



KEMENTERIAN
KETENAGAKERJAAN
REPUBLIK
INDONESIA



MODUL

PELATIHAN BERBASIS KOMPETENSI

MENGOPERASIKAN UNIT PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) (D.35EBT43.011.1)

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	6
1. Mempersiapkan Pengoperasian Unit PLTMH.....	6
2. Menyiapkan Sarana Pengoperasian Unit PLTMH	12
3. Melaksanakan Pengoperasian Unit PLTMH	19
4. Membuat Laporan Hasil Pengoperasian Unit PLTMH	28
5. Evaluasi Pengetahuan.....	28
E. KETERAMPILAN DAN SIKAP KERJA.....	29
1. Lembar Instruksi Kerja_1.....	29
a. Informasi Umum	29
b. Soal Praktek	30
c. Penilaian Praktik	32
2. Evaluasi Praktik.....	34
F. EVALUASI PERSONAL	34
G. LAMPIRAN	34
1. Kamus Istilah	34
2. Referensi	35
3. Unit Kompetensi	35
4. Daftar Nama Penyusun	39

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, Modul Pelatihan Berbasis Kompetensi dengan judul ***“Mengoperasikan Unit Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) D.35EBT43.011.1”*** dapat tersusun dengan baik. Modul ini disusun berdasarkan Kepmenaker 161 Tahun 2019 tentang SKKNI Bidang Pemeliharaan Pembangkit Aneka Energi Baru dan Energi Terbarukan.

Sesuai PP No. 31 tahun 2016 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, Oktober 2024

Direktur
Bina Standardisasi Kompetensi
dan Program Pelatihan



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

A. 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.

B. 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 sesuai 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.

C. SILABUS

Unit Kompetensi	: Pengoperasian Unit Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)
Kode Unit	: D.35EBT43.011.1
Perkiraan Waktu	: 40JP @45 menit
Bentuk	: Luring/ Daring / Blended (*)
Capaian Unit Kompetensi	: Dihasilkan daya listrik dari pengoperasian pembangkit tenaga listrik mikro sesuai dengan SOP

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA	INDIKATOR UNJUK KERJA	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN DAN SIKAP	DURASI
1. Mempersiapkan pengoperasian unit PLTMH	1.1 Kelengkapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) diidentifikasi untuk pelaksanaan tugas pengoperasian sesuai ketentuan. 1.2 Kesiapan komponen peralatan utama diidentifikasi sesuai dengan tujuan pengoperasian peralatan 1.3 Perintah kerja pengoperasian unit PLTMH dilakukan sesuai prosedur yang ditetapkan.	Tersedianya kelengkapan peralatan pengoperasian PLTMH sesuai dengan prosedur, perintah kerja dan lingkup perintah pengoperasian unit PLTMH sesuai prosedur yang ditetapkan	Penjelasan tentang 1.1. Prosedur Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) 1.2. Gambaran umum tentang PLTMH 1.3. komponen peralatan utama PLTMH 1.4. Prosedur mempersiapkan pengoperasian unit PLTMH	1.1 Mengidentifikasi K3 untuk pelaksanaan tugas pengoperasian sesuai ketentuan. 1.2 Mengidentifikasi Kesiapan komponen peralatan utama sesuai dengan tujuan pengoperasian peralatan 1.3 Melakukan Perintah kerja pengoperasian unit PLTMH sesuai prosedur yang ditetapkan. 1.4 Melakukan Lingkup perintah	

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA	INDIKATOR UNJUK KERJA	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN DAN SIKAP	DURASI
	1.4 Lingkup perintah kerja pengoperasian unit PLTMH dilakukan sesuai prosedur yang ditetapkan			kerja pengoperasian unit PLTMH sesuai prosedur yang ditetapkan.	
2. Menyiapkan sarana pengoperasian unit PLTMH	<p>2.1 Perintah kerja, checklist pengoperasian unit PLTMH disiapkan di lokasi kerja sesuai kebutuhan.</p> <p>2.2 Perlengkapan K3 dan peralatan pendukung lainnya disiapkan di lokasi kerja.</p> <p>2.3 Waktu dan pelaksanaan pengoperasian unit PLTMH dikoordinasikan dengan pihak terkait sesuai prosedur yang ditetapkan.</p> <p>2.4 Lokasi dan sarana kerja diamankan sesuai prosedur yang ditetapkan.</p>	Tersedianya sarana pengoperasian unit PLTMH sesuai prosedur yang berlaku sarana	<p>Penjelasan tentang:</p> <p>1.5 Checklist sarana unit PLTMH</p> <p>1.6 Perlengkapan K3 dan peralatan pendukung lain di lokasi</p> <p>1.7 Prosedur penyiapan sarana pengoperasian</p>	<p>2.1 Menyiapkan Perintah kerja, checklist pengoperasian unit PLTMH di lokasi kerja sesuai kebutuhan.</p> <p>2.2 Menyiapkan Perlengkapan K3 dan peralatan pendukung lainnya di lokasi kerja.</p> <p>2.3 Mengkoordinasikan Waktu dan pelaksanaan pengoperasian unit PLTMH dengan pihak terkait sesuai prosedur yang ditetapkan</p> <p>2.4 Mengamankan</p>	

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA	INDIKATOR UNJUK KERJA	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN DAN SIKAP	DURASI
				Lokasi dan sarana kerja sesuai prosedur yang ditetapkan.	
3. Melaksanakan Pengoperasian unit PLTMH	<p>3.1 Peralatan bantu dioperasikan sesuai prosedur yang ditetapkan.</p> <p>3.2 Perintah kerja pengoperasian unit PLTMH diterapkan sesuai prosedur yang ditetapkan</p> <p>3.3 Parameter pengoperasian PLTMH dicatat pada log book sesuai ketentuan resmi perusahaan</p> <p>3.4 Kondisi diluar batasan operasi unit PLTMH dicatat sesuai prosedur.</p>	Dilaksanakannya pengoperasian unit PLTMH sesuai prosedur yang ditetapkan	<p>Penjelasan tentang:</p> <p>3.1 Prosedur Pengoperasian alat bantu unit PLMTH</p> <p>3.2 Prosedur pengoperasian unit PLMTH</p> <p>3.3 Prosedur pengisian Log Book pengoperasian unit PLTMH</p> <p>3.4 Kondisi diluar Batasan operasi unit PLTMH</p>	<p>3.1 Mengoperasikan Peralatan bantu dioperasikan sesuai prosedur yang ditetapkan</p> <p>3.2 Menerapkan Perintah kerja pengoperasian unit PLTMH diterapkan sesuai prosedur yang ditetapkan</p> <p>3.3 Mencatat Parameter pengoperasian PLTMH pada log book sesuai ketentuan</p> <p>3.4 Mencatat Kondisi diluar batasan operasi unit PLTMH sesuai prosedur.</p>	
4. Membuat laporan hasil	4.1 Laporan pelaksanaan pengoperasian unit	Tersediannya laporan pelaksanaan pengoperasian unit	<p>Penjelasan tentang:</p> <p>4.1 Format laporan pengoperasian unit</p>	4.1 Membuat Laporan pelaksanaan	

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA	INDIKATOR UNJUK KERJA	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN DAN SIKAP	DURASI
pengoperasian unit PLTMH	PLTMH dibuat sesuai standar yang berlaku 4.2 Laporan pelaksanaan pengoperasian unit PLTMH dilaporkan kepada atasan yang berwenang untuk dievaluasi dan didokumentasikan .	PLTMH sesuai standar dan dilaporkan kepada atasan yang berwenang untuk dievaluasi dan didokumentasikan	PLTMH 4.2 Prosedur pelaporan pengoperasian unit PLTMH	pengoperasian unit PLTMH sesuai standar yang berlaku 4.2 Melaporkan Laporan pelaksanaan pengoperasian unit PLTMH kepada atasan yang berwenang untuk dievaluasi dan didokumentasikan.	
Assessmen					

D. PENGETAHUAN

Energi hidro adalah jenis energi terbarukan yang memanfaatkan air untuk dapat menghasilkan energi listrik. Prinsip kerja Pembangkit listrik tenaga hidro adalah pembangkit yang memanfaatkan energi potensial dari jatuhnya air untuk menggerakkan turbin kemudian dihubungkan ke generator dengan cara langsung atau tidak langsung untuk menghasilkan energi listrik. Secara geografis, Indonesia memiliki potensi pembangkit hidro sebesar 94 GW, namun total pemanfaatannya hanya 6,3 GW (6,69%). Pembangkit listrik Micro hidro adalah jenis pembangkit listrik yang menggunakan air sebagai sumber energi dengan kapasitas 5 KW sampai dengan 1 MW.

