

**KOMISIONING
PUSAT LISTRIK TENAGA DIESEL
(PLTD)**

1. PENDAHULUAN

1.1. UMUM

- ⚡ Komisioning instalasi Unit PLTD merupakan rangkaian dari beberapa kegiatan pemeriksaan dan pengujian atau komisioning atas beberapa subsistemnya, yaitu:
 - ✓ Komisioning Mesin Diesel
 - ✓ Komisioning Generator dan Eksitasi
 - ✓ Komisioning Bay Trafo Generator
 - ✓ Komisioning Unjuk Kerja
 - ✓ Komisioning Instalasi Listrik Bangunan lainnya

- ✦ Masing-masing komisioning tersebut di atas dilaksanakan dalam beberapa tahapan kegiatan meliputi pemeriksaan /inspeksi dan pengujian, yaitu:
 - ✓ Inspeksi dan pemeriksaan pendahuluan (Preliminary Inspection)
 - ✓ Uji Individual
 - ✓ Uji Subsistem
 - ✓ Uji Sistem

- ✦ Komisioning dimulai setelah pemasangan instalasi selesai, dinyatakan dalam Lembar Pernyataan oleh Tim Konstruksi yang terdiri dari Kontraktor, Koordinator Tim Komisioning dan Pemilik, yang menyatakan dan menjamin bahwa pemasangan peralatan/instalasi telah selesai dilaksanakan sesuai kontrak dan standar yang telah disepakati, dan Tim Komisioning diperkenankan untuk melaksanakan pengujian yang relevan terhadap instalasi tersebut. Jadi komisioning mulai pada saat bagian dari instalasi atau peralatan berfungsi untuk pertama kalinya dan berakhir bila instalasi tersebut telah dapat beroperasi secara rutin dengan baik, aman dan andal.

- ⚡ Persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi, yaitu berbagai dokumen, instruksi dan informasi, sebagaimana tersebut dalam butir dibawah ini, harus disediakan oleh Pabrikan dan diserahkan kepada wakil pembeli/pemilik instalasi selama komisioning. Dokumen tersebut sangat penting guna pengoperasian dan pemeliharaan instalasi.
- ⚡ Untuk mendapatkan data dan interpretasi yang tepat dan benar, dan untuk mengantisipasi kemungkinan adanya gejala yang tidak terduga, akan sangat menguntungkan apabila dilakukan pencatatan parameter yang penting secara simultan dengan menggunakan instrumen pencatat (recording instrument) yang sesuai. Pada setiap lembar data hasil pencatatan instrument tersebut, dicantumkan waktu dan tanggal pencatatan data.

1.2. RUANG LINGKUP

- ⚡ Pedoman ini berlaku untuk pelaksanaan komisioning PLTD baru dengan berbagai kapasitas yang menggunakan sumber energi primer Solar/HSD termasuk alat bantu dan sarana penunjang PLTD tersebut.
- ⚡ Pedoman ini berlaku juga untuk setiap pemeriksaan berkala (overhaul) sistem PLTD baik dilaksanakan oleh pengelola sendiri maupun oleh pihak ketiga (kontraktor).
- ⚡ Dalam hal-hal khusus, atas kesepakatan bersama secara tertulis antara pihak-pihak yang bersangkutan dapat dilakukan perubahan atau pengecualian.

1.3. MAKSUD DAN TUJUAN

- ⚡ Pedoman komisioning PLTD dimaksudkan sebagai:
 - ✓ Acuan bagi semua pihak terkait untuk mengetahui tanggung jawab masing-masing, termasuk tanggung jawab pelaksanaan dan penyiapan laporan/dokumen komisioning sesuai format dan jadual yang ditetapkan, dan dapat dipertanggung jawabkan.
 - ✓ Rujukan dalam menyusun ketentuan-ketentuan dokumen lelang atau kontrak pembelian perlengkapan PLTD dan Alat Bantunya.

1.4. PENGERTIAN

- ⚡ Yang dimaksud dengan Unit PLTD.
Adalah kesatuan peralatan-peralatan utama dan alat-alat bantu serta perlengkapannya yang tersusun dalam hubungan kerja, membentuk sistem untuk mengubah energi yang terkandung didalam bahan bakar minyak menjadi tenaga mekanis dengan menggunakan mesin diesel sebagai penggerak utamanya. dan seterusnya tenaga mekanis tersebut oleh generator diubah menjadi tenaga listrik .
- ⚡ Komisioning PLTD.
Adalah rangkaian kegiatan yang terus menerus, dimulai sejak saat pemasangan selesai (Construction essentially complete) sampai saat "Serah terima" (taking over) dengan tujuan membawa sistem dari kondisi non aktif ke kondisi aktif dengan melaksanakan kegiatan pemeriksaan, pembersihan, uji individu, uji subsistem dan uji sistem untuk pembuktian terhadap persyaratan kontrak ataupun keamanan dan keandalan operasi.

⚡ Serah terima (Taking over).

Adalah pengalihan tanggung jawab operasi dari kontraktor kepada pemilik atas sistem PLTD secara keseluruhan atau sebagian sesuai ruang lingkup kontrak, setelah selesai komisioning dan mulai diberlakukannya masa jaminan (warranty periode).

⚡ Penerimaan akhir (Final acceptance).

Adalah penerimaan oleh pemilik dari kontraktor atas sistem PLTD secara keseluruhan atau sebagian sesuai ruang lingkup kontrak, setelah habis masa jaminan dan penyelesaian seluruh kekurangan/kerusakan (deficiency).

1.5. DOKUMEN KOMISIONING YANG HARUS DISIAPKAN

- ✦ Dokumen yang harus disiapkan oleh kontraktor dan pemasok/pabrik peralatan dalam rangka komisioning adalah:
 - ✓ Dokumen kontrak, terutama yang menyangkut spesifikasi teknik dan garansi.
 - ✓ Daftar material/peralatan (material lists), diskripsi dan sertifikat uji untuk bagian atau komponen utama.
 - ✓ Gambar teknik pemasangan dan data instalasi
 - ✓ Diagram logik, diagram garis tunggal, diagram skematis
 - ✓ Kurva unjuk kerja dan kurva koreksi
 - ✓ Instruksi atau buku petunjuk pengoperasian, inspeksi dan pemeliharaan
 - ✓ Instuksi perakitan atau pembongkaran dari peralatan atau bagian peralatan
 - ✓ Instruksi tentang keselamatan (safety instruction).
 - ✓ Daftar suku cadang asli, sebagaimana disebutkan dalam kontrak

- ✓ Buku-buku standar yang berkaitan dengan instalasi/peralatan yang diuji.
 - ✓ Buku petunjuk pabrikan, tabel ataupun kurva-kurva untuk koreksi perhitungan.
 - ✓ Jadwal komisioning
 - ✓ Prosedur pengujian
 - ✓ Laporan pengujian pabrik.
 - ✓ Hasil pemeriksaan, pengujian dan pengukuran yang dilakukan oleh kontraktor dan pabrikan yang dituangkan dalam blangko atau formulir yang sesuai beserta evaluasinya.
 - ✓ Data-data lain yang diperlukan untuk pengoperasian dan pemeliharaan unit seperti: data dan karakteristik peralatan; diskripsi tentang berbagai sistem bahan bakar; sistim pendinginan; sistem pelumasan; nilai-nilai batas suhu; nilai batas tekanan.
- ⚡ Dokumen tersebut di atas harus sudah tersedia sebelum dan selama komisioning dilaksanakan

1.6. TAHAP KEGIATAN KOMISIONING

- ⚡ Secara umum pelaksanaan komisioning unit pembangkit terbagi dalam beberapa tahap kegiatan sbb:
 - ✓ Pemeriksaan pendahuluan
 - ✓ Uji individual
 - ✓ Uji sub sistim, meliputi:
 - Uji sequential interlock
 - Uji proteksi
 - Uji kontrol elektrik/pneumatik
 - Uji jalan sistim
- ⚡ Uji sistim, meliputi:
 - Uji alat-alat pengaman/Uji jalan tanpa beban
 - Uji lalan berbeban (loading test)
 - Uji lepas beban (load rejection test)
 - Pemeriksaan (inspection)
 - Uji keandalan (reability test)
 - Uji unjuk kerja (performance test)

- ⚡ Komisioning dimulai setelah pemasangan selesai, yaitu setelah Uji Pra Komisioning selesai dilakukan ditandai dengan diserahkannya Lembar Pernyataan yang menyatakan bahwa peralatan siap untuk diuji. Setelah komisioning selesai dan serah terima unit pembangkit dapat dilaksanakan, mulailah masa garansi dalam kurun waktu tertentu yang telah disepakati bersama. Setelah masa garansi berakhir, penerimaan akhir (final acceptance) dapat dilakukan dan tanggung jawab beralih sepenuhnya pada pemilik.

