



**MODUL**

**PELATIHAN BERBASIS KOMPETENSI**

**MEMELIHARA TURBIN AIR  
DAN TRANSMISI MEKANIK  
(D.35EBT44.014.1)**

KEMENTERIAN KETENAGAKERJAAN R.I.

DIREKTORAT JENDERAL PEMBINAAN PELATIHAN VOKASI DAN PRODUKTIVITAS

DIREKTORAT BINA STANDARDISASI KOMPETENSI DAN PROGRAM PELATIHAN

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
A. PENDAHULUAN .....	1
B. PANDUAN PENGGUNAAN MODUL .....	1
C. SILABUS .....	3
D. PENGETAHUAN .....	7
1. Menyiapkan Sarana Pemeliharaan Turbin Air Dan Transmisi Mekanik.....	7
2. Melaksanakan Pemeliharaan Turbin Air Dan Transmisi Mekanik.....	13
3. Membuat Laporan Hasil Pemeliharaan Turbin Air Dan Transmisi Mekanik.....	39
4. Evaluasi Pengetahuan.....	43
E. KETERAMPILAN DAN SIKAP KERJA.....	44
1. Lembar Instruksi Kerja_1.....	44
a. Informasi Umum .....	44
b. Soal Praktik .....	44
c. Penilaian Praktik .....	47
2. Evaluasi Praktik .....	48
F. EVALUASI PERSONAL .....	48
G. LAMPIRAN .....	48
1. Kamus Istilah .....	48
2. Referensi .....	49
3. Unit Kompetensi .....	50
4. Daftar Nama Penyusun .....	53

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, Modul Pelatihan Berbasis Kompetensi dengan judul ***“Memelihara Turbin Air Dan Transmisi Mekanik (D.35EBT44.014.1)”*** dapat tersusun dengan baik. Modul ini disusun berdasarkan Kepmenaker Nomor 133 Tahun 2018 tentang SKKNI Bidang Teknik Listrik Migas.

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  
sesuaikan dengan kebutuhan masing-masing Lembaga pelatihan.

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

### C. SILABUS

Unit Kompetensi	: Pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik
Kode Unit	: D.35EBT44.014.1
Perkiraan Waktu	: 32 JP @ 45 menit
Bentuk	: Luring/Daring/Blended (*)
Capaian Unit Kompetensi	: Dipeliharanya turbin air dan transmisi mekanik sesuai dengan Prosedur yang ditetapkan

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA	INDIKATOR UNJUK KERJA	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN DAN SIKAP	DURASI
1. Menyiapkan sarana pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik	<p>1.1 Prosedur pemeliharaan bagian turbin air dan trasmisi mekanik disiapkan di lokasi kerja sesuai kebutuhan.</p> <p>1.2 Perlengkapan Keamanan, Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) dan peralatan</p>	Tersedianya sarana pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik sesuai dengan perintah kerja dan prosedur	<p>Penjelasan tentang:</p> <p>1.1 Gambaran system kerja dan perawan turbin air dan transmisi mekanik</p> <p>1.2 K3 dan Peralatan pendukung pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik</p>	<p>1.1 Menyiapkan prosedur pemeliharaan bagian turbin air dan trasmisi mekanik di lokasi kerja sesuai kebutuhan.</p> <p>1.2 Menyiapkan perlengkapan Keamanan, Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) dan</p>	

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA	INDIKATOR UNJUK KERJA	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN DAN SIKAP	DURASI
	<p>pendukung lainnya disiapkan di lokasi kerja.</p> <p>1.3 Waktu dan pelaksanaan pemeliharaan bagian turbin air dan transmisi mekanik dikoordinasikan dengan pihak terkait sesuai prosedur.</p> <p>1.4 Lokasi dan sarana kerja diamankan sesuai prosedur yang ditetapkan.</p>		pendukung	<p>peralatan pendukung lainnya di lokasi kerja.</p> <p>1.3 Mengkoordinasikan waktu dan pelaksanaan pemeliharaan bagian turbin air dan transmisi mekanik dengan pihak terkait sesuai prosedur.</p> <p>1.4 Mengamankan lokasi dan sarana kerja sesuai prosedur yang ditetapkan</p>	
2. Melaksanakan Pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik	2.1 Perintah kerja pemeliharaan bagian turbin air dan transmisi mekanik dilaksanakan sesuai prosedur.	Dihasilkannya data pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik sesuai dengan prosedur	Penjelasan tentang: 2.1 Jenis dan bagian – bagian turbin air dan transmisi mekanik	2.1 Melaksanakan perintah kerja pemeliharaan bagian turbin air dan transmisi mekanik sesuai prosedur.	

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA	INDIKATOR UNJUK KERJA	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN DAN SIKAP	DURASI
	<p>2.2 Prosedur K3 diterapkan sesuai prosedur.</p> <p>2.3 Turbin air dan transmisi mekanik diperiksa sesuai prosedur.</p> <p>2.4 Kualitas pekerjaan pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik dipastikan sesuai dengan prosedur pemeliharaan dan dicatat dalam formulir uji.</p>		<p>2.2 Prosedur pemeriksaan dan pemeliharaan bagian – bagian turbin air dan transmisi mekanik.</p>	<p>2.2 Menerapkan prosedur K3 sesuai prosedur.</p> <p>2.3 Memeriksa turbin air dan transmisi mekanik sesuai prosedur.</p> <p>2.4 Memastikan kualitas pekerjaan pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik sesuai dengan prosedur pemeliharaan dan dicatat dalam formulir uji.</p>	
3. Membuat laporan hasil pemeliharaan turbin air dan transmisi	3.1 Laporan pelaksanaan pemeliharaan bagian turbin air dan	Dihasilkannya laporan pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik	Penjelasan tentang: 3.1. Prosedur pengisian laporan dan dokumentasi	3.1. Membuat laporan pelaksanaan pemeliharaan bagian turbin	



ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA	INDIKATOR UNJUK KERJA	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN DAN SIKAP	DURASI
mekanik	transmisi mekanik dibuat sesuai prosedur. 3.2 Laporan pelaksanaan pemeliharaan bagian turbin air dan transmisi mekanik didokumentasikan sesuai prosedur.		pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik	air dan transmisi mekanik sesuai prosedur. 3.2. Mendokumentasikan Laporan pelaksanaan pemeliharaan bagian turbin air dan transmisi mekanik sesuai prosedur.	
Asesmen					

## **D. PENGETAHUAN**

Pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) adalah aspek penting untuk memastikan kelancaran operasi dan optimalisasi kinerja pembangkit. Pemeliharaan yang tepat dapat memperpanjang umur pakai turbin dan transmisi mekanik, meningkatkan efisiensi pembangkit, dan mengurangi risiko kerusakan yang dapat menyebabkan gangguan produksi listrik.

### **1. Menyiapkan Sarana Pemeliharaan Turbin Air Dan Transmisi Mekanik**

Menyiapkan sarana pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro) merupakan langkah penting sebelum memulai kegiatan pemeliharaan. Sarana yang memadai dan siap pakai akan memastikan kelancaran dan keamanan proses pemeliharaan, serta meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga.

Pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik PLTMH dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis utama:

- **Pemeliharaan Pencegahan:** Dilakukan secara berkala untuk mencegah kerusakan dan memperpanjang umur pakai komponen. Pemeliharaan pencegahan meliputi inspeksi, pembersihan, pelumasan, penyetelan, dan penggantian komponen yang aus.
- **Pemeliharaan Korektif:** Dilakukan untuk memperbaiki kerusakan yang sudah terjadi. Pemeliharaan korektif dapat berupa penggantian komponen yang rusak, perbaikan struktur, atau modifikasi desain.