Pengoperasian pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Mempersiapkan pengoperasian unit PLMTH

Ada beberapa hal yang perlu di perhatikan dalam menjalankan prosedur pengoperasian PLTMH, antara lain:

1.1 Prosedur Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Keselamatan kerja adalah keselamatan yang berhubungan dengan alat, bahan, proses, tempat (lingkungan) dan cara-cara melakukan pekerjaan. Tujuan keselamatan kerja adalah untuk melindungi tenaga kerja (Operator) atau orang dalam melaksanakan tugas-tugasnya. Adapun perlengkapan yang harus disiapkan adalah sebagai berikut:

- a. Pelindung Kepala
- b. Pelindung Kaki
- c. Pelindung Tangan
- d. Pelindung Pendengaran
- e. Pakaian Pelindung

1.2 Gambaran Umum Tentang PLTMH

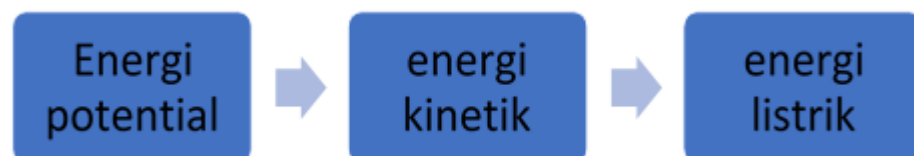
PLTMH bekerja ketika air dalam jumlah dan ketinggian tertentu dijatuhkan melalui pipa pesat (penstok) dan menggerakkan turbin yang dipasang diujung bawah pipa. Putaran turbin dihubungkan dengan generator sehingga generator berputar dan menghasilkan

energi listrik. Listrik yang dihasilkan dialirkan melalui kabel listrik ke rumah-rumah penduduk atau konsumen lainnya. Jadi PLTMH mengubah energi potensial yang berasal dari air menjadi energi listrik.



Gambar 1 Aliran air pada sistem kerja PLTMH

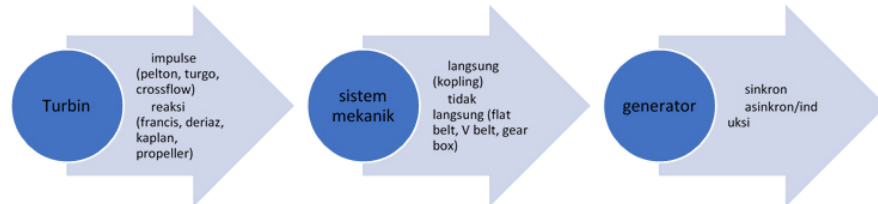
Gambar diatas adalah proses aliran air yang dimanfaatkan pada pembangkit listrik tenaga micro hidro dari mulai bendung sampai dengan saluran pembuang. Setiap PLTMH memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Pada umumnya, saluran pelimpah dan bak pengendap pasir digabungkan dengan bak penenang untuk menghemat biaya kontruksi. Proses perubahan energi terjadi dari air mengalir pada pipa pesat dan masuk ke dalam rumah pembangkit yang didalamnya terdapat sistem mekanik dan elektrik.



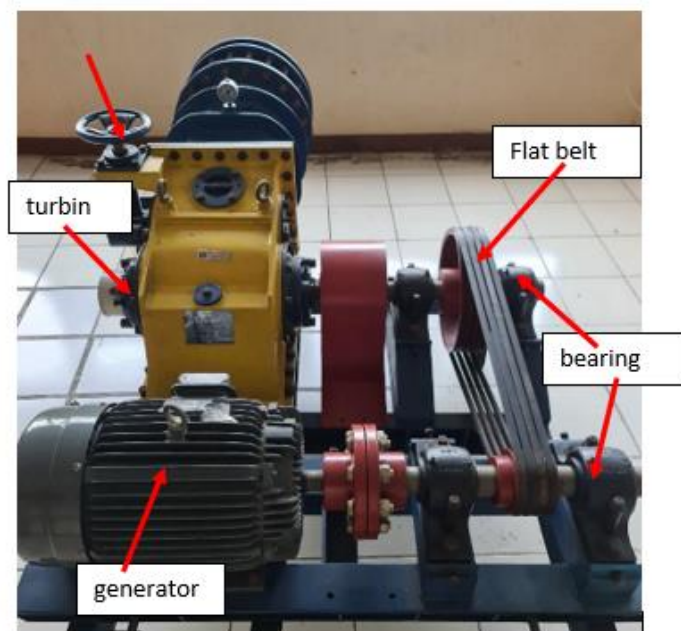
Gambar 2 perubahan energi pada PLTMH

Ketika air jatuh dan mengalir pada pipa pesat yang memiliki ketinggian tertentu (head) dan debit tertentu maka akan menghasilkan energi potensial. Air tersebut kemudian mengenai runner pada turbin mengakibatkan runner turbin berputar

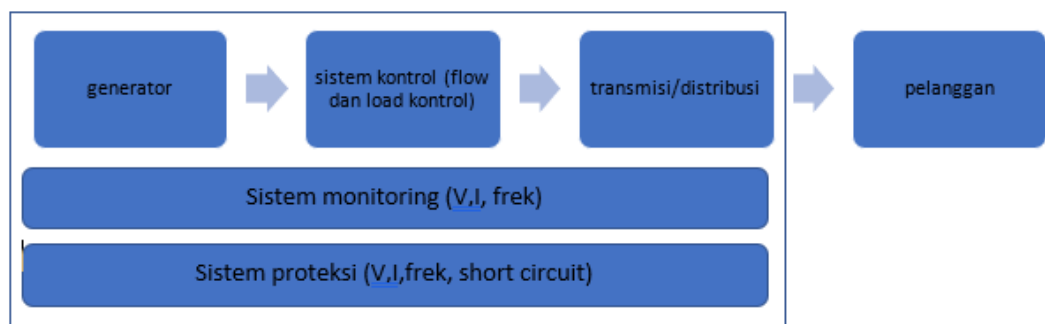
menghasilkan energi kinetik. Runner yang berputar pada turbin tersebut dihubungkan dengan cara langsung atau tidak langsung dengan generator yang dapat menghasilkan gaya gerak listrik (GGL) dari putaran tersebut yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3 Proses Kerja Dari Sistem Mekanik Ke Sistem Elektrik



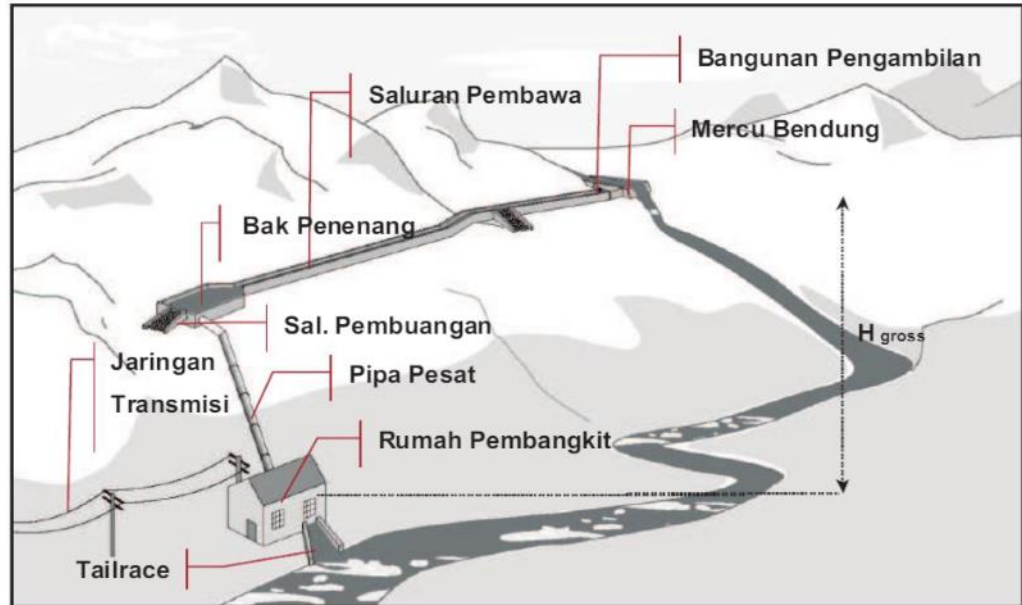
Gambar 4 komponen utama sistem mekanik dan elektrik
Energi listrik yang telah dihasilkan generator disalurkan ke dalam sistem elektrik yang terdiri dari sistem control, sistem monitoring, sistem proteksi, sistem transmisi/ distribusi, dan pelanggan.