Tahap kegiatan komisioning PLTG tertera pada Lampiran 2.

1.7. PEDOMAN POKOK

- ✦ Pedoman Pokok yang digunakan sebagai acuan atau patokan penilaian hasil uji instalasi pembangkit adalah sbb.:
 - ✓ Ketentuan-ketentuan pada kontrak terutama yang menyangkut spesifikasi peralatan dan yang menyangkut garansi.
 - ✓ Standar yang berlaku dan telah disepakati oleh kedua pihak
 - ✓ Sertifikat pengujian pabrik
 - ✓ Ketentuan-ketentuan dari pabrik penjualnya yang telah disepakati oleh kedua pihak.

- ✦ Standar yang digunakan sebagai pedoman pokok atau rujukan (referensi) dalam komisioning ini dapat dilihat pada Lampiran 1, dengan urutan prioritas penggunaan sbb.:
 - ✓ Standar Nasional Indonesia (SNI)
 - ✓ Standar Internasional (IEC dan ISO)
 - ✓ Standar lain yang disepakati atau diacu untuk desain/perencanaan instalasi dan peralatan seperti:
 - SPLN
 - ASME
 - ANSI
 - DIN
 - JIS

1.8. KETENTUAN PENILAIAN / EVALUASI

- ⚡ Ketentuan penilaian atau evaluasi atas hasil-hasil pemeriksaan dan pengujian instalasi pembangkit adalah sbb:
 - ✓ Instalasi PLTD harus memenuhi semua persyaratan yang menyangkut keselamatan kerja dan keselamatan umum serta persyaratan lingkungan yang diatur dalam pedoman pokok Pedoman Komisioning ini.
 - ✓ Hal-hal yang menyangkut keandalan sistem, instalasi Mesin Diesel harus memenuhi semua persyaratan persyaratan yang disebut dalam kontrak. Bila persyaratan mengenai keandalan ini tidak diatur dalam kontrak, maka dipakai tolok ukur yang lazim digunakan .atas dasar kesepakatan bersama antara pemilik dan kontraktor.

- ⚡ Dalam menilai /mengevaluasi hasil pengujian dalam komisioning, tidak dapat ditentukan hanya sepihak saja, mengingat banyak variable-variable. Dengan demikian maka harus ditempuh beberapa kesepakatan antara lain :
 - ✓ Semua pihak harus sepakat mengenai cara penyelesaian yang akan ditempuh bila terjadi perbedaan pendapat mengenai ketelitian pengamat, kondisi dan metode pengoperasian serta hasil akhir setiap pengujian.
 - ✓ Semua pihak harus sepakat mengenai rumus yang akan digunakan untuk menghitung faktor kesalahan untuk mengevaluasi data serta kemungkinan kesalahan maksimal yang dapat ditoleransi tanpa harus mengulangi pengujian. Kesepakatan ini sedapat mungkin mencakup jumlah desimal yang digunakan dalam perhitungan serta kriteria a pembulatan desimal .

- ✓ Semua pihak harus sepakat mengenai hal-hal yang dapat membatalkan pengujian.
- ✓ Dalam hal kegiatan pemeriksaan, perlu dicapai kesepakatan mengenai sejauh mana hasil pemeriksaan bersama dapat mengizinkan kontraktor untuk dapat melaksanakan pekerjaan tahap berikutnya.
- ✓ Semua pihak harus sepakat mengenai besaran-besaran ataupun batasan-batasan yang digunakan untuk menentukan bahwa peralatan berhasil baik dalam pengujian akan komisioning.
- ✓ Semua pihak harus sepakat mengenai standard yang digunakan yang berkaitan dengan komisioning, atau mengacu pada buku petunjuk pabrik (instruction manual)

1.9. HAL – HAL YANG PERLU DIPERHATIKAN

- ⚡ Semua kelengkapan atau perlengkapan yang akan dipergunakan dalam rangka komisioning bila menyangkut konstruksi harus telah dimasukkan dalam desain konstruksi.
- ⚡ Semua alat uji khususnya meter-meter, thermokopel, flow meter, trafo arus, trafo tegangan yang digunakan untuk melakukan unjuk kerja haruslah merupakan alat standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku dengan maksimum kelas 0,5. Alat ukur ini harus sudah dikalibrasi dan koreksinya harus sudah disiapkan.
- ⚡ Kontraktor harus telah menyiapkan faktor faktor koreksi yang diperlukan dalam perhitungan efisiensi sebelum pengujian dilakukan.
- ⚡ Pengujian dianggap syah bila dihadiri oleh pihak kontraktor dan pihak pembeli.

- ⚡ Sebelum ujian dimulai, kontraktor diberi kesempatan untuk memeriksa instalasi, menguji, mengadakan modifikasi atau pengaturan yang dianggap perlu dan bila seluruh instalasi telah baik dan siap diperiksa, kontraktor memberi tahu kepada koordinator pengujian bahwa semua atau sebagian instalasi sudah siap diuji.
- ⚡ Pada setiap langkah pengujian perlu dilakukan evaluasi terhadap hasilnya sehingga bila terjadi penyimpangan kontraktor dapat melakukan suatu penyetelan kembali, modifikasi ataupun penggantian dan kemudian pengujian diulang kembali.

2. KOMISIONING MESIN DIESEL

2.1. UMUM

⚡ Sebagai penghasil tenaga, turbin uap merupakan alat yang sangat penting untuk diperiksa, baik tentang pemasangan maupun keandalan dalam operasi. Hal ini perlu untuk menjaga keselamatan dari alat itu sendiri maupun keselamatan manusianya. Diesel merupakan mesin yang harus memutar rotor generator dengan kecepatan tetap dalam keadaan berbeban maupun tidak untuk menjamin mutu listrik yang dihasilkan generator memenuhi persyaratan yaitu frekuensi dan tegangannya harus tetap. Diesel harus mampu menerima atau melepas beban tanpa mengalami kegagalan.

Disamping itu pelumasan merupakan hal yang dominan pada mesin mesin yang berputar seperti Diesel. Kalau pelumasan gagal, maka gagallah semua komponen-koniponen dalam Diesel, sebaliknya jika pelumasan baik, maka komponen-komponen dalam sistem Diesel akan lebih tahan lama.

Dengan demikian pelumasan ini juga memerlukan pengujian yang cukup ketat.

2.2. RUANG LINGKUP

- ⚡ Pedoman ini berlaku untuk pelaksanaan komisioning Mesin Diesel baru dengan berbagai kapasitas termasuk alat bantu dan sarana penunjang Mesin Diesel tersebut.
- ⚡ Pedoman ini berlaku juga untuk setiap pemeriksaan berkala (overhaul) sistem Mesin Diesel baik dilaksanakan oleh pengelola sendiri maupun oleh pihak ketiga (kontraktor).
- ⚡ Dalam hal-hal khusus, atas kesepakatan bersama secara tertulis antara pihak-pihak yang bersangkutan dapat dilakukan perubahan atau pengecualian,

2.3. MAKSUD DAN TUJUAN

- ✦ Pedoman komisioning Mesin Diesel dan alat bantu ini dimaksudkan sebagai:
 - ✓ Pedoman umum yang meliputi segi teknis yang digunakan sebagai pegangan untuk melaksanakan komisioning Mesin Diesel di seluruh Indonesia, khususnya mesin diesel pada pusat-pusat pembangkit baik milik PIUKU maupun milik PKUK.
 - ✓ Acuan bagi semua pihak terkait untuk mengetahui tanggung jawab masing-masing, termasuk tanggung jawab pelaksanaan dan penyiapan laporan/dokumen komisioning sesuai format dan jadwal yang ditetapkan, dan dapat dipertanggung jawabkan.
 - ✓ Rujukan dalam menyusun ketentuan-ketentuan dokumen lelang atau kontrak pembelian perlengkapan Mesin Diesel dan alat bantu.