Prosedur pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik PLTMH bervariasi tergantung pada jenis turbin, transmisi mekanik, dan kondisi operasi pembangkit. Namun, secara umum, prosedur pemeliharaan meliputi langkah-langkah berikut:

- Inspeksi : Lakukan inspeksi visual secara berkala untuk mendeteksi kerusakan atau keausan pada komponen turbin air dan transmisi mekanik. Perhatikan kebocoran air, getaran berlebihan, suara abnormal, dan tanda-tanda kerusakan lainnya.
- Pembersihan : Bersihkan turbin air dan transmisi mekanik dari kotoran, debu, dan karat secara berkala. Gunakan metode pembersihan yang sesuai dengan jenis material komponen.
- Pelumasan : Lumasi bantalan, gearbox, dan komponen lain yang bergerak dengan pelumas yang tepat. Perhatikan jenis pelumas, frekuensi pelumasan, dan tingkat pelumasan yang direkomendasikan oleh pabrikan.
- Penyetelan : Lakukan penyetelan pada komponen turbin air dan transmisi mekanik untuk memastikan kinerja yang optimal. Penyetelan meliputi pengaturan celah antar komponen, penyetelan tekanan air, dan penyetelan kecepatan putaran turbin.
- Penggantian Komponen : Ganti komponen yang aus atau rusak dengan komponen baru yang sesuai dengan spesifikasi pabrikan. Gunakan suku cadang asli atau suku cadang yang direkomendasikan oleh pabrikan.

Penting untuk mendokumentasikan semua kegiatan pemeliharaan yang dilakukan pada turbin air dan transmisi mekanik PLTMH. Dokumentasi harus mencakup tanggal dan waktu pemeliharaan, jenis pemeliharaan yang dilakukan, komponen yang diperiksa, dibersihkan, dilumasi, disetel, atau diganti, serta temuan dan tindakan korektif yang dilakukan. Dokumentasi yang baik dapat membantu dalam memantau kondisi turbin air dan transmisi mekanik, merencanakan pemeliharaan di masa depan, dan mengidentifikasi potensi masalah.

Pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik PLTMH harus dilakukan oleh personel yang terlatih dan berpengalaman. Pastikan untuk mengikuti semua prosedur keselamatan yang berlaku dan menggunakan alat pelindung diri yang sesuai.

### 1.1 Gambaran system kerja dan perawakan turbin dan transmisi mekanik

Turbin air merupakan salah satu komponen utama dari sebuah PLTMH, berfungsi untuk mengubah energi hidrolis (baik energi potensial maupun energi kinetis) menjadi gerakan mekanis, yaitu gerakan berputar. Gerakan putar yang dihasilkan turbin nantinya di transmisikan secara mekanik untuk menggerakkan generator, dari putaran generator akan dihasilkan suatu tegangan listrik.

Turbin air memiliki jenis yang bermacam-macam. Jenis turbin air dipilih sesuai dengan kebutuhan perencanaan pembangunakn PLTMH. Turbin air menjadi bagian yang sangat penting dalam sebuah PLTMH karena satu satunya komponen yang bisa memutar generator. Karena pentingnya air ini untuk sistem PLTMH maka perawatannya menjadi bagian tugas pemelihara atau operator PLTMH. Rusaknya turbin air akan berakibat PLTMH tidak berfungsi lagi secara keseluruhan.

Modul ini membekali peserta untuk mampu memahami dan melaksanakan beberapa aspek penting yang harus dikuasai oleh operator/ pemelihara PLTMH. Jenis-jenis turbin air dan transmisi mekanik PLTMH adalah hal yang penting tersebut.

Peserta harus mampu memahami dan menyiapkan perlengkapan untuk memelihara turbin air dan transmisi mekanik, kemudian melaksanakan pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik lalu membuat laporan terkait pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik tersebut.

### 1.2 K3 dan Peralatan pendukung pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik

#### a. Potensi dan bahaya perawatan turbin air dan transmisi mekanik

Operator PLTMH harus mengerti resiko terkait pekerjaan di PLTMH. Rumah pembangkit dan turbin air merupakan sumber bahaya yang harus ditangani sehingga tidak

menyebabkan kecelakaan kerja. Operator / pemelihara PLTMH harus mampu:

- mengenali sumber bahaya;
- menilai resiko dari bahaya tersebut;
- menghindari dan mengendalikan sumber bahaya tersebut;

Berikut beberapa sumber bahaya terkait rumah pembangkit, turbin air dan trsnmisi mekanik

- Tersengat listrik
- Terpeleset akibat rumah pembangkit yang licin
- Anggota tubuh tergiling akibat menyentuh bagian berputar pada turbin air dan transmisi mekanik
- ledakan, bisa terjadi pada keadaan tertentu.

Karena itu operator harus melengkapi diri dengan beberapa peralatan dan perlengkapan keselamatan untuk mencegah terjadinya bahaya tersebut.

b. Peralatan dan Perlengkapan Kerja

Buku pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik atau buku manual turbin air dan transmisi mekanik berisi spesifikasi turbin air dan transmisi mekanik dan petunjuk perawatannya. Buku ini harus disimpan dalam rak khusus di rumah pembangkit bersama dengan dokumen lainnya terkait PLTMH. Operator harus mempelajari buku ini sebagai acuan dia mengoperasikan atau memelihara PLTMH.

Berikut beberapa peralatan dan perlengkapan yang harus disiapkan untuk pekerjaan pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik

1) Tool Box Lengkap

Tool box diperlukan untuk membuka dan menutup komponen turbin air dan transmisi mekanik pada saat pemeliharaan, adapun isi tool box lengkap berisi kunci

kombonasi, kunci L, kunci sok, kunci moment, kunci pipa dan peralatan pendukung



Gambar 1 *Tool Box*

## 2) Alat Ukur

Alat ukur digunakan untuk mengukur suhu, getaran dan putaran turbin air dan transmisi mekanik. Berikut alat ukur yang bisa digunakan

### a) 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 2 *Vibration Meter*

### b) *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 3 Stetoskop Mekanik

c) Termometer / Termometer Inframerat

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 4 Termometer Inframerah

3) Alat pembersih

Alat pembersih antara lain: majun, kain lap, dan sikat pembersih. Digunakan untuk membersihkan turbin air dan transmisi mekanik.

## 2. Melaksanakan Pemeliharaan Turbin Air dan Transmisi Mekanik

### 2.1. Bagian – bagian turbin air dan transmisi mekanik

#### a. Jenis - jenis Turbin Air PLMH

Saat ini terdapat beberapa jenis turbin air modern yang sangat umum dipakai, dengan keunggulan dan kelemahan masing-masing, yang dapat mencakup daya sekitar mulai puluhan Watt hingga puluhan MegaWatt. Turbin modern dapat dibagi dalam dua klasifikasi utama, yaitu:

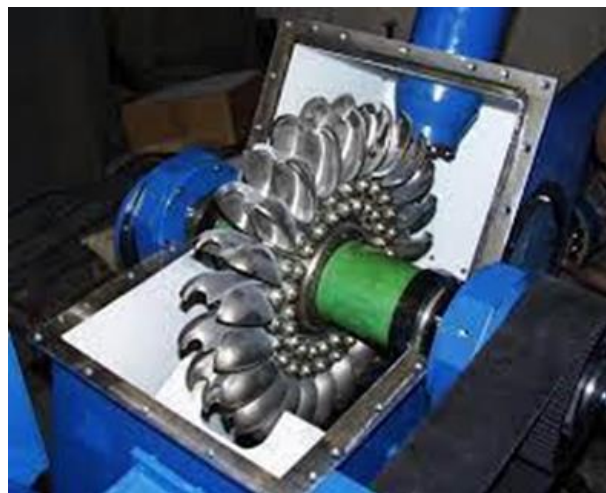
##### 1) Turbin Impuls

Memanfaat energi kinetik fluida, terutama dipengaruhi tekanan air (beda tinggi). Air yang jatuh bekerja hanya pada beberapa bagian runner. Seluruh energi hidrolis diubah menjadi energi kinetik. Tidak terjadi perubahan tekanan pada air sebelum dan sesudah melewati runner. Runner adalah bagian utama turbin yang mengubah energi hidrolis menjadi energi kinetik (putaran).

Jenis-Jenis turbin impuls yaitu:

##### a) Turbin Pelton

Turbin pelton cocok digunakan untuk pembangkit listrik tenaga air dengan kondisi *head* (tinggi jatuhnya air) lebih dari 300 meter. Pada turbin pelton, debit air dan tekanan air yang besar sangat diperlukan, supaya turbin dapat berputar dengan cepat.