Gambar 5 alur kerja sistem kelistrikan pada PLTMH

1.3 Komponen peralatan utama PLTMH

Pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) dapat dipetakan dalam suatu system yang terdiri dari beberapa peralatan komponen utama, yaitu:



Gambar 6 Komponen-komponen PLTMH

a. peralatan komponen utama sipil

- 1) Bendungan (weir) atau waduk dapat adalah bangunan yang berada melintang sungai yang berfungsi untuk membelokkan arah aliran air. Konstruksi bendungan (weir) bertujuan untuk menaikkan dan mengontrol tinggi air dalam sungai secara signifikan sehingga elevasi muka air cukup untuk dialihkan ke dalam intake pembangkit listrik tenaga mikrohidro
- 2) Saluran penyadap (*Intake*) adalah bagian dari konstruksi sipil yang digunakan untuk masuknya air dari sungai menuju saluran pembawa dengan dilengkapi penghalang sampah
- 3) Bak pengendap (*Sand trap*) berfungsi berfungsi mengendapkan pasir/sedimen yang terbawa air sebelum masuk ke pipa pesat
- 4) Saluran pelimpah (*Spillway*) berfungsi untuk mengurangi kelebihan air pada saluran pembawa

- 5) Saluran pembawa (*Headrace*) berfungsi untuk mengalirkan air dari intake sampai ke kolam penenang. Selain itu, saluran ini juga berfungsi untuk mempertahankan kestabilan debit air. Saluran air untuk sebuah pembangkit skala kecil cenderung untuk memiliki bangunan yang terbuka
 - 6) bak penenang (*Forebay*) berfungsi untuk mengendapkan dan menyaring kembali air agar kotoran tidak masuk dan merusak turbin. Selain itu, kolam penenang ini juga berfungsi untuk menenangkan aliran air yang akan masuk ke dalam pipa pesat
 - 7) Pipa pesat (*penstock*) adalah pipa yang berfungsi untuk mengalirkan air dari kolam penenang (*forebay*) menuju turbin air.
 - 8) Saluran pembuang (*Trail race*) berfungsi untuk mengalirkan air keluar setelah memutar turbin.
 - 9) Rumah pembangkit (*Power house*) adalah struktur bangunan yang didalamnya terdapat turbin, generator, peralatan control dan peralatan penunjang lainnya.
- b. Peralatan Komponen utama Mekanikal elektrik
- 1) Turbin berfungsi untuk mengubah energi potensial menjadi energi mekanik. Air akan memukul sudu-sudu dari turbin sehingga turbin berputar. Perputaran turbin ini dihubungkan ke generator. Turbin terdiri dari berbagai jenis seperti turbin Francis, Kaplan, Pelton, crossflow, dan lain-lain.
 - 2) Generator dihubungkan ke turbin dengan bantuan poros dan gearbox, memanfaatkan perputaran turbin untuk memutar kumparan magnet di dalam generator sehingga terjadi pergerakan elektron yang membangkitkan arus AC. Jenis generator yang digunakan ada dua yaitu generator sinkron dan generator asinkron (induksi)
 - 3) Sistem transmisi mekanik berfungsi untuk mengkonversi

torsi dan kecepatan (putaran) dari turbin menjadi torsi dan kecepatan yang tertentu untuk diteruskan ke penggerak akhir yang dikopel ke generator untuk membangkitkan energi listrik. Jenis system transmisi mekanik dapat dibedakan menjadi dua yaitu transmisi langsung dan transmisi tidak langsung.

- 4) *Ballast load* atau penyeimbang berfungsi untuk membuang daya listrik dari generator yang berlebihan
- 5) Kotak panel tempat peralatan berisi pengaman (MCB) dan alat control tegangan, arus, frekuensi dan pengendali beban yang berfungsi untuk mengatur dan mengendalikan beban listrik yang dibangkitkan oleh PLTMH

c. Peralatan komponen utama transmisi dan distribusi

- 1) Transformator berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan arus atau tegangan listrik
- 2) Kabel distribusi berfungsi untuk menyalurkan daya listrik yang dibangkitkan di generator kepada konsumen dan pusat beban lainnya
- 3) Tiang distribusi adalah tiang penyokong kanel penghantar listrik dari system transmisi listrik (pembangkit) menuju konsumen.

1.4 Prosedur mempersiapkan pengoperasian unit PLTMH

a. Persiapan Pengoperasian

Persiapan Operator, dalam beberapa hal:

- 1) Prosedur pelaksanaan operasi pembangkit sesuai dengan manual dan standar yang berlaku
- 2) Mengenali semua komponen pembangkit beserta fungsinya
- 3) Memeriksa kondisi fasilitas dan peralatan di rumah pembangkit dan memastikan semuanya dalam kondisi mati
- 4) Memahami prosedur evakuasi dan fasilitas pencegahan kecelakaan di area PLTMH
- 5) Memahami *single line diagram* sistem PLTMH

b. Persiapan Peralatan Kerja dan Alat Pelindung Diri (APD)

Hal yang dipersiapkan di awal pengoperasian PLTMH antara lain:

- 1) Buku manual petunjuk pengoperasian dam perawatan
- 2) SOP, Instruksi Kerja, JSA (*job safety analysis*)
- 3) Alat pelindung diri (APD)
- 4) Perlengkapan Teknis
- 5) Alat ukur

c. Persiapan Sistem Pembangkit

Bagian-bagian yang harus diperiksa pada umumnya:

- 1) Periksa struktur sipil dan saluran pembawa air dalam kondisi baik. Bersihkan sampah pada *trashtrack* yang menghalangi aliran air masuk ke pipa pesat.
- 2) Periksa katup utama turbin dan bukaan *guide vane* turbin sesuai dengan besarnya beban sehingga arus atau tegangan *ballast* pada batasan nilai yang ditetapkan.
- 3) Periksa getaran dan suara dari generator dan turbin, jika getaran dan suaranya melebihi ambang batas normal, hentikan pembangkit dan perbaiki kerusakan/kejanggalan
- 4) Periksa *temperature bearing* generator dan turbin, *body* generator dan *control* panel pada *range* yang normal dan aman (umumnya temperatur aman sampai dengan 55 derajat celcius)
- 5) Periksa setiap kondisi yang tidak normal, lakukan tindakan penanggulangan dan perbaikan, hentikan pembangkit jika dirasa perlu.