2.4. PENGERTIAN

⚡ Sistem Mesin Diesel.

Adalah kesatuan beberapa sub sistem yang tersusun dalam tata hubungan kerja berfungsi untuk mengubah energi yang terkandung di dalam gas betekanan dan bersuhu tinggi berasal dari hasil pembakaran bahan bakar minyak menjadi energi mekanis untuk memutar generator.

⚡ Subsistem

Adalah rangkaian beberapa peralatan individual yang merupakan bagian dari sistem mesin diesel .yang tersusun dalam tata hubungan kerja dan mempunyai fungsi tertentu. Contoh-contoh subsistem turbin gas : Subsistem pelumas, Subsistem air pendingin, Subsistem kontrol.

⚡ Peralatan individual.

Adalah tiap-tiap peralatan dari subsistem mesin diesel yang ditinjau secara mandiri sesuai fungsinya. Contoh-contoh peralatan individu: pompa air pendingin, radiator, alat pemindah kalor, katup/keran angin.

⚡ Komisioning Mesin Diesel.

Adalah rangkaian kegiatan yang terus menerus, dimulai sejak saat pemasangan selesai (Construction essentially complete) sampai saat "***Serah terima***" (taking over) dengan tujuan membawa sistem dari kondisi non aktif ke kondisi aktif dengan melaksanakan kegiatan pemeriksaan, pembersihan, uji individu, uji subsistem dan uji sistem untuk pembuktian terhadap persyaratan kontrak ataupun keamanan dan keandalan operasi.

2.5. INSPEKSI & PEMERIKSAAN PENDAHULUAN (PLELIMINARY INSPECTION)

- ✦ Dalam pemeriksaan pendahuluan, hal-hal yang diperiksa yaitu: data spesifikasi peralatan, kelengkapan peralatan, kesesuaian peralatan termasuk tanda-tanda, sertifikat/laporan hasil uji, hasil pemasangan dan pemeriksaan hasil rehabilitasi (kalau ada).

Peralatan yang diperiksa meliputi:

- ✓ Peralatan mekanis.
- ✓ Peralatan listrik.
- ✓ Perlengkapan kendali dan instrumen.

Sebelum suatu alat/sistem siap untuk diuji, maka terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan/ pengujian terhadap konstruksi a.l.:

- Hasil pengelasan,
- Pekerjaan mekanis,
- Pekerjaan listrik,
- Kebersihan,
- Kelurusan ,
- Kelonggaran,
- Kawat mengawat,
- Arah putaran,
- Pemipaan

2.6. UJI INDIVIDUAL (INDIVIDUAL TEST)

⚡ Peralatan yang mengalami uji individu yaitu:

✓ Mesin Diesel.

Pengujian meliputi:

- Kepala silinder komplet
- Blok mesin
- Karter
- Poros engkol komplet
- Torak dan batang torak
- Sistem pengaturan waktu
- Sistem pengaturan putaran
- Sistem gas buang/udara masuk
- Sistem bahan bakar minyak
- Sistem pendingin torak.

✓ Bahan bakar.

Pengujian meliputi:

- Bahan bakar minyak
- Tangki harian minyak
- Pompa sirkulasi minyak

- Pompa pengisian minyak
 - Saringan-saringan
 - Pompa batu tangan/listrik
 - Separator
 - Pipa-pipa
 - Keran-keran
 - Packing, gasket dan seal.
- ✓ Pelumas.
- Pengujian meliputi:
- Minyak pelumas
 - Tangki harian minyak pelumas
 - Pompa utama minyak pelumas
 - Pompa pelumas katup
 - Pompa pelumas tabung silinder
 - Alat pemindah kalor (heat exchanger)
 - Radiator
 - Saringan-saringan

- Saringan-saringan
 - Separator
 - Pipa-pipa
 - Keran-keran
 - Packing, gasket dan seal.
- ✓ Air pendingin.
- Pengujian meliputi:
- Air pendingin mesin (fresh water/raw water)
 - Tangki air pendingin mesin
 - Pompa utama air pendingin mesin
 - Pompa bantu air pendingin mesin
 - Alat pemindah kalor (heat exchanger)
 - Radiator
 - Menara pendingin (cooling tower)
 - Pemancar air pendingin
 - Water treatment unit
 - Pipa-pipa
 - Keran-keran
 - Packing, gasket dan seal.

- ✓ Pendingin pengabut.
Pengujian meliputi:
 - Air pendingin pengabut
 - Tangki air pendingin pengabut
 - Pompa air pendingin pengabut
 - Alat pemindah kalor (heat exchanger)
 - Radiator
 - Water treatment unit
 - Pipa-pipa
 - Keran
 - Packing, gasket dan seal.

- ✓ Pendingin katup.
Pengujian meliputi:
 - Air pendingin katup
 - Tangki air pendingin katup
 - Pompa air pendingin katup
 - Alat pemindah kalor (heat exchanger)
 - Radiator
 - Water treatment unit
 - Pipa
 - Keran
 - Packing, gasket dan seal.

- ✓ Starter.
Pengujian meliputi:
 - Kompresor treatment unit
 - Botol angin
 - Selenoid
 - Katup/keran angin
 - Pipa-pipa angin
 - Per engkol mekanik
 - Motor starter
 - Baterai starter
 - Motor bensin starter.

- ✓ Gas buang/udara masuk.
Pengujian meliputi:
 - Gas buang
 - Sambungan pipa elastis (flexible joint)
 - Peredam suara (silincer)
 - Saringan udara masuk
 - Minyak di saringan udara masuk
 - Baut-baut, mur
 - Packing, gasket dan seal.

- ✓ Derek gantung ruang diesel

- ✓ Peralatan lainnya yang termasuk kontrak.

2.7. UJI SUB SISTEM

- ✦ Pada umumnya pengujian suatu sub sistem dapat terdiri dari satu atau lebih mata uji lain:
 - ✓ Uji pembebanan pompa, fan atau kompresor, motor penggerak meliputi: pengukuran temperatur bantalan dan tutup turbin, pengukuran vibrasi, uji bising, pengukuran tekanan, pengukuran jumlah aliran fluida.
 - ✓ Uji operasional terhadap semua peralatan yang bersangkutan dan bekerja secara terpadu dengan subsistem tersebut.
 - ✓ Pembilasan terhadap minyak pelumas (tube oil), minyak perapat (seal oil), sistem air (water system).
 - ✓ Uji urutan dan saling kunci (interlock and sequential test).
 - ✓ Uji injeksi primer (primary injection test).
 - ✓ Uji indikasi elektris/pneumatik, pengukuran dan loop kontrol (electrical/pneumatic indication, metering and control loop test).
 - ✓ Uji simulasi (simulation test).

2.8. UJI SISTEM MESIN DIESEL

- ✦ Pengujian sistem mesin diesel terdiri dari satu atau lebih mata uji antara lain:
 - ✓ Uji hampa (vacuum test).
 - ✓ Uji jalan awal dan putaran (initial run and rolling test).
 - ✓ Uji governor/pengatur putaran (governor test).
 - ✓ Uji saling kunci turbin generator (turbine generator interlock test).
 - ✓ Uji tegangan pembangkitan generator (generator built up voltage test).
 - ✓ Uji hubung pendek (short circuit test).
 - ✓ Uji mulai turbin otomatis (automatic turbine start up test).

2.9. LAPORAN

- ⚡ Laporan komisioning Mesin Diesel memuat hasil pemeriksaan dan pengujian serta kekurangan-kekurangannya ataupun hal-hal yang menggantung dan alat-alat yang masih harus diganti oleh kontraktor/fabrikan. Laporan komisioning Mesin Diesel memuat data/hasil pengamatan atau pengukuran selama pengujian peralatan individual, subsistem maupun sistem, yang pencatatannya disaksikan oleh kontraktor dan Tim komisioning.

Laporan ini merupakan bagian dari Laporan Komisioning PLTD.

3. KOMISIONING GENERATOR DAN EKSITASI

3.1. UMUM

⚡ Generator dan Esitasi adalah bagian dari sistem kelistrikan yang sangat vital dari suatu sistem pembangkitan tenaga listrik. Alat inilah yang mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik.