Gambar 5 Turbin Pelton



b) Turbin Turgo

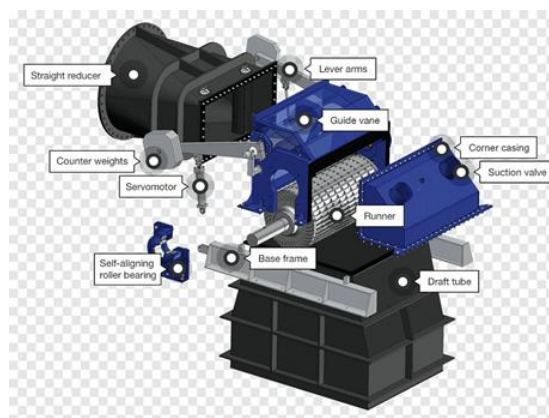
Turbin turgo memiliki desain yang hampir sama dengan turbin pleton, perbedaannya hanya terdapat pada sudut sudu-sudunya. Turbin ini dapat dioperasikan pada head 30 – 300 m.



Gambar 6 Turbin Turgo

c) Turbin Cros Flow

Turbin ini ditemukan oleh Michell-Banki sehingga sering disebut juga turbin Michell-Banki atau Turbin Osberger (perusahaan pembuatnya). Turbin ini dapat dioperasikan pada debit  $10 \text{ m}^3/\text{dtk}$ , atau pada ketinggian air 1 – 200 m.



Gambar 7 Turbin Cros Flow

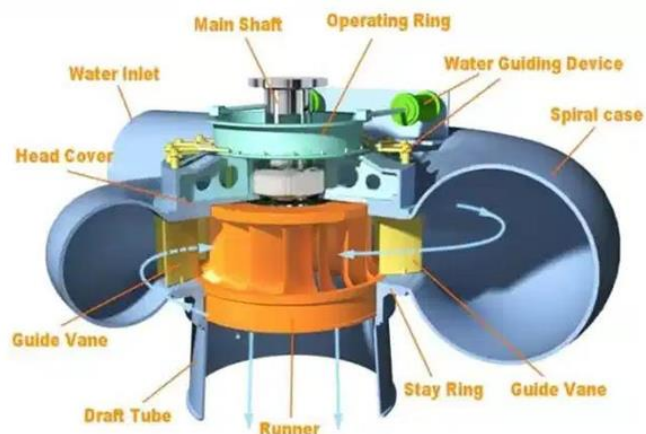
2) Turbin Reaksi

Memanfaatkan energi gravitasi pada fluida, terutama

dipengaruhi oleh debit air. Seluruh bagian runner ditenggelamkan / dipenuhi oleh air. Terdapat perbedaan tekanan air, dimana tekanan sebelum melewati runner lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan air setelah melewati runner. Jenis-jenis turbin reaksi yaitu:

a) Turbin francis

Turbin francis adalah turbin yang termasuk ke dalam jenis turbin reaksi. James B. Francis adalah seorang insinyur Amerika yang mengembangkan turbin ini. Karena efisiensinya yang tinggi, membuat turbin ini sering digunakan untuk pembangkit listrik tenaga air. Turbin ini cocok digunakan pada *head* (tinggi jatuhnya air) paling rendah 2 meter dan paling tinggi 300 meter. Turbin francis juga termasuk turbin yang mempunyai untuk digunakan secara horizontal maupun vertikal. Pada dasarnya, aliran air yang melalui turbin francis kehilangan tekanan, tetapi kecepatan aliran air kurang lebih sama. Aliran air memasuki turbin secara radial. Setelah itu, air mengalir ke dalam menuju pusat. Kemudian, air keluar secara aksial.

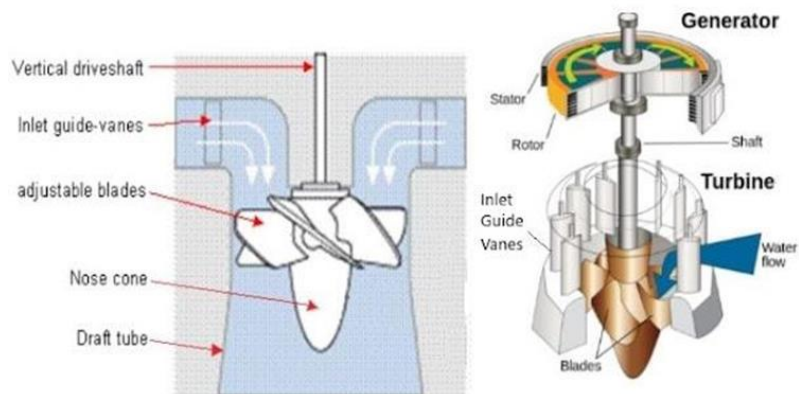


Gambar 8 Turbin Francis

b) Turbin Kaplan

Turbin kaplan adalah turbin dengan sudu-sudu berbentuk baling-baling yang dapat diatur untuk mendapat efisiensi maksimal sesuai dengan besar-

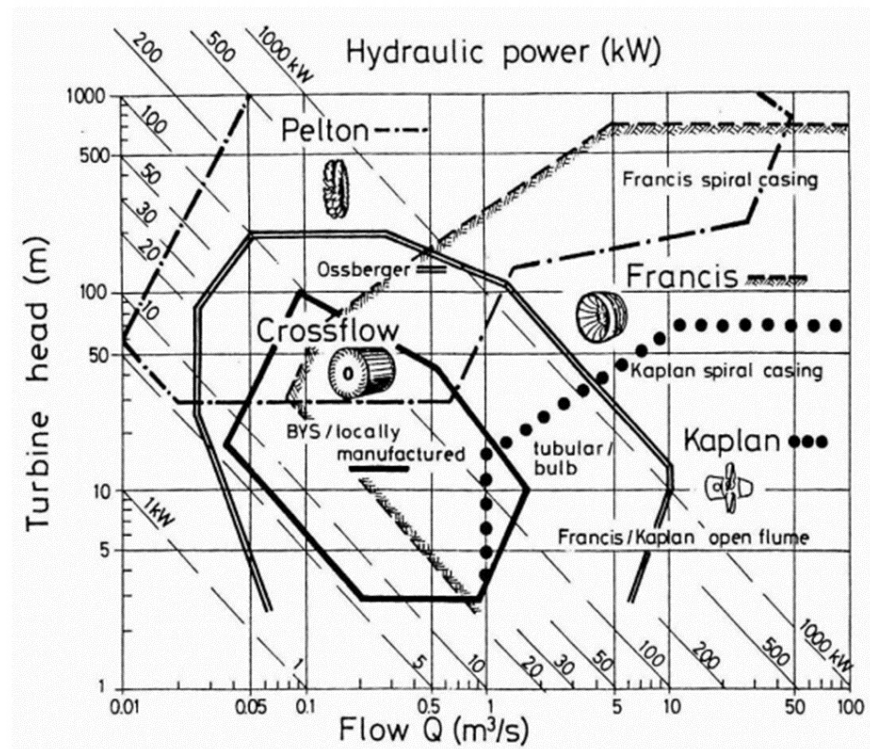
kecilnya aliran dan level ketinggian air. Sejatinya, turbin kaplan merupakan pengembangan dari turbin francis, pengembangannya dilakukan pada tahun 1913 oleh ilmuwan asal Austria yang bernama Viktor Kaplan. Turbin kaplan juga termasuk ke dalam jenis turbin reaksi. Keistimewaan lainnya, turbin kaplan dapat diaplikasikan pada *head* (tinggi jatuhnya air) yang rendah, yaitu berkisar 10 – 70 meter, tetapi dengan aliran air yang besar. Maka dari itu, turbin ini cocok digunakan dalam pembangkit listrik tenaga air sungai.



Gambar 9 Turbin Kaplan

b. Batasan dan penggunaan turbin air

Setiap turbin memiliki aplikasi dengan batas spesifiknya masing-masing. Adalah mungkin, bahwa tipe turbin yang berbeda tersebut layak untuk suatu pembangkit. Penawaran dari pabrikan yang berbeda harus dibandingkan dahulu. Dalam banyak kasus, pertimbangan ekonomi cukup menentukan dalam pemilihan turbin. Penentuannya tidak selalu jelas dan mudah dan memerlukan pengetahuan mengenai karakteristik spesifik turbin. Terdapat sumber-sumber diagram dan rekomendasi aplikasi yang berbeda untuk memilih tipe turbin yang sesuai. Pabrikan turbin besar dan kecil menyajikan program pabrikasi turbin mereka pada diagram pemilihan.