2. Menyiapkan sarana pengoperasian unit PLTMH

Untuk menjalankan pengoperasian PLTMH di lokasi dibutuhkan perintah kerja yang jelas, sarana perlengkapan dan peralatan pendukung yang memadai serta waktu pelaksanaan, serta lokasi dan sarana kerja yang aman agar pengoperasian unit PLTMH dapat berjalan dengan baik

2.1 Checklist sarana unit PLTMH

Setelah persiapan pengoperasian dilaksanakan maka operator dapat mengoperasikan PLTMH dengan Perintah kerja sebagai berikut:

a. Pengisian Air Pada Sistem Pembangkit:

- 1) Buka pintu intake sehingga air mengalir melalui saluran pembawa dan pastikan air pada bak penenang telah terisi penuh
- 2) Buka katup utama secara bertahap sampai posisi terbuka penuh
- 3) Periksa *pressure gauge* sampai menunjukkan angka optimal (sesuai *head* yang tersedia)
- 4) Pastikan tidak ada udara yang terperangkap dalam saluran pembawa dan *penstock*/pipa pesat

b. Pastikan semua MCB pada *panel control*/pada posisi *off*

c. Buka *guide vane*/katup turbin perlahan-lahan, sampai kondisi berikut:

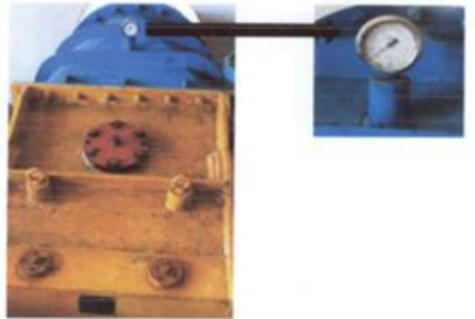
- 1) Tegangan posisi 220/380 atau 230/400 Volt
- 2) Kondisi arus ke *ballast load* mencapai kira-kira 1/3 dari beban nominal (jika pakai *control*)
- 3) Frekuensi meter menunjukkan angka pada *range* 48 -52 Hz

d. Tambahan bukaan *guide vane* turbin sampai pada posisi optimalnya dan arus ke *ballast* menunjukkan 80% dari arus maksimum. (nilai 80% merupakan persentase aman untuk mencegah *overload* atau *under* frekuensi yang disebabkan karena suplai listrik tidak terserap oleh konsumen/beban yang berpotensi mengakibatkan kerusakan pada generator)

e. Pada panel nyalakan MCB/MCCB/NFB ke beban (posisi ON), dan pastikan kondisi berikut tercapai:

- 1) *Ampere* meter beban menunjukkan sesuai dengan beban yang tersambung
- 2) *Ampere* meter *ballast load* berkurang dari posisi semula

Jika pengoperasian dilakukan setelah pembangkit *shutdown* maka operasi mulai masuk ke *point 2* diatas dengan mematikan *pressure gauge* sampai menunjukan angka optimal (sesuai *head* yang tersedia)



Gambar 7 posisi *pressure gauge*

Tabel 1 Checklist Pengoperasian PLTMH

No	Kegiatan Pengoperasian	Kondisi	Catatan
1.	Pengisian air pada system pembangkit		
	- Buka pintu intake		
	- Buka katup utama secara bertahap		
	- Periksa pressure gauge		
	- Cek pipa penstock/pipa pesat		
2.	Posisi MCB di <i>OFF</i>		
3.	Buka guide vane/katub turbin		
4.	Cek tegangan posisi 220/380 atau 230/400 V		
5.	Cek arus ke <i>Ballast Load</i>		
6.	Cek Frekuensi meter		

2.2 Perlengkapan K3 dan peralatan pendukung lain di lokasi

Hal-hal yang perlu disiapkan pada saat persiapan awal pengoperasian PLTMH antara lain:

- a. Buku manual petunjuk pengoperasian dan pemeliharaan adalah sebuah buku berisi spesifikasi tentang cara mengoperasian dan mematikan sebuah unit PLTMH, buku ini harus disimpan dalam rak khusus di rumah pembangkit

Bersama dokumen lainnya terkait PLTMH

- b. Perlengkapan K3
- c. Perlengkapan Pendukung lainnya yang diperlukan seperti:
 - 1) Tool box
 - 2) Penggaruk sampah
 - 3) Kain majun
 - 4) sikat
- d. Alat Ukur, digunakan untuk mengukur suhu, getaran dan putaran turbin air dan transmisi mekanik
 - 1) Vibration Meter

Vibration meter digunakan untuk mengukur getaran turbin dan transmisi mekanik. Getaran turbin air dan transmisi mekanik merupakan salah satu parameter yang harus dicek pada pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik karena getaran yang tidak normal pada turbin air dan transmisi mekanik merupakan pertanda ada kelainan pada turbin air dan transmisi mekanik tersebut.



Gambar 8 *Vibration Meter*

2) *Stetoskop Mekanik*

Stetoskop Mekanik merupakan alat yang digunakan untuk mendengar getaran seperti getaran pada turbin air dan transmisi mekanik. Getaran turbin air dan transmisi mekanik merupakan salah satu parameter yang harus dicek pada pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik. Karena getaran yang berlebih pada turbin air dan transmisi mekanik

merupakan pertanda ada kelainan pada turbin air dan transmisi mekanik tersebut.



Gambar 9 Stetoskop Mekanik

3) Termometer / Termometer Inframerah

Termometer digunakan untuk mengukur suhu turbin air dan transmisi mekanik utamanya pada bagian bagian yang berputar. Suhu turbin air dan transmisi mekanik merupakan salah satu parameter yang harus dicek pada pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik. Karena panas yang berlebih pada satu turbin air dan transmisi mekanik merupakan pertanda ada kelainan pada turbin air dan transmisi mekanik tersebut.



Gambar 10 Termometer

2.3 Prosedur penyiapan sarana pengoperasian.

Sebelum pembangkit dijalankan operator harus memeriksa dan menjamin komponen dan fasilitas pembangkit berada pada kondisi aman dan siap beroperasi terutama setelah pembangkit

berhenti lama karena *overhaul* atau perbaikan. Apabila terjadi kondisi yang tidak sesuai pada saat pemeriksaan awal sebelum pengoperasian, maka operator harus berkoordinasi dengan atasannya/pihak yang berwenang.

a. Bangunan Sipil

- 1) Pastikan Saluran air dan kolam penenang tidak dijadikan arena bermain anak-anak karena sangat berbahaya jika sampai terjadi kecelakaan
- 2) Pastikan pintu-pintu air dikunci untuk mencegah orang yang iseng membuka atau menutup pintu air sehingga dapat mengganggu atau membahayakan fasilitas dan saran PLTMH

b. Rumah Pembangkit

- 1) Kunci rumah pembangkit dan pastikan hanya orang yang berkepentingan yang memasuki rumah pembangkit
- 2) Pastikan semua bagian yang berputar seperti *pulley*, *shaft turbine* dan generator dilindungi oleh sangkar/pegar pengaman
- 3) Pastikan semua bahan-bahan metal/logam seperti panel listrik, turbin, generator telah di tanahkan (di *grounding*) untuk mencegah sengatan listrik (kesetrum).
- 4) Pastikan bahwa rumah pembangkit telah di lengkapi dengan penangkal petir
- 5) Simpanlah sampah atau sisa-sisa *grease* dan lain-lain pada tempat yang telah disediakan dan buang di tempat pembuangan yang aman.
- 6) Rumah pembangkit harus dilengkapi dengan peralatan kebersihan dan pastikan rumah pembangkit selalu dalam keadaan bersih
- 7) Pasang tanda-tanda atau peringatan keselamatan pada tempat-tempat atau komponen yang dianggap berbahaya
- 8) Pasang kotak pertolongan pertama pada kecelakaan (P3K) dan alat pemadam kebakaran

2.4 Prosedur pengamanan lokasi dan sarana kerja

Bagian-bagian yang biasa di periksa pada umumnya adalah sebagai berikut:

a. Komponen Bangunan Sipil:

- 1) Pastikan tidak ada retakan pada struktur bangunan sipil
- 2) Periksa apakah ada sedimentasi atau lumpur yang menghambat aliran air
- 3) Pastikan tidak terjadi kebocoran pada saluran air di komponen sipil
- 4) Bersihkan sampah yang mengganggu disekitar saringan
- 5) Periksa level permukaan air di *intake* dan bak penenang

b. Komponen Permesinan dan Kelistrikan:

- 1) Pastikan komponen turbin baik, periksa dan pastikan ikatan baut-baut dalam keadaan baik
- 2) Pastikan tidak ada kebocoran pada sistem pelumas
Periksa ketegangan sabuk belt dan *pulley*
- 3) Periksa sambungan generator, grounding dan sistem pengaman lainnya
- 4) Periksa Kembali pengkabelan, *controller*, *ballast load* dan system proteksi
- 5) Periksa *oil housing bearing* (metal) untuk pelumasan

c. Sistem Distribusi Listrik:

- 1) Periksa jaringan kabel distribusi dan pastikan dalam keadaan baik
- 2) Periksa tiang penyangga kabel masih dalam kondisi bagus, tidak miring, roboh atau kropos karena berkarat
- 3) Periksa sambungan kabel ke cabang jaringan dan kemungkinan hubung singkat

3. Melaksanakan Pengoperasian Unit

Prosedur pengoperasian alat bantu PLTMH

- ### 3.1 Prosedur pengoperasian alat bantu PLTMH dipahami sesuai dengan modul pengoperasian alat bantu PLTMH.

a. Lampu Pilot

Lampu pilot besar: Ada tiga buah lampu pilot warna hijau, kuning dan merah yang terdapat pada sisi paling atas panel adalah untuk menandakan bahwa kontaktor sudah bekerja/menyala. Lampu pilot hijau kecil: Lampu pilot ini terletak diatas push button adalah tanda bahwa kontaktor siap untuk di ON-kan

b. Alat Ukur Listrik

Alat ukur listrik berfungsi sebagai pengukur besaran listrik yang dihasilkan oleh generator yang di tempatkan pada pintu panel agar mudah pengamatannya, terdiri dari alat ukur:

- 1) Ampere meter dan Volt meter
- 2) Frekuensi meter menunjukan angka 50 Hz
- 3) Hour Counter sebagai pencatat jam operasi pembangkit yang telah dicapai

c. Push Button

Adalah merupakan tombol ON/OFF yang terdapat pada panel depan gunanya untuk menyalakan dan mematikan kontaktor CB Kontrol atau modul ELC berfungsi sebagai pengendali/control frekuensi/kecepatan generator serta alat proteksi. Melalui PCB ini frekuensi dapat di atur agar tetap berada pada frekuensi 50 Hz

d. Trafo Catu Daya, sebagai catu daya PCB control

e. Kapasitor sebagai filter agar gelombang tegangan yang dihasilkan generator menjadi baik

f. Kipas Angin sebagai pendingin Heatsink, bekerja dengan tegangan 220V yang dihubungkan langsung dengan generator

g. Heatsink sebagai pendingin model power elektronik

h. Kontaktor digunakan untuk menyalakan dan mematikan listrik ke arah jalur konsumen.

3.2 Prosedur pengoperasian unit PLTMH.

Tahapan pengoperasian PLTMH adalah sebagai berikut:

a. Menjalankan pembangkit:

Pastikan kondisi awal sebagai berikut:

- 1) Tutup pintu air (penutup pipa pesat) pada bak penenang
 - 2) Isi bak penenang hingga penuh
 - 3) NFB pada posisi *OFF*
 - 4) *Selector switch* (selector volt) pada posisi RUN
 - 5) Katup turbin (*guide vane*) dalam kondisi tertutup rapat
- b. Buka pintu air pada bak penenang dengan memperhatikan Pressure Gauge telah menacapai garis merah (pipa pesat sudah terisi air penuh)
- c. Buka katup turbin perlahan-lahan (hati-hati turbin dalam kondisi berputar) perhatikan hal-hal sebagai berikut:
- 1) Voltmeter sampai menunjuk pada angka 220 Volt
 - 2) Frekuensi meter sampai menunjuk pada angka 50 Hz
 - 3) Ballast meter pada angka masing-masing dengan nilai yang cukup
 - 4) Lampu Ready (Lampu hijau diatas tombol ON-OFF) menyala
- d. Sambungkan listrik ke beban konsumen dengan cara:
- 1) Tekan tombol ON-PUSH BOTTON (lampu pilot, hijau, merah, kuning manyala)
 - 2) ON-kan NFB dengan cara menggerakan tuas NFB keposisi atas (jika berhasil maka listrik sudah tersalur ke konsumen/beban)



Gambar 11 Sistem Kerja ELC

- ### 3.3 Prosedur pengisian Log Book pengoperasian unit PLTMH

Gambar 12 Formulir *Log Book* Pengoperasian PLTMH

3.4 Kondisi diluar Batasan operasi unit PLTMH (pengetahuan 3.4)

a. Peralatan Mekanik:

Tabel 2 Analisis Permasalahan Mekanik

No	Kondisi Diluar Batas	Penyebab	Penanggulangan
1	Turbin/Generator tidak mencapai frekuensi 50 Hz	Kelebihan beban	Baca ampere meter beban dan hitung beban terpasang, kurangi pemakaian beban
		Bagian yang berputar tidak bebas	Periksa apakah ada penghalang yang membebani putaran lepaskan/longgarkan jika ada
		Tidak cukup air	Periksa saluran air dan <i>intake</i> bersihkan jika ada sampah atau penghalang tambah air yang masuk ke <i>intake</i>
		Karena adanya tumpukan sampah yang masuk ke turbin	Membersihkan turbin dari kotoran sampah
		Kontrol tidak beroperasi dengan benar sehingga daya seluruhnya ke beban <i>ballast</i>	Memperbaiki <i>ballast</i>
2	Kecepatan turbin/generator tinggi dengan frekuensi lebih besar dari 50 Hz	Panel kontrol tidak bekerja karena tidak bisa menyalurkan daya ke <i>ballast</i>	Memperbaiki panel kontrol
		Beberapa elemen pada <i>ballast</i> mengalami kerusakan	Cek dengan multimeter dan ganti elemen atau sekring yang rusak
3	Suara atau getaran berlebihan dari dalam turbin	Dudukan <i>bearing</i> turbin longgar	Kencangkan baut pada dudukannya
		Turbin terhambat kotoran sampah	Bersihkan bagian dalam turbin dan periksa saringan pada bak penenang
		<i>Blade</i> putus	Perbaiki <i>blade</i> pada <i>runner</i>
		Beban tidak seimbang (dapat dilihat pada	Mengatur sambungan beban ke konsumen

No	Kondisi Diluar Batas	Penyebab	Penanggulangan
		amperemater setiap fasa)	
4	Putaran turbin dan generator tidak stabil (menentak nyentak) atau <i>belt</i> berbunyi lebih keras dari biasanya	Baut penarik <i>belt</i> longgar Terjadi pergeseran pada dudukan turbin atau generator	Kencangkan <i>pulley</i> serta sambungannya dan cek kelurusannya dengan benang dan kencangkan kembali baut yang longgar
		Masalah dengan sistem kontroler	Konsultasikan dengan pembuat alat kontrol mengenai penanganan masalah
5	Temperatur <i>bearing</i> melebihi biasanya	<i>Grease</i> /pelumasan kurang	Beri tambahan <i>grease</i> /pelumasan secukupnya
		Banyak kotoran/ <i>grease</i> lama yang menumpuk pada <i>bearing</i>	Buka rumah <i>bearing</i> , buang <i>grease</i> lama, bersihkan dengan minyak tanah dan isi dengan <i>grease</i> baru
		Getaran yang diakibatkan baut <i>bearing</i> longgar	Kencangkan baut pada <i>bearing</i>
6	<i>Bearing</i> poros generator <i>pulley</i> talalu panas Suara atau getaran dari <i>bearing</i> turbin	Dudukan <i>bearing</i> terlepas	Kontrol kedudukan baut dan kencangkan
		<i>Bearing</i> sudah aus	Ganti <i>bearing</i>
		Tegangan <i>flat belt</i> terlalu kencang	Kendurkan tegangan <i>flat belt</i>
7	Pada rumah <i>bearing</i> keluar air	Baut penjebak ait terlepas	Buka <i>runner</i> turbin, kencangkan/ganti baut yang longgar
		“O” penjebak air rusak	Buka “O” ring dan ganti degan yang baru
8	Getaran rumah <i>coupling</i> melebihi biasanya	Baut <i>coupling</i> lepas/longgar	Matikan pembangkit dan kencangkan baut yang longgar
		Karet fleksibel <i>bearing</i> rusak	Ganti dengan yang baru