Keadaan beroperasi suatu generator ditentukan mulai dari perencanaan yang baik, termasuk pemilihan spesifikasi desain, pomasangan, pengujian, pengoperasian dan pemeliharaan. Pengujian adalah suatu tahap proses dari rangkaian tahap proses, mulai dari pembangunan sampai dengan serah terima suatu instalasi.

3.2. RUANG LINGKUP.

- ⚡ Pedoman ini berlaku untuk pelaksanaan komisioning generator baru dengan berbagai kapasitas termasuk alat bantu dan sarana penunjang generator tersebut.
- ⚡ Pedoman ini berlaku juga untuk setiap pemeriksaan berkala (overhaul) sistem generator baik dilaksanakan oleh pengelola sendiri maupun oleh pihak ketiga (kontraktor).
- ⚡ Dalam hal-hal khusus, atas kesepakatan bersama secara tertulis antara pihak-pihak yang bersangkutan dapat dilakukan perubahan atau pengecualian,

3.3. MAKSUD DAN TUJUAN

- ⚡ Pedoman komisioning generator dimaksudkan sebagai:
 - ✓ Pedoman umum yang meliputi segi teknis yang digunakan sebagai pegangan untuk melaksanakan komisioning generator di seluruh Indonesia, khususnya generator pada pusat-pusat pembangkit baik milik PIUKU maupun milik PKUK.
 - ✓ Acuan bagi semua pihak terkait untuk mengetahui tanggung jawab masing-masing, termasuk tanggung jawab pelaksanaan dan penyiapan laporan/dokumen komisioning sesuai format dan jadwal yang ditetapkan, dan dapat dipertanggung jawabkan.
 - ✓ Rujukan dalam menyusun ketentuan-ketentuan dokumen lelang atau kontrak pembelian perlengkapan generator dan Alat Bantunya.

3.4. PENGERTIAN

- ⚡ Sistem Generator .
Adalah kesatuan beberapa subsistem yang tersusun dalam tata hubungan kerja berfungsi untuk mengubah energi mekanis yang diterima pada poros rotor dari turbin uap menjadi energi listrik.
- ⚡ Subsistem Generator
Adalah rangkaian beberapa peralatan individual yang merupakan bagian dari sistem generator yang tersusun dalam tata hubungan kerja dan mempunyai fungsi tertentu. Contoh-contoh subsistem generator : Sistem pembumian, sistem pengaman dan kontrol, peralatan bantu, perlengkapan.
- ⚡ Peralatan individual.
Adalah tiap-tiap peralatan dari subsistem generator yang ditinjau secara mandiri sesuai fungsinya. Contoh-contoh peralatan individu: Motor AC/DC, Panel, Batere, Relay pengaman.

⚡ Komisioning generator.

Adalah rangkaian kegiatan yang terus menerus, dimulai sejak saat pemasangan selesai (Construction essentially complete) sampai saat "***Serah terima***" (taking over) dengan tujuan membawa sistem dari kondisi non aktif ke kondisi aktif dengan melaksanakan kegiatan pemeriksaan, pembersihan, uji individu, uji subsistem dan uji sistem untuk pembuktian terhadap persyaratan kontrak ataupun keamanan dan keandalan operasi.

3.5. INSPEKSI DAN PEMERIKSAAN PENDAHULUAN (PRELIMINARY INSPECTION)

⚡ Pemeriksaan Secara Visual

Pemeriksaan secara visual ini ditujukan untuk mengetahui apakah semua perlengkapan yang dipasang telah sesuai dengan spesifikasi dalam kontrak.

Disamping itu untuk melihat apakah semua perlengkapan dalam kondisi baik, secara fisik tidak ada kelainan.

⚡ Pengecekan Pemasangan.

Pengecekan ini diajukan untuk menentukan apakah pemasangannya telah terdapat kecocokan dengan gambar. rencana serta peraturan-peraturan yang berlaku.

3.6. UJI INDIVIDUAL (INDIVIDUAL TEST)

- ✦ Uji Individual Generator Utama.
- ✦ Disamping pemeriksaan sifat tampak sebagaimana diutarakan di atas, minimal generator harus diuji sbb :
 - ✓ Pengukuran resistans isolasi
 - ✓ Pengukuran resistans belitan
 - ✓ Pengukuran tangen delta
 - ✓ Uji tegangan tinggi.
- ✦ Kecuali itu dapat dilakukan juga pengujian lainnya seperti:
 - ✓ Uji kerja rem rem (brake operation test)
 - ✓ Pengecekan dudukan rotor (rotor jack operation check)
 - ✓ Uji corona (corona test)
 - ✓ Uji sistim pemadam kebakaran (test of fire extinguishing system)
 - ✓ Pengecekan rele indikator minyak pelumas generator
 - ✓ Pengecekan kerja pompa pelumas
 - ✓ Kalibrasi peralatan ukur suhu

- ✦ Uji Individual Peralatan bantu dan perlengkapan Generator lainnya.
Suatu unit generator dapat beroperasi dengan baik apabila peralatan bantu serta perlengkapannya berfungsi sebagaimana diinginkan. Untuk mengetahui / memastikan apakah peralatan bantu serta perlengkapannya dapat berfungsi sebelum dioperasikan, haruslah diaktifkan terlebih dahulu pengujian serta pengukuran dari pada alat tersebut secara individual.
Pengujian peralatan dan perlengkapan generator mencakup hal lain sebagai berikut:

- ✓ Relay Pengaman a.l. :

Pengujian relay pengaman dilaksanakan dengan cara pemeriksaan visual dan pengujian karakteristik. Pengujian karakteristik antara lain:

- Relay arus lebih (OCR)
- Relay differential trafo & generator
- Relay gangguan tanah terbatas (REF)
- Relay tanah
- Relay tegangan kurang (VUR)
- Relay pengatur tegangan (AVR)
- Relay differential kabel
- Relay severe power

- ✓ Peralatan bantu
 - Motor AC dan DC
 - Pengujian yang dilakukan meliputi pengukuran tahanan isolasi dan belitan serta unjuk kerja motor.
 - Batere dan Sistem pengisi batere
Pengujian yang diberikan meliputi uji pengisian batere dan kapasitas batere.
 - Panel Tegangan Rendah
Pengujian yang dilakukan meliputi pemeriksaan pentanahan, sistem interlock, indikator dan pengukuran tahanan isolasi relai.
- ✓ Perlengkapan a.l. tahanan Netral Generator.
- ✓ Pengujian yang dilakukan, meliputi pemeriksaan penyambungan dan pengukuran nilai tahanan.
- ✓ Sistem Relay Pengaman
- ✓ Sistem peralatan untuk Start (Starting device system)
- ✓ Sistem eksitasi

- ⚡ Uji Individual terhadap peralatan utama Pusat Pembangkit lainnya :
 - ✓ Trafo Tegangan:
 - Pengukuran resistan isolasi
 - Uji perbandingan belitan
 - Uji polaritas
 - Pengukuran kapasitan
 - ✓ Trafo Arus :
 - Pengukuran resistan isolasi isolasi
 - Uji perbandingan belitan
 - Uji polaritas
 - Angka arus lebih (Over current factore/N Number)
 - Pengukuran tahanan belitan
 - Pengukuran lengkung kemagnitan
 - Pengukuran beban (Burden measurement)
 - ✓ Saklar Tegangan Tinggi:
 - Pengukuran tahanan kontak utama

- ✓ Penangkap Petir
 - Pengukuran tahanan isolasi
- ✓ Pemutus Tenaga/daya:
 - Uji mekanis
 - Uji tahanan kontak utama
 - Uji tegangan kerja dalam keadaan kering
 - Pengukuran tahanan isolasi
 - Uji waktu hubung (Closing time test)
 - Uji waktu buka (Opening time test)
 - Uji hubung – buka (trip free operation test)
 - Uji ketidaksesuaian fasa.
 - Uji operasi dengan tekanan dan suplai tegangan minimum (85% tegangan pengenal suplai)
 - Uji operasi dengan tekanan dan suplai tegangan pengenal
 - Uji operasi dengan tekanan dan suplai tegangan maksimum (110% tegangan pengenal suplai .