Gambar 10 Aplikasi dan Batasan Turbin Air

c. Sistem Transmisi Mekanik

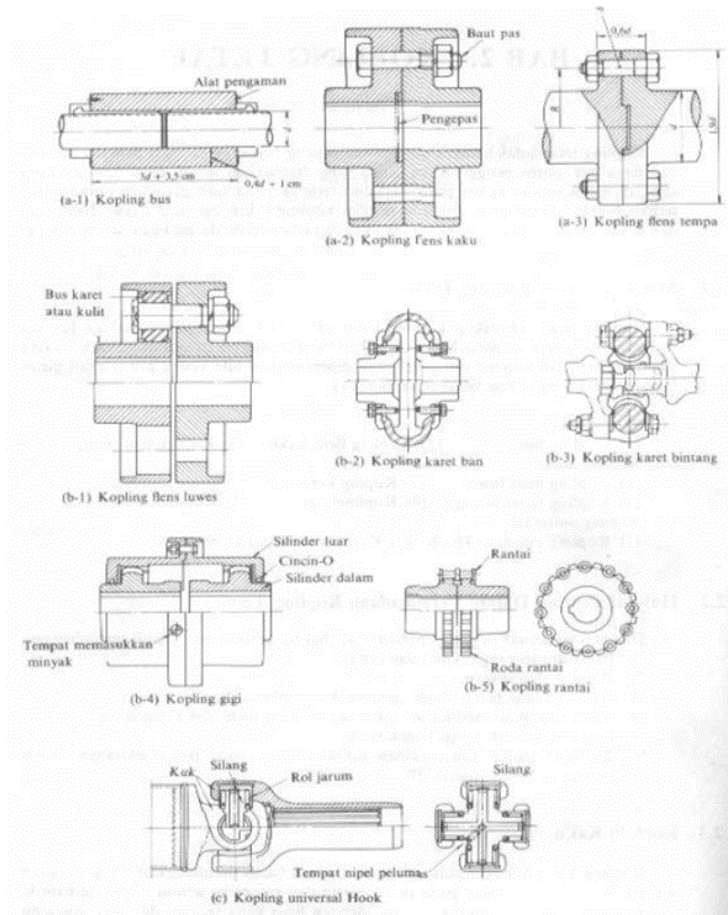
Sistem yang berfungsi menghantarkan energi mekanik turbin untuk diubah menjadi energi listrik oleh generator, dimana sistem transmisi bekerja mengkonversi torsi dan kecepatan (putaran) dari turbin menjadi torsi dan kecepatan (putaran) yang diinginkan. Sistem transmisi yang digunakan pada PLTMH umumnya

- Direct Couple (Kopling)
- Pulley dan sabuk
- Gear Boxes

1) Kopling

Kopling adalah suatu komponen mesin yang berfungsi sebagai penerus putaran dan daya dari suatu poros penggerak ke poros yang digerakan. Posisi sumbu poros penggerak dan poros yang digerakan terletak pada satu garis lurus. Hubungan kopling yang tidak dapat dilepaskan dalam kondisi berputar disebut kopling

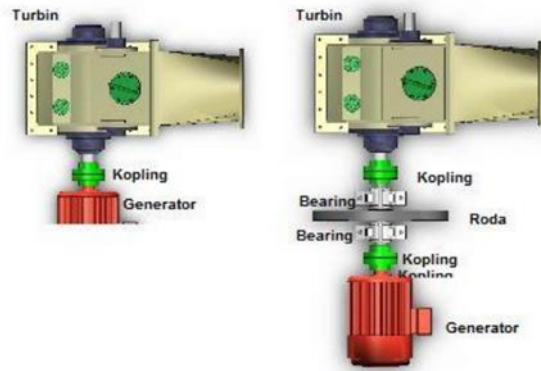
tetap, sedangkan hubungan kopling yang dapat dilepaskan dan dihubungkan bila diperlukan disebut kopling tidak tetap. Proses pemasangan kopling harus benar, karena jika proses pemasangan tidak benar akan mengakibatkan umur pakai kopling akan berkurang.



Gambar 11 Macam – Macam Kopling Tetap

Dalam merencanakan suatu kopling tetap, hal-hal berikut ini menjadi pertimbangan.

- Pemasangan yang mudah dan cepat.
- Ringkas dan ringan.
- Aman pada putaran tinggi, getaran dan tumbukan kecil
- Tidak ada atau sedikit mungkin bagian yang menonjol (menonjol).
- Dapat mencegah pembebanan lebih.
- Terdapat sedikit kemungkinan gerakan aksial pada poros sekiranya terjadi pemuaian karena panas.



Gambar 12 Turbin Yang Dihubungkan Secara Langsung

## 2) Bantalan

Bantalan adalah komponen mesin yang menumpu suatu poros, sehingga putaran suatu poros dapat berjalan dengan halus, aman, dan tahan lama. Sifat bantalan harus kokoh, hal ini agar komponen mesin yang lainnya dapat bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak dapat berfungsi dengan baik maka kinerja seluruh sistem akan menemui kegagalan atau tidak dapat bekerja sebagaimana semestinya. Jadi kehandalan suatu bantalan dalam suatu sistem mekanik dapat disamakan peranannya dengan pondasi pada suatu gedung. Bantalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

### a) Atas Dasar Gerakan Bantalan Terhadap Poros:

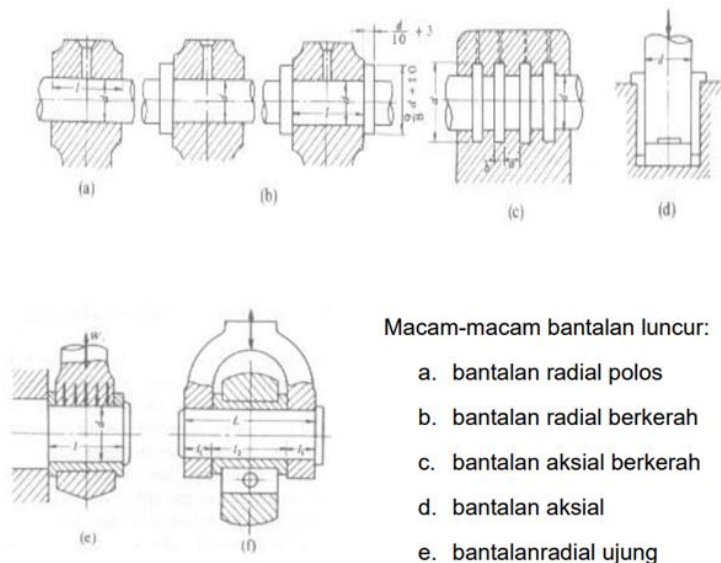
- Bantalan luncur. Pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantaraan lapisan.
- Bantalan gelinding. Pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan bagian yang diam melalui komponen gelinding seperti bola (peluru), rol atau rol jarum dan rol bulat.

b) Atas Dasar Arah Beban Terhadap Poros:

- Bantalan radial: Arah beban yang ditumpu bantalan ini adalah tegak lurus sumbu poros,
- Bantalan aksial. Arah beban bantalan ini sejajar dengan sumbu poros,
- Bantalan gelinding khusus. Bantalan ini dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.

3) Bantalan Luncur

Bantalan luncur mampu menumpu poros berputaran tinggi dengan beban besar. Bantalan ini sederhana konstruksinya dan dapat dibuat serta dipasang dengan mudah. Karena gesekannya yang besar pada waktu mulai jalan, bantalan luncur memerlukan momen awal yang besar. Pelumasan pada bantalan ini tidak begitu sederhana. Panas yang timbul dari gesekan yang besar terutama pada beban besar, memerlukan pendinginan khusus. Sekalipun demikian, karena adanya lapisan pelumas, bantalan ini dapat meredam tumbukan dan getaran sehingga hampir tidak bersuara. Tingkat ketelitian yang diperlukan tidak setinggi bantalan gelinding sehingga dapat lebih murah.