b. Peralatan Elektrikal

Tabel 3 Analisis Permasalahan Elektrik

No	Kondisi diluar batas	Penyebab	Penanggulangan
1	Saat dinyalakan, lampu <i>fuse</i> ada yang menyala	<i>Fuse</i> gelas ada yang putus	Segera matikan pembangkit, ganti <i>fuse</i> gelas dengan yang sesuai dan cek <i>wiring</i> dari kemungkinan hubungan singkat
2	Saat dinyalakan tidak keluar tegangan V-PH tetap pada nol Suara generator terdengar lebih keras	AVR dan DIODA rusak	Ganti AVR dengan tipe sama dan menggantikan dioda
		Jalur generator ada yang konslet	Lakukan test resistansi untuk masing-masing fasa dan fasa netral pada jalur generator
		Sikat arang generator (<i>brush</i>) habis	Periksa sikat arang dan ganti jika habis
3	Saat dinyalakan ampere <i>ballast</i> tidak mau naik	<i>Ballast/fuse</i> konslet/putus	Matikan pembangkit, test resistansi pada <i>fuse</i> ganti jika rusak
4	Saat dinyalakan kontrol tidak berfungsi	<i>Module controller (Mainboard)</i> rusak atau kabel pada <i>main board</i> kendor	Matikan pembangkit, kencangkan baut pada <i>mainboard</i> , jika kesulitan hubungi manufaktur pembuat
5	Saat dinyalakan kontrol dan kontaktor normal, saat MCB beban dinyalakan kontaktor selalu putus	Beban konsumen terlalu banyak	Matikan pembangkit kemudian kurangi/tertibkan beban di konsumen
		Daya turbin tidak maksimal	Tambah bukaan katup turbin
		Konslet di jaringan	Lakukan pengukuran resistansi masing-masing fasa dan fasa netral, temukan bagian yang konslet,

No	Kondisi diluar batas	Penyebab	Penanggulangan
			kemudian diperbaiki sebelum dinyalakan kembali
7	Saat dinyalakan kontrol dan kontaktor normal, setelah MCB beban dinyalakan, MCB selalu jatuh walaupun kontaktor tidak putus	Konslet di jaringan	Matikan pembangkit Lakukan pengukuran resistansi masing-masing fasa dan fasa netral, temukan bagian yang konslet, kemudian diperbaiki sebelum dinyalakan kembali
8	Saat pembangkit dinyalakan, listrik tidak tersalurkan ke beban/konsumen	Terjadi <i>overvoltage</i> MCB pada AVR jatuh pada posisi <i>OFF</i> , turbin runaway speed	Matikan pembangkit, tutup katup turbin, <i>ON</i> kan kembali MCB AVR, nyalakan pembangkit
		<i>Ballast</i> konslet	Matikan pembangkit, test resistansi <i>ballast</i> , catat jumlah dan daya <i>ballast</i> yang konslet ganti dengan <i>ballast</i> baru
9	Kotak panel kontrol (IGC/ELC) panas	Ventilasi terhalang	Buka dan bersihkan
		Kipas tidak berfungsi	Perbaiki/ganti
10	Arus pada <i>ballast</i> tidak seimbang	SCR mati sebelah	Periksa sambungan pada modul kontrol, kencangkan konektor <i>gate</i> SCR
		Komponen pemanas pada <i>ballast</i> terbakar	Ukur dengan multimeter dan ganti
		Modul kontrol rusak	Hubungi pembuat untuk diganti
		Beban tidak seimbang	Periksa <i>ampere</i> meter R,S,T pada panel

c. Peran Operator selama Debit Air Kurang

- 1) Jika debit berkurang pada musim kemarau namun pembangkit masih dapat menghasilkan listrik maka

kurangi beban konsumen dengan cara mematikan alat listrik sekunder seperti televisi, kulkas, pemasak nasi, setrika atau melakukan pemadaman listrik secara bergilir

- 2) Jika debit berkurang sehingga pembangkit tidak dapat menghasilkan listrik, jaga agar turbin tetap berputar. Hal ini dilakukan supaya tidak terjadi korosi pada bagian *bearing* dan *guide vane*

d. Operasional Darurat

1) Banjir

Hampir semua pembangkit mikro hidro pada kebanyakan lokasi dapat dioperasikan pada keadaan banjir. Bagaimanapun pada saat banjir dimana banyak lumpur dan sampah yang terbawa mungkin dapat masuk kedalam saluran. Maka sebaiknya pembangkit dihentikan sementara waktu dengan menutup pintu masuk intake. Setelah banjir mereda, operator harus mengecek kondisi saluran, pintu air dan membersihkan sampah dan lumpur yang masuk kesaringan dan saluran pembawa.

2) Gempa Bumi

Gempa bumi dapat mempengaruhi hampir semua komponen pembangkit, dari mulai struktur sipil, elektro mekanik dan jaringan transmisi. Oleh karena itu setelah terjadi gempa bumi operator harus melakukan tindakan berikut ini:

- a) Tutup pintu utama intake menuju saluran
- b) Periksa kemungkinan kerusakan pada struktur sipil dari retak, longsor, bocor dan kerusakan lainnya, segera perbaiki jika ada kerusakan
- c) Periksa kesejajaran *shaft* turbin dan generator dari kemungkinan pergeseran
- d) Periksa baut-baut dari kemungkinan longgar.
- e) Periksa peralatan listrik dari kemungkinan kerusakan

- f) Periksa tiang listrik dan kabel dari kemungkinan roboh atau miring
- g) Lakukan perbaikan dan penanggulangan jika dianggap perlu dan dapat mengganggu operasional pembangkit

4. Membuat laporan hasil pengoperasian unit PLTMH

Dalam melaksanakan pengoperasian PLTMH, dibutuhkan laporan hasil pelaksanaan pengoperasian PLTMH. Laporan pengoperasian biasanya berisi check list pekerjaan pengecekan setiap pengoperasian PLTMH, pengoperasian PLTMH serta status penggantian pengoperasian PLTMH jika ada.

4.1 Format laporan pengoperasian unit PLTMH

Laporan pengoperasian PLTMH yang terdiri dari tanggal dan jam operasi, % pembukaan guide vane, frekuensi, tegangan pada posisi RST, arus, daya yang dihasilkan.

4.2 Prosedur pelaporan pengoperasian unit PLTMH

Laporan pengoperasian PLTMH didokumentasikan sebagai laporan untuk atasan ataupun teknisi. Laporan tersebut sebagai dasar atau acuan untuk dilakukan pemeriksaan, pemeliharaan, atau perbaikan terhadap komponen-komponen sipil, mekanikal, dan elektrik.

Demikian pembahasan terkait informasi konsep dan pengetahuan tentang perangkat lunak lembar sebat sebagai media yang memudahkan dalam membuat tulisan berkaitan dengan tabel data dan penghitungannya. Penguasaan terkait aplikasi ini akan cepat diperoleh jika sering dilakukan latihan dan mencoba penggunaannya sesering mungkin.

5. Evaluasi Pengetahuan

Instruksi Evaluasi Pengetahuan:

- 5.1. Soal evaluasi teori disusun oleh instruktur.
- 5.2. Metode evaluasi ditentukan oleh instruktur

- 5.3. Jawaban evaluasi teori harus di serahkan sesuai dengan batas waktu yang dicantumkan.
- 5.4. Evaluasi teori dibuat secara tertulis dalam file word sesuai dengan elemen unit kompoetensi yang diuji.
- 5.5. Plagiarisme adalah mengkopi pekerjaan seseorang dan mengakui tugas itu adalah tugas anda. Setiap kegiatan plagiarisme akan mendapatkan hasil dengan nilai nol.
- 5.6. Bobot maksimal penilaian untuk evaluasi teori adalah 30% dari dari keseluruhan penilaian di unit ini.
- 5.7. Materi evaluasi yang akan diujikan merujuk kepada pengetahuan yang dibutuhkan dan tertulis pada unit kompetensi di standar kompetensi, yaitu:
 - a) Pengetahuan tentang mempersiapkan pengoperasian unit PLTMH
 - b) Pengetahuan tentng menyiapkan sarana pengoperasian unit PLTMH
 - c) Pengetahuan tentang melaksanakan pengopasian unit PLTMH
 - d) Pengetahuan tentang membuat laporan hasil pengoperasian unit PLTMH.