- ✓ Penangkap Petir :
 - Pengukuran tahanan isolasi
- ✓ Pemutus Tenaga/daya:
 - Uji mekanis
 - Uji tahanan kontak utama
 - Uji tegangan kerja dalam keadaan kering
 - Pengukuran tahanan isolasi
 - Uji waktu hubung (Closing time test)
 - Uji waktu buka (Opening time test)
 - Uji hubung – buka (trip free operation test)
 - Uji ketidaksesuaian fasa.
 - Uji operasi dengan tekanan dan suplai tegangan minimum (85% tegangan pengenal suplai)
 - Uji operasi dengan tekanan dan suplai tegangan pengenal
 - Uji operasi dengan tekanan dan suplai tegangan maksimum (110% tegangan pengenal suplai .

- ✓ Kapasitor Tenaga :
 - Pengukuran kapasitans dan keluaran
- ✓ Kabel minyak atau kabel berisolasi gas tekan dan perlengkapannya:
 - Uji tegangan tinggi
 - Uji aliran minyak
 - Uji tekanan gas

3.7. UJI SUBSISTEM

- ⚡ Pengukuran tahanan Pembumian (pentanahan)
Dilaksanakan pengukuran tahanan tanah pada generator. Disamping itu dicek seluruh perlengkapan yang harus ditanahkan, apakah telah ditanahkan dengan baik.
- ⚡ Pengujian fungsi sistem pengaman dan kontrol
Untuk lebih meyakinkan apakah semua peralatan kontrol dan pengaman telah tersambung dengari baik, maka semua perlengkapan dioperasikan (sebelum diberi tegangan) dari standar hubungan maupun ruang kontrol termasuk uji jatuh (trip test) relai-relai yang bersangkutan untuk memastikan bahwa semua peralatan dan sinyaling telah berfungsi dengan semestinya.
- ⚡ Pengukuran Tahanan Isolasi / Dielektrik.
Pengujian tahanan isolasi dilakukan untuk mengetahui kemampuan isolasi untuk menahaan tegangan tidak tembus pada suatu harga tertentu. Sesuai dengan karakteristik yang dipakai secara ringkas pengujian ini untuk mengetahui kualitas isolasi yang digunakan.

⚡ Relai Pengaman

Pengujian yang dilakukan meliputi pemeriksaan rangkaian pengawasan dari trafo arus dan trafo tegangan, pemeriksaan tegangan catu daya bantu (DC).

Relai pengaman generator beserta perlengkapannya terdiri dari :

- ✓ Relai generator differential
- ✓ Relai transformer differential
- ✓ Relai kabel differential
- ✓ Relai unit Aux.transformer differential
- ✓ Relai starting earth fault
- ✓ Relai reverse power
- ✓ Relai minimum impedance
- ✓ Relai overcurrent dan overvoltage

- ✓ Relai negatif phase sequence
- ✓ Relai underfrequency
- ✓ Relai overvoltage
- ✓ Relai tegangan kurang (VUR)
- ✓ Relai pengatur tegangan (AVR)
- ✓ Relai minimum reactance
- ✓ Relai gangguan tanah terbatas (REF)
- ✓ Relai motor earth fault
- ✓ Relai stator earth fault
- ✓ Overfleex alarm
- ✓ Overfleex trip

3.8. UJI SISTEM GENERATOR

- ⚡ Sistem peralatan untuk Start (Starting device system)
Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian individu peralatan dan pemeriksaan arus kerja.
- ⚡ Sistem eksitasi
 - ✓ Trafo eksitasi
Pengujian yang dilakukan meliputi pemeriksaan tahanan isolasi belitan primer dan sekunder, pemeriksaan rangkaian kontrol dan sistem pengaman,
 - ✓ Automatic Voltage Regulator
Penyetelan dari kalibrasi AVR dilakukan berdasarkan buku petunjuk yang dikeluarkan pabrik.

3.9. LAPORAN

- ⚡ Laporan komisioning Generator dan Eksitasi memuat hasil pemeriksaan dan pengujian serta kekurangan-kekurangannya ataupun hal-hal yang menggantung dan alat-alat yang masih harus diganti oleh kontraktor/fabrikan. Laporan komisioning Generator dan Eksitasi memuat data/hasil pengamatan atau pengukuran selama pengujian peralatan individual, sub sistim maupun sistim, yang pencatatannya disaksikan oleh Kontraktor dan Tim Komisioning. Laporan komisioning Generator ini merupakan bagian dari Laporan Komisioning PLTD.

4. KOMISIONING BAY TRAFU GENERATOR

4.1. UMUM

- ⚡ Bay trafo generator bagian dari sistem pembangkit tenaga listrik yang berfungsi menaikkan tegangan generator sebelum daya listrik ditransmisikan. Dengan demikian perlu juga dilakukan pengujian.

4.2. RUANG LINGKUP

- ⚡ Pedoman ini berlaku untuk pelaksanaan komisioning bay trafo generator baru dengan berbagai kapasitas termasuk alat bantu dan sarana penunjang bay trafo generator tersebut.
- ⚡ Pedoman ini berlaku juga untuk setiap pemeriksaan berkala (overhaul) sistem bay trafo generator baik dilaksanakan oleh pengelola sendiri maupun oleh pihak ketiga (kontraktor).
- ⚡ Dalam hal-hal khusus, atas kesepakatan bersama secara tertulis antara pihak-pihak yang bersangkutan dapat dilakukan perubahan atau pengecualian,

4.3. MAKSUD DAN TUJUAN

Pedoman komisioning bay trafo generator dimaksudkan sebagai:

- ⚡ Pedoman umum yang meliputi segi teknis yang digunakan sebagai pegangan untuk melaksanakan komisioning bay trafo generator di seluruh Indonesia, khususnya generator pada pusat-pusat pembangkit baik milik PIUKU maupun milik PKUK.
- ⚡ Acuan bagi semua pihak terkait untuk mengetahui tanggung jawab masing-masing, termasuk tanggung jawab pelaksanaan dan penyiapan laporan/dokumen komisioning sesuai format dan jadwal yang ditetapkan, dan dapat dipertanggung jawabkan.
- ⚡ Rujukan dalam menyusun ketentuan-ketentuan dokumen lelang atau kontrak pembelian perlengkapan bay trafo generator dan Alat Bantunya.

4.4. PENGERTIAN

- ⚡ Sistem Bay Trafo generator.
Adalah kesatuan beberapa subsistem yang tersusun dalam tata hubungan kerja berfungsi untuk mengubah energi listrik dengan tegangan generator menjadi energi listrik dengan tegangan yang lebih tinggi atau lebih rendah untuk disalurkan.
- ⚡ Subsistem Bay Trafo Generator.
Adalah rangkaian beberapa peralatan individual yang merupakan bagian dari sistem Bay Trafo generator, yang tersusun dalam tata hubungan kerja dan mempunyai fungsi tertentu. Contoh-contoh subsistem Bay Trafo Generator: subsistem proteksi, subsistem pembumian.
- ⚡ Peralatan individual
Adalah tiap-tiap peralatan dari subsistem Bay Trafo Generator yang ditinjau secara mandiri sesuai fungsinya. Contoh-contoh peralatan individual: Relai Buchholz, Panel trafo, Pemutus tenaga.

⚡ Komisioning Bay Trafo Generator.

Adalah rangkaian kegiatan yang terus menerus, dimulai sejak saat pemasangan selesai (Construction essentially complete) sampai saat "***Serah terima***" (taking over) dengan tujuan membawa sistem dari kondisi non aktif ke kondisi aktif dengan melaksanakan kegiatan pemeriksaan, pembersihan, uji individu, uji subsistem dan uji sistem untuk pembuktian terhadap persyaratan kontrak ataupun keamanan dan keandalan operasi.

4.5. INSPEKSI DAN PEMERIKSAAN PENDAHULUAN (PRELIMINARY INSPECTION)

- ⚡ Pemeriksaan Secara Visual
Pemeriksaan secara visual ditujukan untuk mengetahui apakah perlengkapan yang dipasang telah sesuai dengan spesifikasi dalam kontrak. Disamping itu untuk melihat apakah semua perlengkapan dalam kondisi baik, secara fisik tidak ada kelainan, serta sesuai dimensinya misalnya berkarat, pecah ataupun retak/terkelupas.
- ⚡ Pengecekan Pemasangan
Pengecekan ini untuk menentukan apakah pemasangannya telah terdapat kecocokan dengan gambar-gambar rencana serta peraturan-peraturan yang berlaku.
- ⚡ Pemeriksaan rangkaian Primer
Pemeriksaan rangkaian primer dilaksanakan untuk menentukan apakah pemasangan telah sesuai dengan gambar-gambar rencana serta berfungsi dengan benar.