Gambar 13 Macam – Macam Bantalan Luncur



Dalam pemilihan cara pelumasan sangat perlu diperhatikan konstruksi, kondisi kerja, dan letak bantalan. Tempat pelumasan, dan lokasi, bentuk dan kekasaran alur minyak merupakan faktor-faktor penting. Jadi cara pelumasan harus direncanakan atas dasar pengalaman.

a) Pelumasan tangan

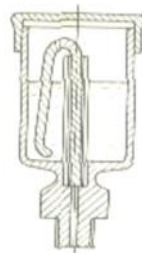
Cara ini sesuai untuk beban ringan, kecepatan rendah atau kerja yang tidak terus-menerus. Kekurangannya adalah bahwa aliran pelumas tidak selalu tetap atau pelumasan menjadi tidak teratur,

b) Pelumasan Tetes

Dari sebuah wadah, minyak diteteskan dalam jumlah yang tetap dan teratur melalui sebuah katup jarum, Cara ini adalah untuk beban ringan dan sedang.

c) Pelumasan Sumbu.

Cara ini menggunakan sebuah sumbu yang dicelupkan dalam mangkok minyak sehingga minyak terisap oleh sumbu tersebut. Pelumasan ini dipakai seperti dalam hal pelumasan tetes.



Gambar 14 Pelumasan Sumbu

d) Pelumasan Percik

Dari suatu bak penampung, minyak dipercikkan. Cara ini dipergunakan untuk melumasi torak dan silinder motor bakar torak yang berputaran linggi.

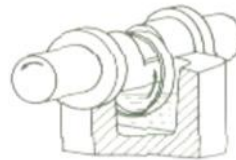




Gambar 15 Pelumasan Percik

e) Pelumasan Cincin

Pelumasan ini menggunakan cincin yang digantungkan pada poros sehingga akan berputar bersama poros sambil mengangkat minyak dari bawah



Gambar 16 Pelumasan Cincin

f) Pelumasan Pompa

Di sini pompa dipergunakan untuk mengalirkan minyak ke dalam bantalan. Cara ini dipakai untuk melumasi bantalan yang sulit letaknya seperti bantalan utama motor yang berputaran tinggi. Pelumasan pompa adalah sesuai untuk keadaan kerja dengan kecepatan tinggi dan beban besar.

g) Pelumasan Gravitasi

Dari sebuah tangki yang diletakkan diatas bantalan, minyak dialirkan oleh gaya beratnya. Cara ini dipakai untuk kecepatan sedang dan tinggi pada kecepatan keliling sebesar 10-15(m/s),

h) Pelumasan Celup

Sebagian dari bantalan dicelupkan dalam minyak.

Cara ini cocok untuk bantalan dengan poros legak, seperti pada turbin air. Di sini perlu diberikan perhatian pada besarnya daya gesekan karena tahanan minyak, kenaikan temperatur, dan kemungkinan masuknya kotoran dan benda asing.

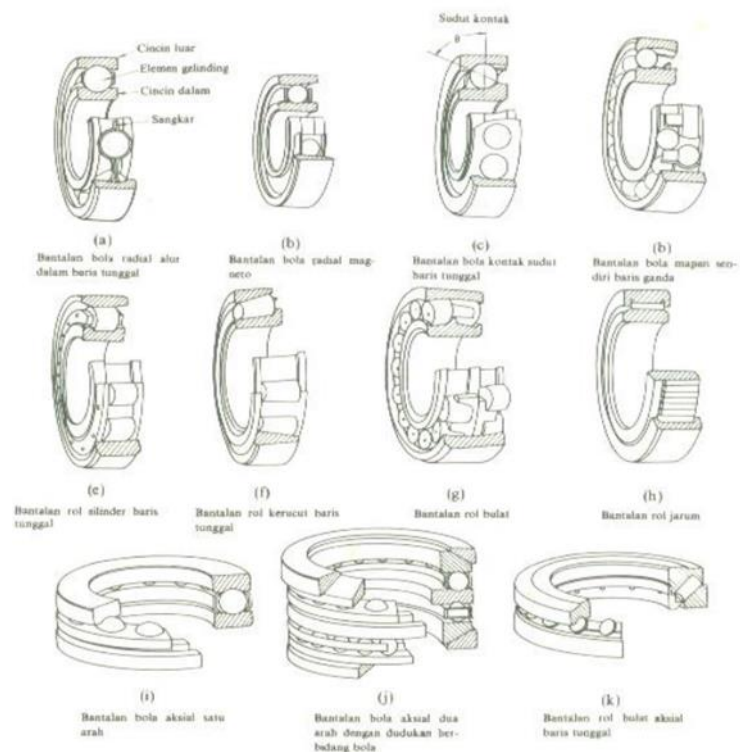
#### 4) Bantalan Gelinding

Bantalan gelinding pada umumnya lebih cocok untuk beban kecil dari pada luncur, tergantung pada bentuk komponen gelindingnya. Putaran pada bantalan ini dibatasi oleh gaya sentrifugal yang timbul pada komponen gelinding tersebut. Karena konstruksinya yang sukar dan ketelitiannya yang tinggi, maka bantalan gelinding hanya dapat dibuat oleh pabrik-pabrik tertentu saja. Adapun harganya pada umumnya lebih mahal dari pada bantalan luncur. Kenggulan bantalan ini adalah gesekannya yang sangat rendah. Pelumasannya pun relatif sangat sederhana, cukup dengan gemuk.

Pada waktu memilih bantalan, ciri masing-masing harus dipertimbangkan sesuai dengan pemakaian, lokasi dan macam yang akan dialami. Bantalan gelinding mempunyai keuntungan dari gesekan gelinding yang sangat kecil dibandingkan dengan bantalan luncur. Seperti diperlihatkan dalam Gambar 3.4, komponen gelinding seperti bola atau rol, dipasang di antara cincin luar dan cincin dalam. Dengan memutar salah satu cincin tersebut, bola atau rol akan membuat gerakan gelinding sehingga gesekan di antaranya akan jauh lebih kecil. Untuk bola atau rol, ketelitian tinggi dalam bentuk dan ukuran merupakan keharusan. Karena luas bidang kontak antara bola atau rol dengan cincinnya sangat kecil maka besarnya beban persatuan

luas atau tekanannya menjadi sangat tinggi. Dengan demikian bahan yang dipakai harus mempunyai ketahanan dan kekerasan yang tinggi.

Bantalan gelinding, seperti pada bantalan luncur, dapat diklasifikasikan atas bantalan radial, yang terutama membawa beban radial dan sedikit beban aksial dan bantalan aksial yang membawa beban yang sejajar sumbu poros. Menurut bentuk komponen gelindingnya, dapat pula dibagi atas bantalan bola dan bantalan rol. Demikian pula dapat dibedakan menurut banyaknya baris dan konstruksi dalamnya.



Gambar 17 Jenis – Jenis Bantalan Gelinding

Pelumasan bantalan gelinding terutama dimaksud untuk mengurangi gesekan dan keausan antara komponen gelinding dan sanghkar, membawa keluar panas yang terjadi, mencegah korosi dan menghindari masuknya debu. Cara pelumasan gemuk dan pelumasan minyak.

Pelumasan gemuk lebih disukai karena lebih penyekatnya lebih sederhana, dan semua gemuk yang bermutu baik dapat memberikan umur panjang. Cara yang umum untuk penggemukan (pelumas) adalah dengan mengisi bagian dalam bantalan dengan gemuk (stempet) sebanyak mungkin, untuk ruangan yang cukup besar, jika mendekati batas 40 % dari seluruh ruangan yang ada dapat diisi



Gambar 18 Pelumasan Bantalan Gelinding

#### 5) Puli dan Sabuk

Sabuk (belt) dalam suatu sistem mekanik digunakan untuk memindahkan daya dari satu poros ke poros yang lainnya dengan bantuan puli, putaran pada poros yang digerakan maupun poros penggerak dapat mempunyai kecepatan yang sama atau kecepatan yang berbeda. Jumlah daya yang dapat ditransmisikan tergantung pada beberapa faktor, yaitu:

- Kecepatan sabuk (belt)
- Tegangan sabuk pada puli
- Luas bidang kontak antara sabuk dan puli.

- Kondisi dimana sabuk digunakan.