E. KETERAMPILAN DAN SIKAP KERJA

1. Lembar Instruksi Kerja (LIK)_1

a. Informasi Umum

Unit Kompetensi	: Pengoperasian Unit Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)
Kode Unit	: D.35EBT43.011.1
Nama LIK	: Pengoperasian Unit Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)
No. LIK	: 1/1
Waktu	: 180 Menit

Petunjuk:

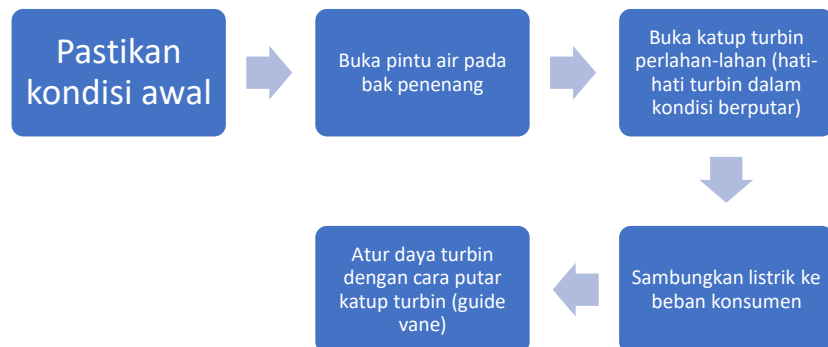
- 1) Baca dan pelajari setiap langkah/instruksi kerja dibawah ini dengan cermat sebelum melaksanakan praktik.
- 2) Laksanakan pekerjaan sesuai dengan urutan proses yang sudah ditetapkan.
- 3) Seluruh proses kerja mengacu kepada SOP/WI/IK yang dipersyaratkan.
- 4) Waktu pengerjaan yang disediakan 180 menit

b. Soal Praktik

1) Skenario

Sebagai seorang operator, anda diminta untuk menjalankan pembangkit dan mematikan pembangkit, kemudian membuat laporan hasil pengoperasian. Setelah laporan tersebut di cetak, diserahkan kebagian administrasi untuk di arsipkan.

2) Alur Kerja



3) Langkah Kerja

Menjalankan Pembangkit:

a) Pastikan kondisi awal sebagai berikut:

- 1) Tutup pintu air (penutup pipa pesat) pada bak penenang
- 2) Isi bak penenang hingga penuh
- 3) NFB pada posisi *OFF*
- 4) *Selector switch* (selector volt) pada posisi RUN
- 5) Katup turbin (*guide vane*) dalam kondisi tertutup rapat

b) Buka pintu air pada bak penenang perhatikan pressure

Gauge telah menacapai garis merah (pipa pesat sudah terisi air penuh)

c) Buka katup turbin perlahan-lahan (hati-hati turbin dalam kondisi berputar) perhatikan hal-hal sebagai berikut:

- 1) Voltmeter sampai menunjuk pada angka 220 Volt
- 2) Frekuensi meter sampai menunjuk pada angka 50 Hz
- 3) Ballast meter pada angka masing-masing dengan nilai yang cukup
- 4) Lampu Ready (Lampu hijau diatas tombol ON-OFF) menyala

d) Sambungkan listrik ke beban konsumen dengan cara:

- 1) Tekan tombol ON-PUSH BOTTON (lampu pilot, hijau, merah, kuning menyala)
- 2) ON-kan NFB dengan cara menggerakkan tuas NFB keposisi atas (jika berhasil maka listrik sudah tersalur ke konsumen/beban)

e) Atur daya turbin dengan cara putar katup turbin (*guide vane*) sehingga diperoleh arus *ballast* menunjuk sekitar 10 ampere atau tegangan *ballast* mencapai 50 volt

Mematikan Pembangkit:

Atur daya turbin dengan cara sebagai Putar katup turbin (guide Vane) sehingga diperoleh arus ballas menunjuk disekitar 0 ampere

4) Bahan Praktik

Tabel 4 bahan Praktik

No.	Nama Barang	Spesifikasi	Jumlah
1	ATK	Standar	1 set
2	APD	Helm, earplug, sarung tangan, sepatu safety	1 set
3	Sapu	-	1 buah
4	Kain majun	-	secukupnya

5) Peralatan Praktik

- 1) Simulator PLTMH
- 2) Tool box
- 3) Multimeter
- 4) Kabel Rol
- 5) Pointer
- 6) Obeng
- 7) Tang

c. Penilaian Praktik

1) Lembar Cek Observasi

Tabel 5 Lembar Obervasi

PROSUDUR/LANGKAH KERJA	ACUAN PEMBANDING	PENILAIAN	
		K	BK
1. Mempersiapkan pengoperasian unit PLMTH			
1.1 Mengidentifikasi K3 untuk pelaksanaan tugas pengoperasian sesuai ketentuan	Buku manual		
1.2 Mengidentifikasi Kesiapan komponen peralatan utama sesuai dengan tujuan pengoperasian peralatan	Buku manual		
1.3 Melakukan Perintah kerja pengoperasian unit PLTMH sesuai prosedur yang ditetapkan.	Buku manual		
1.4 Melakukan Lingkup perintah kerja pengoperasian unit PLTMH sesuai prosedur yang ditetapkan	Buku manual		
2. Menyiapkan sarana pengoperasian unit PLTMH			
2.1 Menyiapkan Perintah kerja, checklist pengoperasian unit PLTMH di lokasi kerja sesuai kebutuhan.	Buku manual		
2.2 Menyiapkan Perlengkapan K3 dan peralatan pendukung lainnya di lokasi kerja.	Buku manual		
2.3 Mengkoordinasikan Waktu dan pelaksanaan pengoperasian unit	Buku manual		

	PLTMH dengan pihak terkait sesuai prosedur yang ditetapkan.			
2.4	Mengamankan Lokasi dan sarana kerja sesuai prosedur yang ditetapkan	Buku manual		
3.	Melaksanakan Pengoperasian unit PLTMH			
3.1	Mengoperasikan Peralatan bantu dioperasikan sesuai prosedur yang ditetapkan	Buku manual		
3.2	Menerapkan Perintah kerja pengoperasian unit PLTMH diterapkan sesuai prosedur yang ditetapkan	Buku manual		
3.3	Mencatat Parameter pengoperasian PLTMH pada log book sesuai ketentuan	Buku manual		
3.4	Mencatat Kondisi diluar batasan operasi unit PLTMH sesuai prosedur	Buku manual		
4.	Melaksanakan Pengoperasian unit PLTMH			
4.1	Membuat Laporan pelaksanaan pengoperasian unit PLTMH sesuai standar yang berlaku	Buku manual		
4.2	Melaporkan Laporan pelaksanaan pengoperasian unit PLTMH kepada atasan yang berwenang untuk dievaluasi dan didokumentasikan.	Buku manual		

2) Lembar Cek Hasil

Tabel 6 Lembar Cek Hasil

No.	ASPEK YANG DINILAI	STANDAR KEBERTERIMAAN	CEKLIS	
			K	BK
1.	Kelengkapan Peralatan Pengoperasian PLTMH Sesuai Prosedur	Buku manual		
2.	Sarana Pengoperasian Unit PLTMH Sesuai Prosedur	Buku manual		
3.	Pengoperasian Unit PLTMH Sesuai Prosedur	Buku manual		
4.	Laporan Pelaksanaan	Buku manual		

2. Evaluasi Praktik

Instruksi Evaluasi Praktik:

- a. Soal evaluasi praktik disusun oleh instruktur.
- b. Metode evaluasi ditentukan oleh instruktur
- c. Jawaban evaluasi praktik harus di serahkan 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 unit kompetensi di standar kompetensi, yaitu:
 - 1) Pengetahuan tentang mempersiapkan pengoperasian unit PLTMH
 - 2) Pengetahuan tentang menyiapkan sarana pengoperasian unit PLTMH
 - 3) Pengetahuan tentang melaksanakan pengopasian unit PLTMH
 - 4) Pengetahuan tentang membuat laporan hasil pengoperasian unit PLTMH.