4.6. UJI INDIVIDUAL (INDIVIDUAL TEST)

⚡ Pengujian Trafo Arus

Pengujian Trafo arus dilaksanakan dengan cara pemeriksaan visual dan pengujian karakteristik.

Pemeriksaan visual antara lain pemeriksaan papan nama, pemasangan, keadaan Bushing/isolator dan pemasangan kawat pentanahan.

Pengujian karakteristik antara lain adalah pemeriksaan rasio, pemeriksaan polaritas pemeriksaan lengkung kemagnetan, pengukuran tahanan searah, pengukuran tahanan isolasi dan pengujian tegangan tinggi.

⚡ Pengujian Trafo Tegangan.

Pengujian trafo tegangan dilaksanakan dengan cara pemeriksaan visual antara lain memeriksa papan nama, pemasangan, keadaan bushing/isolator dan pemasangan kawat pentanahan.

Sedangkan perigujian karakteristik antara lain pemeriksaan polaritas, pemeriksaan rasio, dan pengujian tegangan

⚡ Pengujian Trafo Tenaga

Pengujian trafo tegangan dilaksanakan dengan cara pemeriksaan visual, pengujian karakteristik, Pengujian kerja dari alat bantu dan pemeriksaan tahanan pentanahan.

- ✓ Pemeriksaan visual adalah pemeriksaan konstruksi dari pada trafo, yang mencakup:
 - Pencatatan papan nama
 - Tangki dan radiator
 - Kondesi isolator/bushing
 - Perlengkapan (pengaman tekanan lebih & konservator)
 - Termometer
 - Panel Trafo
 - Peralatan Penyadap
 - Pentanahan
 - Pengunci terhadap pondasi

- ✓ Sedangkan pengujian karakteristik antara lain mencakup :
 - Pengujian ketahanan dielektrik dan tegangan tembus minyak
 - Pengecekan rasio
 - Pengecekan kelompok hubungan
 - Pengukuran tahanan isolasi
 - Pengukuran arus eksitasi sadapan
 - Pengujian tegangan tinggi
- ✓ Untuk pengujian kerja dan alat bantu mencakup hal-hal sbb :
 - Relai Bucholz
 - Termometer
 - Kipas angin
 - Pompa sirkulasi minyak
 - Peralatan sadapan
 - Relai tekanan lebih tangki utama
 - Relai tekanan lebih sadapan
 - Relai oil level

- ✓ Pemeriksaan tahanan pentanahan antara lain :
 - Pencatatan papan nama
 - Penempatan
 - Isolator
 - Hantaran
 - Kotak Terminal
 - Pengukuran tahanan isolasi
 - Pengukuran tahanan pentanahan
 - Pengecekan trafo arus yang terpasang.

✈ Pengujian Pemutus Tenaga

Pengujian pemutus tenaga dilakukan dengan cara pemeriksaan visual dan pengujian karakteristik.

Pemeriksaan visual antara lain memeriksa papan nama pemasangan, bushing, terminal tangki, katup-katup, kontak pemisah, serta relai dan panel kontrol lokal. Pengujian karakteristik antara lain adalah pengukuran tahanan isolasi, pengukuran waktu buka dan tutup, pengukuran waktu tripl free, analisa kecepatan kontak, pengukuran tahanan kontak, pemeriksaan tegangan keria umpan buka dan tutup, pemeriksaan kerja dari remote, pemeriksaan fungsi kontak bantu, pemeriksaan indikasi buka/tutup, pengujian tegangan tembus bahan isolasi (minyak/gas) , pengujian kebcoran bahan isolasi, dan pengujian tegangan tinggi.

⚡ Pengujian Pemisah

- ✓ Pengujian pemisah dilaksanakan dari pemeriksaan visual dan dari pengujian karakteristik. Pemeriksaan visual antara lain memeriksa :
 - Papan nama
 - Pemasangan
 - Bushing
 - Panel kontrol lokal
 - Pemasangan kawat pentanahan
- ✓ Pengujian Karakteristik antara lain :
 - Pengukuran tahanan isolasi
 - Pengukuran tahanan kontak
 - Pemeriksaan kerja dari lokal secara mekanis dan elektrik
 - Pemeriksaan interlok mekanis dan elektrik
 - Pemeriksaan fungsi kontak bantu
 - Pemeriksaan indikasi buka/tutup
 - Pengujian tegangan tinggi

⚡ Pengujian Penangkal Petir

Pengujian penangkal petir dilaksanakan dengan cara pemeriksaan visual dan pengujian karakteristik.

Pemeriksaan visual antara lain memeriksa :

- ✓ Papan nama
- ✓ Pemasangan
- ✓ Bushing
- ✓ Hantaran
- ✓ Kotak terminal
- ✓ Pemasangan kawat pentanahan

Pengujian karakteristik antara lain :

- ✓ Pengukuran tahanan isolasi
- ✓ Pemeriksaan kerja penghitung kerja

⚡ Pengujian Relay Pengaman

Pengujian relay pengaman dilaksanakan dengan cara pemeriksaan visual dan pengujian karakteristik. Pengujian karakteristik antara lain :

- ✓ Relai arus lebih (OCR)
- ✓ Relai diferensial trafo
- ✓ Relai gangguan tanah terbatas (REF)
- ✓ Relai tanah (GFR)
- ✓ Relai tegangan kurang (UVR)
- ✓ Relai pengatur tegangan (AVR)
- ✓ Relai diferensial kabel

⚡ Pemeriksaan Meter

Pemeriksaan meter dilaksanakan cara pemeriksaan visual dan pemeriksaan unjuk kerja meter-meter yang diperiksa antara lain

- ✓ Ampere meter
- ✓ Volt meter
- ✓ Watt meter

- ✓ VAR meter
 - ✓ KWH meter
 - ✓ KVARH meter
 - ✓ Cos dan meter
 - ✓ Freq meter
- ⚡ Pengujian kabel tegangan tinggi
- Pengujian kabel tegangan tinggi dilaksanakan dengan cara pemeriksaan visual dan pengujian karakteristik.
- ✓ Pengujian karakteristik antara lain:
 - ✓ Pengukuran tahanan isolasi
 - ✓ Pengujian tegangan tinggi
 - ✓ Pengujian fungsi relai isolasi

4.7. UJI SUBSISTEM

⚡ Pemeriksaan Rangkaian Sekunder

Rangkaian sekunder yang diperiksa adalah rangkaian arus dan rangkaian tegangan. Pemeriksaan rangkaian arus antara lain memeriksa :

- ✓ Rangkaian meter
- ✓ Rangkaian relai
- ✓ Pengujian dengan injeksi sekunder

Pengukuran beban rangkaian Pemeriksaan rangkaian tegangan antara lain :

- ✓ Rangkaian meter
- ✓ Rangkaian relai
- ✓ Pemeriksaan rangkaian sinkronisasi
- ✓ Pengukuran beban rangkaian

⚡ Pengujian rangkaian pengaman dari kontrol

Pengujian rangkaian pengaman dan kontrol antara lain menguji :

- ✓ Trip pengaman dan interlock
- ✓ Kontrol lokal (dari gedung kontrol) dan interlock
- ✓ Kontrol remote dan fasilitas Scada (rangkaiarn telemeter, rangkaian telesinyal, rangkaian telekontrol)
- ✓ Sistem alarm

⚡ Percobaan pemberian tegangan antara lain :

- ✓ Pemeriksaan urutan fase
- ✓ Pengukuran in rush current
- ✓ Pengamatan setelah pengujian tegangan

4.8. LAPORAN

- ⚡ Laporan komisioning Bay Trafo Generator memuat hasil pemeriksaan dan pengujian serta kekurangan-kekurangannya ataupun hal-hal yang menggantung dan alat-alat yang masih harus diganti oleh kontraktor/fabrikan. Laporan komisioning Bay Trafo Generator memuat data/hasil pengamatan atau pengukuran selama pengujian peralatan individual, sub-sistim maupun sistim, yang pencatatannya disaksikan oleh Kontraktor dan Tim Komisioning.

Laporan ini merupakan kelengkapan dari Laporan komisioning PLTD.