Beberapa hal penting mengenai puli dan sabuk:

- Sabuk dan puli akan digunakan jika kecepatan putar generator tidak sama dengan kecepatan putar dari turbin.
- Merupakan komponen transmisi daya yang handal, mudah dalam pemasangan dan perawatannya, serta murah harganya.
- Kondisi sabuk harus mempunyai tegangan tertentu agar dapat menghantarkan daya dengan baik dan tidak terjadi slip.
- Kondisi poros harus lurus betul untuk menjamin keseragaman tegangan pada bagian sabuk.
- Jarak anantara puli tidak boleh terlalu dekat agar luas bidang kontak pada puli yang lebih kecil dapat seluas mungkin.
- Jarak puli jangan terlalu jauh untuk menghindari berat dari sabuk terhadap poros, hal ini akan meningkatkan tahanan gesek antara bantalan dan beban.
- Untuk menghasilkan transmisi yang baik pada sabuk datar, jarak maksimum antara poros tidak boleh lebih dari 10 meter dan jarak minimum tidak kurang dari 3.5 kali diameter puli terbesar.



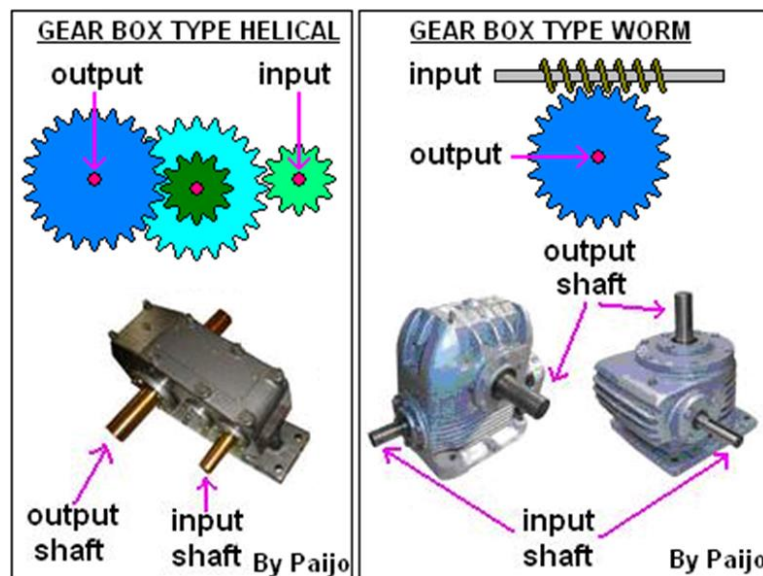
Gambar 19 Sabuk (Belt)

Di industri penggunaan sabuk sangat beragam sesuai keperluan. Adapun jenis sabuk banyak digunakan antara lain:

- Sabuk Datar (Flat Belt). Sabuk datar paling banyak digunakan dalam suatu pabrik dan bengkel, penggunaan sabuk jenis ini sangat sesuai untuk transmisi daya yang sedang dengan jarak antar puli tidak lebih dari 10 meter.
- Sabuk V (Belt V). Sabuk jenis ini paling banyak digunakan pada industri dan bengkel dimana daya yang besar dapat ditransmisikan dengan sabuk jenis ini.
- Sabuk Bulat (Belt Circular) Sabuk bulat paling banyak digunakan pada industri dan bengkel dimana daya yang besar ditransmisikan dengan jarak antara puli lebih dari 5 meter.

#### 6) Gear Boxes

Gear Boxes memiliki fungsi utama untuk memindahkan tenaga penggerak ke mesin yang ingin digerakan. Dimana bisa memperlambat dan mempercepat pemindahan putaran



Gambar 20 Jenis – Jenis Gear Boxes

Cara merawat gear boxes dengan rutin mengganti oli dengan kualitas terbaik.

## 2.2. Prosedur pemeriksaan dan pemeliharaan bagian – bagian turbin air dan transmisi mekanik

Pemeliharaan pada turbin air dan transmisi mekanik untuk menjaga keberlangsungan sistem pembangkit yang handal dan berkelanjutan. Pemeliharaan harus dilakukan secara benar dan teratur. Dalam melakukan pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik, di perlukan pembagian waktu yang jelas dan detail kegiatan inspeksi yang dilakukan oleh seorang operator agar mempermudah operator dalam menentukan penjadwalan untuk pemeliharaan.



Hal-hal pokok yang perlu diperhatikan dalam perawatan turbin air dan transmisi mekanik adalah sebagaimana pada tabel berikut

No	Frekuensi Pemeliharaan	Kegiatan Inspeksi	Bagian/ Komponen
1.	Harian	- Periksa kondisi bagian-bagian turbin apakah terjadi pemanasan berlebihan, posisi yang janggal atau suara bising yang berlebihan	Turbin dan transmis mekanik
		- Periksa Rames/gland parking shaft turbin atau labirin	
2	Mingguan	- Bersihkan bagian luar turbin dari kotoran dan air untuk mencegah pengkaratan	Turbin dan transmis mekanik
3	Bulanan	- Berikan pelumas/grease secara teratur (sebulan sekali) pada bagian-bagian berputar dan ulir, terutama bearing dan guide vane dengan spesifikasi yang dilanjutkan oleh pembuat/manufaktur	Turbin dan transmis mekanik

No	Frekuensi Pemeliharaan	Kegiatan Inspeksi	Bagian/ Komponen
		- Periksa baut pengunci pully (transmisi mekanik) kecangkan jika longgar, jga belt agar tidak terkena grease atau air	
4	3 Bulanan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cek dan bersihkan bagian dalam turbin secara berkala 3-6 bulan sekali. Pastikan tidak ada benda padat yang masuk kedalam turbin</li> <li>- Apabila karet kopling antara turbin dan generator sudah terjadi getaran yang berlebih segera diganti</li> </ul>	Turbin dan transmisi mekanik
5	6 bulanan	- Apabila belt/pulley sudah sangat longgar atau cacat segera dilakukan pergantian	Turbin dan transmisi mekanik
6	5 Tahunan atau Overhaul	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Periksa kondisi bearing diganji jika sudah rusak (getaran tinggi, suhu tinggi, dan suara bising)</li> <li>- Periksa kondisi shaft turbin perlu dilakukan pergantian apabila sudah rusak</li> <li>- Periksa kondisi main intelt valve, apabila sudah berat diputar maka segera lakukan perbaikan/pergantian</li> <li>- Periksa kondisi bagian dalam turbin meliputi guide vane, ring regulator, runner, link cage (tahunan), apabila sudah terjadi kerusakan maka perlu diganti</li> </ul>	Turbin dan transmisi mekanik




# MEMELIHARA TURBIN AIR DAN TRANSMISI MEKANIK

No	PANDUAN GAMBAR	CAPAIAN	KETERANGAN
1.	<p>Menyiapkan Perlengkapan Pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dokumen spesifikasi teknis dan petunjuk pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Menyiapkan alat kerja</li> </ul> 	<p>Tersedia perlengkapan pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik sesuai dengan SOP.</p>	<p>1.1 Menyiapkan dokumen spesifikasi teknis dan petunjuk pemeliharaan:</p> <p>1.2 Menyiapkan alat kerja: Tool box lengkap Tacometer, Stetoskop mekanik, thermometer infrared, peralatan pembersih.</p>



## MEMELIHARA TURBIN AIR DAN TRANSMISI MEKANIK

No	PANDUAN GAMBAR	CAPAIAN	KETERANGAN
	 <ul style="list-style-type: none"> <li>● Menggunakan APD</li> </ul>		<p>1.3 Menggunakan APD berupa helm keselamatan, masker, sarung tangan dan sepatu safety sesuai spesifikasi.</p> <p>Standar Kerja Pekerjaan sebaiknya tidak dikerjakan sendirian, tetapi minimum 2 (dua) orang untuk mencegah kejadian tidak diinginkan.</p>
2.	<p>Memelihara turbin air dan transmisi mekanik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Koordinasikan waktu</li> </ul>		<p>2.1 Mengkoordinasikan waktu dan pelaksanaan pemeliharaan</p>

