang diperlukan

- 4.1 Disiplin dalam mematuhi perintah kerja
- 4.2 Cermat di dalam mengamati kondisi generator dan exciter
- 4.3 Jelas dan lugas dalam berkomunikasi
- 4.4 Peduli terhadap kebersihan dan keselamatan lingkungan kerja termasuk keselamatan generator dan exciter

5. Aspek Kritis

- 5.1 Mampu melaksanakan pembangunan dan pemasangan generator dan exciter dengan konsisten di tiap elemen kompetensi
- 5.2 Mampu memenuhi kriteria yang tercakup pada setiap elemen kompetensi dengan menggunakan teknik-teknik dan standar yang berlaku
- 5.3 Menunjukkan pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja yang sesuai dengan tuntutan pembangunan dan pemasangan generator dan exciter ini

Daftar Nama Penyusun

No	Nama	Profesi
1.	Mahefud Ismail, M.T	Direktur PT. Wima Utama Indonesia
2.	Sugeng Rohmadi, S.T	Instruktur Kejuruan Teknik Listrik BBPVP Serang