F. EVALUASI PERSONAL

(Form Evaluasi Personal sesuai lampiran Keputusan Direktur Jendral Pembinaan Pelatihan Vokasi dan Produktivitas Nomor 2/771/HK.5/III/2023 tentang Pedoman Penyusunan Program Dan Materi Pelatihan Berbasis Kompetensi)

G. LAMPIRAN

1. Kamus Istilah

a.	PLTMH	Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro
b.	Operator	Tenaga Kerja

c.	<i>Weir</i>	Bendungan
d.	<i>Intake</i>	Saluran penyadap
e.	<i>Headrace</i>	Saluran pembawa
f.	<i>Sand Trap</i>	Bak Pengendap
g.	<i>Spillway</i>	Saluran Melimpah
h.	<i>Forebay</i>	Kolam Penenang
i.	<i>Penstock</i>	Pipa Pesat
j.	<i>Trail Race</i>	Saluran Pembuang
k.	<i>Power House</i>	Rumah Pembangkit
l.	<i>Ballast Load</i>	Penyeimbang Beban
m.	<i>Guide Vane</i>	Katup Turbin
n.	<i>Bearing</i>	Bantalan
o.	<i>Pressure Gauge</i>	Alat ukur tekanan air
p.	<i>Pulley</i>	Sabuk
q.	<i>Shaft turbin</i>	Poros Turbin

2. Referensi

a.	Buku Petunjuk Operasi dan Pemeliharaan Di Gunung Halu
b.	Panduan Pengoperasian Dan Pemeliharaan PLTMH OFF Grid
c.	Petunjuk Pengoperasian PLTMH Gunung Halu
d.	Panduan Untuk Pembangunan PLTMH (JICA)

3. Unit Kompetensi

KODE UNIT : : D.35EBT43.011.1

JUDUL UNIT : Pengoperasian Unit Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)

DESKRIPSI UNIT : Unit ini merupakan kompetensi yang berhubungan dengan pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja dalam mengelola konten pelatihan melalui platform e-learning sesuai kondisi dan kebutuhan organisasi.

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Mempersiapkan pengoperasian unit PLMTH	<p>1.1 Kelengkapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja(K3) diidentifikasi untuk pelaksanaan tugas pengoperasian sesuai ketentuan.</p> <p>1.2 Kesiapan komponen peralatan utama diidentifikasi sesuai dengan tujuan pengoperasian</p>

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
	peralatan 1.3 Perintah kerja pengoperasian unit PLTMH dilakukan sesuai prosedur yang ditetapkan. 1.4 Lingkup perintah kerja pengoperasian unit PLTMH dilakukan sesuai prosedur yang ditetapkan
2. Menyiapkan sarana pengoperasian unit PLTMH	2.1 Perintah kerja, <i>checklist</i> pengoperasian unit PLTMH disiapkan di lokasi kerja sesuai kebutuhan 2.2 Perlengkapan K3 dan peralatan pendukung lainnya diskan di lokasi kerja 2.3 Waktu dan pelaksanaan pengoperasian unit PLTMH dikoordinasikan dengan pihak terkait sesuai prosedur yang ditetapkan 2.4 Lokasi dan sarana kerja diamankan sesuai prosedur yang ditetapkan.
3. Melaksanakan Pengoperasian unit PLTMH	3.1 Peralatan bantu dioperasikan sesuai prosedur yang ditetapkan. 3.2 Perintah kerja pengoperasian unit PLTMH diterapkan sesuai prosedur yang ditetapkan 3.3 Parameter pengoperasian PLTMH dicatat pada <i>log book</i> sesuai ketentuan resmi Perusahaan 3.4 Kondisi diluar batasan operasi unit PLTMH dicatat sesuai prosedur.
4. Membuat laporan hasil pengoperasian unit PLTMH	4.1 Laporan pelaksanaan pengoperasian unit PLTMH dibuat sesuai standar yang berlaku 4.2 Laporan pelaksanaan pengoperasian unit

BATASAN VARIABEL

1. Konteks Variabel

- 1.1 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.
- 1.2 Perintah kerja pengoperasian unit PLTMH yang dimaksud pada kriteria unjuk kerja adalah batasan pelaksanaan pengoperasian, metode komunikasi serta standar pelaporan. Contoh perintah kerja pengoperasian unit PLTMH diantaranya:
 - 1.2.1 Guide vane dibuka dengan memperhatikan besaran tegangan dan frekuensi, pembukaan dilakukan sampai didapat tegangan dan frekuensi normal.
 - 1.2.2 CB Ballast dihubungkan, pengaturan tegangan dan frekuensi nominal dilakukan dengan mengatur pembukaan *guide vane*.
 - 1.2.3 CB beban dihubungkan pembebanan dilakukan, pengaturan tegangan dan frekuensi dilakukan dengan mengatur pembukaan *guide vane*.
 - 1.2.4 Unit PLTMH diberhentikan dengan menutup *guide vane* secara perlahan-lahan bila beban telah mencapai $\pm 10\%$ CB beban dilepaskan selanjutnya *guide vane* ditutup sepenuhnya dan CB *ballast load* dilepas.
- 1.3 Parameter pengoperasian PLTMH yang dimaksud pada kriteria unjuk kerja diantaranya meliputi waktu mulai operasi, berhenti, tegangan (V), frekuensi (F), arus (A), power factor (Φ), daya (kW) dan energi (kWh).
- 1.4 Konten pelatihan meliputi namun tidak terbatas kepada registrasi, materi pembelajaran, form, evaluasi, sertifikasi dan laporan.

2 Peralatan dan Perlengkapan

2.1 Peralatan

- 2.1.1 Alat Pelindung Diri (APD)
- 2.1.2 Peralatan tangan
- 2.1.3 Peralatan yang diperlukan sesuai dengan pengoperasian unit PLTMH yang akan dikerjakan

2.2 Perlengkapan

- 2.2.1 Rambu-rambu K3 di daerah kerja
- 2.2.2 Dokumen, manual dan prosedur pengoperasian unit PLTMH disiapkan di lokasi uji kompetensi

3 Peraturan yang diperlukan

- 3.1 Peraturan mengenai K3 Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 12 Tahun 2015 tentang Keselamatan dan kesehatan Kerja Listrik di Tempat Kerja jo Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 33 Tahun 2015

5. Norma dan standar

- 5.1 Norma
(Tidak ada)
- 5.2 Norma
(Tidak ada)

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian / assessment kompetensi ini dapat dilakukan di tempat kerja atau pada tempat yang disimulasikan.
 - 1.2 Peserta harus dilengkapi dengan peralatan/perlengkapan, dokumen, bahan, serta fasilitas assessment yang dibutuhkan.
 - 1.3 Metode assessment yang dapat diterapkan meliputi: tes tertulis, tes lisan/wawancara, observasi demonstrasi/praktik, verifikasi bukti/portofolio.
2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada)
3. Pengetahuan dan ketrampilan yang dibutuhkan:
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 Prosedur pengoperasian unit PLTMH
 - 3.1.2 Prinsip kerja unit PLTMH
 - 3.1.3 Prosedur pengoperasian unit PLTMH
 - 3.1.4 Instrumentasi unit PLTMH
 - 3.1.5 Sistem proteksi dan monitoring unit PLTMH
 - 3.2 Ketrampilan
 - 3.2.1 Menggunakan peralatan kerja dan alat keselamatan kerja
 - 3.2.2 Menerapkan prosedur pengoperasian unit PLTMH
 - 3.2.3 Melakukan trouble shooting pada unit PLTMH
4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Disiplin dalam memenuhi perintah kerja
 - 4.2 Cermat didalam mengamati kondisi bagian peralatan bantu PLTMH
 - 4.3 Jelas dan lugas dalam berkomunikasi
 - 4.4 Peduli terhadap kebersihan dan keselamatan lingkungan kerja termasuk keselamatan bagian peralatan bantu PLTMH
5. Aspek kritis
 - 5.1 Ketelitian dalam mencatat parameter pengoperasian PLTMH pada log book sesuai ketentuan resmi perusahaan

Nama penyusun

No	Nama	Profesi
1.	Zainul M Pulungan, ST, MBA	Widyaiswara Ahli Muda PPSDM KEBTKE Kementerian Energi & Sumber Daya Mineral