## MEMELIHARA TURBIN AIR DAN TRANSMISI MEKANIK

No	PANDUAN GAMBAR	CAPAIAN	KETERANGAN
	<p>pelaksanaan pemeliharaan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bersihkan lantai rumah pembangkit agar tidak licin</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Lakukan Pemeriksaan</li> </ul>		<p>Koordinasikan dengan pihak terkait untuk jadwal dan pelaksanaan pemeliharaan</p> <p>2.2 Mengamankan lokasi kerja</p> <p>2.2.1 Lakukan pengamanan lokasi kerja dengan cara membersihkan menghentikan pengoperasian PLMTH</p> <p>Catatan Menghentikan pengoperasian PLTMH dilakukan untuk frekuensi perawatan bulanan beri tanda sedang dalam proses perbaikan.</p> <p>2.3 Melaksanakan Pengukuran temperatur turbin</p> <p>2.3.1 Lakukan pengukuran temperatur turbin</p> <p>Perhatian Temperatur turbin normal masih bisa di pegang oleh tangan</p>

## MEMELIHARA TURBIN AIR DAN TRANSMISI MEKANIK

No	PANDUAN GAMBAR	CAPAIAN	KETERANGAN
	 <p>Mengukur temperatur turbin</p>		<p>Pastikan operator sudah memiliki keahlian menggunakan termogun yang sesuai dengan rating yang cukup dan termometr dalam keadaan siap pakai.</p> <p>2.3.2 Catat hasil pengukuran di dalam form yang sudah dibuat.</p> <p>Catat hasil tersebut pada laporan.</p>
	 <p>Mengukur getaran turbin dan transmisi mekanik</p>		<p>Tindakan koreksi</p> <p>Jika temperatur sangat tinggi, dimungkinkan Grease yang kurang, Banyak kotoran yang menumpuk pada bearing, bearing sudah aus, tegangan belt terlalu kencang atau baut bearing yang longgar.</p> <p>2.4 Melakukan pengukuran suara dan getaran</p> <p>2.4.1 Lakukan pengukuran getaran</p>

## MEMELIHARA TURBIN AIR DAN TRANSMISI MEKANIK

No	PANDUAN GAMBAR	CAPAIAN	KETERANGAN
	 <p>Mengukur suara turbin dan transmisi mekanik</p>  <p>Memeriksa packing-packing yang bocor</p>		<p>Perhatian</p> <p>Getaran dan suara turbin normal masih</p> <p>Pastikan operator sudah memiliki keahlian menggunakan Vibration meter dan stetoskop mekanik yang sesuai dengan rating yang cukup</p> <p>dan Vibration meter dan stetoskop mekanik dalam keadaan siap pakai.</p> <p>2.4.2 Catat hasil pengukuran di dalam form yang sudah dibuat.</p> <p>Catat hasil tersebut pada laporan.</p> <p>Tindakan koreksi</p> <p>Jika bunyi dan getaran berlebihan, dimungkinkan dudukan bearing turbin longgar, blade putus, turbin terhambat kotoran, beban tidak seimbang. Bau kopling lepas atau karet fleksibel bearing rusak</p>

## MEMELIHARA TURBIN AIR DAN TRANSMISI MEKANIK

No	PANDUAN GAMBAR	CAPAIAN	KETERANGAN
	<p>Catatat hasil pemeriksaan dan pemeliharaan dalam formulir pemeriksaan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hentikan pengoperasian PLTMH</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Lakukan pemeriksaan bagian-bagian turbin air dan transmisi mekanik</li> </ul>		<p>2.5 Memeriksa Packing turbin</p> <p>2.5.1 Catat hasil pemeriksaan di dalam form yang sudah dibuat.</p> <p>Catat hasil tersebut pada laporan.</p> <p>Tindakan koreksi Jika keluar air, dimungkinkan baur penjebak air terlepas atau o ring penjebak air rusak</p> <p>2.6 Mengamankan lokasi kerja</p> <p>2.6.1 Lakukan pengamanan lokasi kerja dengan cara menghentikan pengoperasian PLMTH</p> <p>Catatan Menghentikan pengoperasian PLTMH dilakukan untuk frekuensi perawatan bulanan. Beri tanda sedang dalam proses perbaikan.</p> <p>2.7 Melaksanakan Pemeriksaan bagian-bagian komponen turbin air</p>

## MEMELIHARA TURBIN AIR DAN TRANSMISI MEKANIK

No	PANDUAN GAMBAR	CAPAIAN	KETERANGAN
	 <p>Memeriksa komponen komponen turbin</p>  <p>Memeriksa bearing turbin dan transmisi mekanik</p>		<p>2.7.1 Buka semua kotoran yang berada pada rumah turbin</p> <p>2.7.2 Periksa Runner, guide vane, bearing, dan poros,</p> <p>2.7.3 Catat hasil pemeriksaan dalam laporan</p> <p>Tindakan Korektif</p> <p>Jika Runner rusak maka harus diganti, guide vane di beri grease dan bering ketika rusak harus diganti dan ditambahkan grease</p> <p>2.8 Melaksanakan pemeriksaan bagian bagian transmisi mekanik</p> <p>2.8.1 Lakukan pemeriksaan baut-baut belt dan tarikan belt, hi-lo kopling</p> <p>2.8.2 Catatat hasil pemeriksaan dalam laporan</p> <p>2.8.3 Lakukan penggantian komponen jika sudah rusak:</p>



## MEMELIHARA TURBIN AIR DAN TRANSMISI MEKANIK

No	PANDUAN GAMBAR	CAPAIAN	KETERANGAN
	 <p>Memeriksa baut pengunci pulley, tagangan sabuk dan kondisi pulley</p>  <p>Memeriksa karet karet kopling</p>		<p>Tindakan korektif</p> <p>Tegangnya belt jangan terlalu kencang dan periksa karet-karet kopling dan baut kopling agar segera dilakukan perbaikan</p>



### MEMELIHARA TURBIN AIR DAN TRANSMISI MEKANIK

No	PANDUAN GAMBAR	CAPAIAN	KETERANGAN
<b>3</b>	<p>Membuat Laporan dan Dokumentasi Pemeliharaan Turbin Air dan Transmisi Mekanik</p> <p>Laporan pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik</p>		<p>3.1 Membuat laporan pemeliharaan turbin air dan trasmisi mekanik sesuai prosedur</p> <p>3.2 Mendokumentasikan laporan pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik</p>
	<p>Perilaku Kerja:</p> <p>Pelaksanaan memelihara turbin air dan transmisi mekanik membutuhkan kompetensi perilaku:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Melakukan dengan sistematis sesuai SOP</li> <li>2. Dilakukan dengan teliti untuk detail proses</li> <li>3. Pencatatan hasil pemeriksaan dengan detail dan teliti</li> </ol>	<p>Indikator perilaku:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengikuti tahapan sesuai SOP</li> <li>2. Melakukan pemeriksaan secara detail dan teliti</li> <li>3. Pengukuran dicatat pada form pemeriksaan secara detail dan teliti</li> </ol>	<p>Alat yang digunakan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Daftar alat yang digunakan sesuai dengan kebutuhan</li> <li>2. Form isian pemeriksaan</li> <li>3. SOP pelaksanaan memelihara turbin air dan transmiis mekanik</li> </ol>

### **3. Membuat laporan hasil pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik**

#### **3.1. Prosedur Pengisian Laporan Pemeliharaan Turbin Air dan transmisi mekanik**

Dalam melaksanakan pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik, dibutuhkan laporan hasil pelaksanaan pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik. Laporan pemeliharaan biasanya berisi check list pekerjaan pengecekan setiap turbin air dan transmisi mekanik, kondisi turbin air dan transmisi mekanik serta status penggantian turbin air dan transmisi mekanik jika ada.

Laporan pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik didokumentasikan sebagai laporan untuk atasan ataupun teknisi yang sedang melaksanakan perbaikan sebagai rekam jejak terhadap pemeliharaan sistem secara berkala.