5. UNJUK KERJA PLTD

5.1. UMUM

- Setelah seluruh pengujian individu, subsistem maupun sistem dilakukan, maka pengujian yang terakhir yaitu pengujian unjuk kerja. Peralatan yang dijalankan bukan asal beroperasi saja, namun bagaimana unit pembangkit tersebut dapat menghasilkan efisiensi yang maksimum. Untuk itu perlu dilakukan uji unjuk kerja

Prosedur uji ini digunakan dalam rangka serah terima dari pihak pembuat kepada pemesan Yang diperlukan dalam serah terima tersebut adalah prosedur untuk menentukan efisiensi teknis, dengan cara melakukan pengukuran-pengukuran secara langsung dengan membandingkan energi panas yang diperlukan dengan energi yang dihasilkan, beserta sejumlah kerugian-kerugian yang terdapat pada proses pembakaran dan sisa-sisa pembakarannya.

Bila hasil pengukuran tersebut tidak meyakinkan, maka dilakukan pengukuran-pengukuran secara langsung terhadap energi panas yang dibutuhkan atau energi yang dihasilkan dengan ketelitian yang diharapkan, maka diberikan pedoman-pedoman untuk mengevaluasi efisiensi dengan metode pengukuran-pengukuran panas.

5.2. RUANG LINGKUP DAN TUJUAN

- ✦ Ruang lingkup pengujian ini meliputi uji unjuk kerja mesin diesel dan unjuk kerja generator.

Dalam PLTD, pengujian ini dimaksudkan untuk pengujian unjuk kerja dalam rangka penentuan :

- ✓ Efisiensi
- ✓ Kapasitas
- ✓ Karakteristik lain yang berkaitan dengan operasi misalnya temperatur, tekanan, dll.

Dalam mesin diesel, untuk melakukan verifikasi terhadap data-data yang dijamin oleh pabrik pembuatannya.

Pengujian tersebut umumnya melakukan verifikasi terhadap data yang dijamin oleh pihak pabrik dalam hal:

- ✓ Kapasitas atau daya yang dihasilkan oleh diesel
- ✓ Kebutuhan bahan bakar minyak
- ✓ Pengaturan kecepatan
- ✓ Pengoperasian peralatan pengatur darurat

⚡ Pengujian unjuk kerja generator dimaksudkan agar generator pada waktu beroperasi dapat langsung dihubungkan dengan unit generator yang lain serta dapat memikul beban secara bersama-sama.

Untuk kerja paralel generator dengan unit/sistem lainnya, pengukuran yang perlu dilakukan adalah pengukuran tegangan sistem, frekuensi dan urutan fasanya.

5.3. PROSEDUR PENGUJIAN

- ⚡ Uji unjuk kerja Unit Mesin Diesel – Generator adalah sbb.:
 - ✓ Mesin Diesel.
 - Uji kapasitas pembangkit (NDC test)
 - Uji konsumsi bahan bakar spesifik
 - Uji plant heat rate
 - Pengukuran daya keluaran mekanis (output)
 - Pengukuran daya listrik
 - Pengukuran temperatur
 - Pengukuran putaran
 - Pengukuran tingkat bising
 - Pengukuran difleksi poros engkol
 - Pengukuran emisi dan partikel gas buang (SO₂, NO₂ dan partikel)

⚡ Unit Diesel - Generator

Pengujian ini terdiri dari beberapa tahap uji.

✓ Uji Sinkronisasi

Uji sinkronisasi pertama kali bertujuan untuk memeriksa rangkaian pengawatan dan rangkaian kontrol telah tersambung dengan benar, sehingga perintah naik turunnya frekuensi (putaran turbin) dan tegangan generator dapat dikendalikan secara otomatis.

Urutan uji sinkronisasi dilakukan sebagai berikut :

- Pemeriksaan rangkaian pengawatan dari PT Generator dan PT Bus .
- Pemeriksaan putaran fasa
- Pemeriksaan besar arus surya (current surge) yang terjadi saat pemasukan PMT

- ✓ Uji Operasi Pembebanan (load test)
Adalah untuk membuktikan semua karakteristik operasi pembebanan (besaran-besaran suhu, aliran dan listrik) turbin-generator berjalan normal.
 - Uji pembebanan yang meliputi kenaikan dan penurunan beban secara normal dengan sistem kendali pada posisi ***“Load Limit Control”*** di panel control.
 - Uji perpindahan posisi kendali (control mode change over) secara normal dari posisi governor control ke posisi load limit control pada panel control.
 - Uji pembebanan dengan operasi pada beban dasar dan beban puncak sesuai batasan suhu udara masuk kompresor.
 - Uji shut down unit.

- ✓ Uji Lepas Beban.

Adalah untuk mengetahui keandalan unit turbin generator yaitu tetap dapat beroperasi tanpa beban dengan mode pengendalian "*governor*" saat generator tiba-tiba kehilangan beban. Uji lepas beban dilakukan dengan membuka PMT

- ✓ Uji Keandalan Unit

Dilakukan dengan memberikan pembebanan dalam jangka waktu tertentu (minimal 10 hari) secara terus menerus.

5.4. LAPORAN

- ⚡ Laporan pengujian unjuk kerja memuat hasil pengujian unjuk kerja serta kekurangan-kekurangannya. Laporan pengujian unjuk kerja memuat data/hasil pengamatan atau pengukuran selama pengujian unjuk kerja, baik untuk peralatan individual, subsistem maupun sistem, yang pencatatannya disaksikan oleh kontraktor dan Tim komisioning. Laporan uji unjuk kerja ini merupakan bagian dari Laporan Komisioning PLTD.

6. KOMISIONING INSTALASI LISTRIK LAINNYA.

6.1. UMUM

⚡ Instalasi listrik yang dimaksud adalah instalasi listrik untuk penerangan dan instalasi daya untuk menunjang kegiatan pembangkitan. Instalasi ini terpasang pada bangunan utama pembangkit listrik dan bangunan lainnya yang ada pada pusat pembangkit seperti bangunan untuk kantor, bengkel, gudang, dll. Instalasi listrik penunjang ini juga harus aman dan andal agar tidak mengganggu proses pembangkitan.

Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka kebenaran pemasangan perlu diperiksa sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

7. LAPORAN KOMISIONING PLTD

- ✦ Laporan komisioning PLTD memuat hasil pemeriksaan dan pengujian serta kekurangan-kekurangannya ataupun hal-hal yang menggantung dan alat-alat yang masih harus diganti oleh kontraktor/fabrikan. Laporan komisioning PLTD memuat data/hasil pengamatan atau pengukuran selama pengujian peralatan individual, subsistem maupun sistem, yang pencatatannya disaksikan oleh kontraktor dan Tim komisioning dan Tim komisioning, perhitungan-perhitungan unjuk kerja dari peralatan dan sistem, sesuai dengan standar yang disepakati.

8. LAMPIRAN

FORMULIR IHTISAR HASIL PENGUJIAN DIESEL PLTD

No	MATA UJI	PROSEDUR UJI	KRITERIA	HASIL UJI
1.	<p>✓ Inspeksi dan Pemeriksaan Pendahuluan (Preliminary Inspection).</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Pemeriksaan: <ul style="list-style-type: none"> ➤ data spesifikasi peralatan, ➤ kelengkapan peralatan, ➤ kesesuaian peralatan termasuk tanda-tanda, sertifikat/laporan hasil uji, ➤ hasil pemasangan dan pemeriksaan hasil rehabilitasi (kalau ada). ✓ Peralatan yang diperiksa meliputi: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peralatan mekanis. ➤ Peralatan listrik. ➤ Perlengkapan kendali dan instrumen. ✓ Pemeriksaan/pengujian terhadap konstruksi a.l.: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Hasil pengelasan ➤ Pekerjaan mekanis ➤ Pekerjaan listrik ➤ Kebersihan ➤ Kelurusan dan kelonggaran ➤ Kawat mengawat ➤ Arah putaran ➤ Pemipaan <p>✓ Uji Individu (Individual test)</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Mesin Diesel. <p>Pengujian meliputi:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Kepala silinder komplit ➤ Blok mesin ➤ Karter ➤ Poros engkol komplit ➤ Torak dan batang torak ➤ Sistem pengaturan waktu ➤ Sistem pengaturan putaran ➤ Sistem gas buang/udara masuk ➤ Sistem bahan bakar minyak ➤ Sistem pendingin torak. 	<p>Berdasarkan pasal/ayat kontrak No. dan Standar serta referensi yg disepakati.</p>	<p>Berdasarkan pasal/ayat kontrak No. dan Standar serta referensi yg disepakati.</p>	

No	MATA UJI	PROSEDUR UJI	KRITERIA	HASIL UJI
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bahan bakar. <ul style="list-style-type: none"> Pengujian meliputi: ➤ Bahan bakar minyak ➤ Tangki harian minyak ➤ Pompa sirkulasi minyak ➤ Pompa pengisian minyak ➤ Saringan-saringan ➤ Pompa batu tangan/listrik ➤ Separator ➤ Pipa-pipa ➤ Keran-keran ➤ Packing, gasket dan seal. ✓ Pelumas. <ul style="list-style-type: none"> Pengujian meliputi: ➤ Minyak pelumas ➤ Tangki harian minyak pelumas ➤ Pompa utama minyak pelumas ➤ Pompa pelumas katup ➤ Pompa pelumas tabung silinder ➤ Alat pemindah kalor (heat exchanger) ➤ Radiator ➤ Saringan-saringan ➤ Separator ➤ Pipa-pipa ➤ Keran-keran ➤ Packing, gasket dan seal. ✓ Air pendingin. <ul style="list-style-type: none"> Pengujian meliputi: ➤ Air pendingin mesin (fresh water/raw water) ➤ Tangki air pendingin mesin ➤ Pompa utama air pendingin mesin ➤ Pompa bantu air pendingin mesin ➤ Alat pemindah kalor (heat exchanger) ➤ Radiator ➤ Menara pendingin (cooling tower) 	<p>Berdasarkan pasal/ayat kontrak No. dan Standar serta referensi yg disepakati.</p>	<p>Berdasarkan pasal/ayat kontrak No. dan Standar serta referensi yg disepakati.</p>	

No	MATA UJI	PROSEDUR UJI	KRITERIA	HASIL UJI
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pemancar air pendingin ➤ Water treatment unit ➤ Pipa-pipa ➤ Keran-keran ➤ Packing, gasket dan seal. ✓ Pendingin pengabut. Pengujian meliputi: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Air pendingin pengabut ➤ Tangki air pendingin pengabut ➤ Pompa air pendingin pengabut ➤ Alat pemindah kalor (heat exchanger) ➤ Radiator ➤ Water treatment unit ➤ Pipa-pipa ➤ Keran ➤ Packing, gasket dan seal. ✓ Pendingin katup. Pengujian meliputi: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Air pendingin katup ➤ Tangki air pendingin katup ➤ Pompa air pendingin katup ➤ Alat pemindah kalor (heat exchanger) ➤ Radiator ➤ Water treatment unit ➤ Pipa ➤ Keran ➤ Packing, gasket dan seal. ✓ Starter. Pengujian meliputi: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Kompresorir treatment unit ➤ Botol angin ➤ Selenoid ➤ Katup/keran angin ➤ Pipa-pipa angin 	<p>Berdasarkan pasal/ayat kontrak No. dan Standar serta referensi yg disepakati.</p>	<p>Berdasarkan pasal/ayat kontrak No. dan Standar serta referensi yg disepakati.</p>	

No	MATA UJI	PROSEDUR UJI	KRITERIA	HASIL UJI
2.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Per engkol mekanik ➤ Motor starter ➤ Baterai starter ➤ Motor bensin starter. <p>✓ Gas buang/udara masuk. Pengujian meliputi:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Gas buang ➤ Sambungan pipa elastis (flexible joint) ➤ Peredam suara (silincer) ➤ Saringan udara masuk ➤ Minyak di saringan udara masuk ➤ Baut-baut, mur ➤ Packing, gasket dan seal. <p>✓ Derek gantung ruang diesel</p> <p>✓ Peralatan lainnya yang termasuk kontrak.</p> <p>✎ Uji Subsistem Sesuai standar yang disepakati dalam kontrak, dapat terdiri dari satu atau lebih mata uji berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Uji pembebanan pompa, fan atau kompresor, motor penggerak meliputi: ✓ pengukuran temperatur bantalan dan tutup turbin, pengukuran vibrasi, uji bising, pengukuran tekanan, pengukuran jumlah aliran fluida. ✓ Uji operasional terhadap semua peralatan yang bersangkutan dan bekerja secara terpadu dengan subsistem tersebut. ✓ Pembilasan terhadap minyak pelumas (tube oil), minyak perapat (seal oil), sistem air (water system). ✓ Uji urutan dan saling kunci (interlock and sequential test). ✓ Uji injeksi primer (primary injection test). ✓ Uji indikasi elektris/pneumatik, pengukuran dan loop kontrol (electrical/pneumatic indication, metering and control loop test). ✓ Uji simulasi (simulation test). 	Berdasarkan pasal/ayat kontrak No. dan Standar serta referensi yg disepakati.	Berdasarkan pasal/ayat kontrak No. dan Standar serta referensi yg disepakati.	

No	MATA UJI	PROSEDUR UJI	KRITERIA	HASIL UJI
3	<p>✎ Uji Sistem Sesuai standar yang disepakati dalam kontrak, pengujian sistem dapat terdiri dari satu atau lebih mata uji antara berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Uji hampa (vacuum test). ✓ Uji jalan awal dan putaran (initial run and rolling test). ✓ Uji governor/pengatur putaran (governor test). ✓ Uji saling kunci turbin generator (turbine generator interlock test). ✓ Uji tegangan pembangkitan generator (generator built up voltage test). ✓ Uji hubung pendek (short circuit test). ✓ Uji mulai turbin otomatis (automatic turbine start up test). 	Berdasarkan pasal/ayat kontrak No. dan Standar serta referensi yg disepakati.	Berdasarkan pasal/ayat kontrak No. dan Standar serta referensi yg disepakati.	
4.	<p>✎ Pengujian Unit PLTD.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Pengujian Unit PLTD terdiri dari: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Sinkronisasi (synchronizing). ➤ Uji putaran lebih (over speed test). ➤ Uji kebebasan katup (valve freedom test). ➤ Uji lepas beban (load rejection test). ➤ Uji keandalan (reliability run test). ➤ Uji beban ayun (load swing test). ➤ Uji beban tanjak (load ramp test). ➤ Uji pembebanan (loading test). ➤ Uji loop kontrol total (total control loop test). ➤ Uji balik putaran (run back test). ➤ Uji by pass turbin (bila ada). ➤ Uji unjuk kerja (performance test) ➤ Uji pemakaian bahan bakar (consumption test). 			

LAPORAN PENGUJIAN UJI UNJUK KERJA (PERFORMANCE TEST) PLTD

No	MATA UJI	PROSEDUR UJI	KRITERIA	HASIL UJI
1.	<p>✎ Mesin Diesel.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Uji kapasitas pembangkit (NDC test) ✓ Uji konsumsi bahan bakar spesifik ✓ Uji plant heat rate ✓ Pengukuran daya keluaran mekanis (output) ✓ Pengukuran daya listrik ✓ Pengukuran temperatur ✓ Pengukuran putaran ✓ Pengukuran tingkat bising ✓ Pengukuran difleksi poros engkol ✓ Pengukuran emisi dan partikel gas buang (SO₂, NO₂ dan partikel) 	<p>Berdasarkan pasal/ayat kontrak No. dan Standar serta referensi yg disepakati.</p>	<p>Berdasar Kan pasal /ayat kontrak No. dan Standarserta referensi yg disepakati.</p>	
2.	<p>✎ Unit Turbo – Generator.</p> <p>Pengujian ini terdiri dari beberapa tahap uji.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Uji sinkronisasi : <ul style="list-style-type: none"> ➢ Pemeriksaan rangkaian pengawatan dari PT Generator dan PT Bus . ➢ Pemeriksaan putaran fasa ➢ Pemeriksaan besar arus surya (current surge) yang terjadi saat pemasukan PMT ✓ Uji Operasi Pembebanan (load test) <ul style="list-style-type: none"> ➢ Uji pembebanan yang meliputi kenaikan dan penurunan beban secara normal ➢ Uji perpindahan posisi kendali (control mode change over) secara normal. ➢ Uji pembebanan dengan operasi pada beban dasar dan beban puncak ➢ Uji shut down unit. ✓ Uji Lepas Beban. ✓ Uji Keandalan Unit dalam jangka waktu tertentu, secara terus menerus 			