Berikut contoh bentuk laporan pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik:

**Formulir Pemeriksaan Harian Pemeliharaan Turbin Air  
dan Transmisi Mekanik**

Bulan :

Tahun :

No	Kegiatan Inpeksi	Hari																															Catatan
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	Temperatur Bearing																																
2	Suara turbin																																
3	Getaran Turbin																																
4	Packing poros turbin																																

**Formulir Pemeriksaan Mingguan Pemeliharaan Turbin Air  
dan Transmisi Mekanik**

Bulan :

Tahun :

No	Kegiatan Inpeksi	Minggu ke															Catatan
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Debu/ kotoran casing turbin																

Isi tabel dengan kriteria sebagai berikut :

B : Baik

P : Perlu tindakan sesuai panduan pemeliharaan

R : Rusak berat dan perlu pengangan lebih lanjut

**Formulir Pemeriksaan Bulanan Pemeliharaan Turbin Air  
dan Transmisi Mekanik**

Tahun :

No	Kegiatan Inpeksi	Bulan												Catatan
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Pelumasan Katub Turbin													
2	Pelumasan Bearing													
3	Baut pengunci pulley													
4	Tegangan Sabuk transmisi													
5	Gland packing shaft turbin													

**Formulir Pemeriksaan 3 Bulanan Pemeliharaan Turbin Air  
dan Transmisi Mekanik**

Tahun :

No	Kegiatan Inpeksi	Bulan														Catatan
		3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	
1	Bagian dalam turbin/runner															
2	Karet koplign turbin dan generator															
3	Getaran pada turbin dan generator															

Isi tabel dengan kriteria sebagai berikut :

B : Baik

P : Perlu tindakan sesuai panduan pemeliharaan

R : Rusak berat dan perlu penanganan lebih lanjut

**Formulir Pemeriksaan 6 Bulanan Pemeliharaan Turbin Air  
dan Transmisi Mekanik**

Tahun :

No	Kegiatan Inspeksi	Bulan										Catatan
		6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	
1	Kondisi sabuk sistem transmisi											

**Formulir Pemeriksaan 5 Tahunan Pemeliharaan Turbin Air  
dan Transmisi Mekanik**

Tahun :

No	Kegiatan Inspeksi	Tahun				Catatan
		2022	2023	2024	2025	
1	Bearing turbin					
2	Suhu bearing					
3	Getaran bearing					
4	Poros turbin					
5	Suara bearing					

Isi tabel dengan kriteria sebagai berikut :

B : Baik

P : Perlu tindakan sesuai panduan pemeliharaan

R : Rusak berat dan perlu pengangan lebih lanju

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.

#### **4. Evaluasi Pengetahuan**

Instruksi Evaluasi Pengetahuan:

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

## **E. KETERAMPILAN DAN SIKAP KERJA**

### **1. Lembar Instruksi Kerja (LIK)\_1**

#### **a. Informasi Umum**

Unit Kompetensi : Memelihara Turbin Air dan Transmisi Mekanik  
Kode Unit : D.35EBT44.014.1  
Nama LIK : Memelihara Turbin Air dan Transmisi Mekanik  
No. LIK : 1/1  
Waktu : 10 JP (@45 Menit)

Petunjuk:

- 1) Baca dan pelajari setiap langkah/instruksi kerja dibawah ini dengan cermat sebelum melaksanakan praktek.
- 2) Laksanakan pekerjaan sesuai dengan urutan proses yang sudah ditetapkan.
- 3) Seluruh proses kerja mengacu kepada SOP/WI/IK yang dipersyaratkan.
- 4) Waktu pengerjaan yang disediakan 450 menit

#### **b. Soal Praktik**

##### **1) Skenario**

Sebagai operator PLTMH anda diminta untuk menyiapkan perlengkapan pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik, lalu melaksanakan pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik kemudian membuat laporan dan dokumentasi pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik untuk dilaporkan pada atasan.

##### **2) Gambar Kerja**



##### **3) Langkah Kerja**

- a) Siapkan perlengkapan pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik (Dokumen pemeliharaan s.d. perlengkapan K3)
- b) Lakukan pemeliharaan turbin air dan transmisi sesuai dengan rencana pemeliharaan (pengukuran temperatur turbin air, pengukuran suara dan getaran, memeriksa packing turbin air, pemeriksaan bagian dan komponen turbin air, dan pemeriksaan bagian transmisi mekanik)
- c) Catat hasil pengukuran dan langkah pemeliharaan, lalu buatlah laporan pemeliharaan turbin air dan mekanik.

#### 4) Bahan Praktik

No.	Nama Barang	Spesifikasi	Jumlah
1	Alat tulis kantor	Kertas, pensil, penghapus, pulpen, spidol, printer	1 Set
2	Grease	Turbolube 46	4 Kaleng
3	Kanebo	P 19 cm x L 7 cm	4 Set
4	Kain Majun	Serap Air	4 Set

#### 5) Peralatan Praktik

- a) Wearpack
- b) Pelindung Kepala+wajah
- c) Sarung Tangan
- d) Masker
- e) Sepatu safety
- f) Tool box
- g) Vibration meter
- h) Stetoskop mekanik
- i) Thermo gun



### c. Penilaian Praktik

#### 1) Lembar Cek Observasi

PROSUDUR/LANGKAH KERJA	ACUAN PEMBANDING	PENILAIAN	
		K	BK
1. Menyiapkan sarana pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik			
1.1 Menyiapkan prosedur pemeliharaan bagian turbin air dan transmisi mekanik di lokasi kerja sesuai kebutuhan.	SOP Perusahaan		
1.2 Menyiapkan perlengkapan Keamanan, Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) dan peralatan pendukung lainnya di lokasi kerja.	SOP Perusahaan		
1.3 Mengkoordinasikan waktu dan pelaksanaan pemeliharaan bagian turbin air dan transmisi mekanik dengan pihak terkait sesuai prosedur.	Manual Book		
1.4 Mengamankan lokasi dan sarana kerja sesuai prosedur yang ditetapkan	Manual Book		
2. Melaksanakan Pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik.			
2.1 Melaksanakan perintah kerja pemeliharaan bagian turbin air dan transmisi mekanik sesuai prosedur.	SOP Perusahaan		
2.2 Menerapkan prosedur K3 sesuai prosedur.	SOP Perusahaan		
2.3 Memeriksa turbin air dan transmisi mekanik sesuai prosedur.	Manual Book		
2.4 Memastikan kualitas pekerjaan pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik sesuai dengan	SOP Perusahaan		

PROSEDUR/LANGKAH KERJA	ACUAN PEMBANDING	PENILAIAN	
		K	BK
prosedur pemeliharaan dan dicatat dalam formulir uji.			
3. Membuat laporan hasil pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik.			
3.1 Membuat laporan pelaksanaan pemeliharaan bagian turbin air dan transmisi mekanik sesuai prosedur.	SOP Perusahaan		
3.2 Mendokumentasikan Laporan pelaksanaan pemeliharaan bagian turbin air dan transmisi mekanik sesuai prosedur.	SOP Perusahaan		

## 2) Lembar Cek Hasil

No	ASPEK YANG DINILAI	STANDAR KEBERTERIMAAN	CEKLIS	
			K	BK
1.	Tersedianya sarana pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik sesuai dengan perintah kerja dan prosedur	SOP Perusahaan		
2.	Dihasilkannya data pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik sesuai dengan prosedur	Buku Manual		
3.	Dihasilkannya laporan pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik	SOP Perusahaan		

## 2. Evaluasi Praktik

Instruksi Evaluasi Praktik:

- Soal evaluasi praktik disusun oleh instruktur.
- Metode evaluasi ditentukan oleh instruktur

- c. Jawaban evaluasi praktik harus di serahkan sesuai dengan batas waktu yang dicantumkan.
- d. Evaluasi parktik dibuat secara tertulis dalam file word-processed sesuai dengan elemen unit kompoetensi 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) Menyiapkan sarana pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik
  - 2) Melaksanakan Pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik
  - 3) Membuat laporan hasil pemeliharaan turbin air dan transmisi

## **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.	Bearing	Bantalan yang ada pada turbin air dan transmisi mekannik
b.	Brush	Sikat yang digunakan untuk membersihkan generator
c.	Bushing	Bushing isolasi yang digunakan untuk menghubungkan generator ke jaringan listrik
d.	Casing	Penutup yang melindungi turbin dan generator
e.	Coupling	Kopling yang menghubungkan poros turbin ke poros generator
f.	Draft Tube	Tabung yang mengantarkan air dari turbin ke tailrace

g.	Drive Shaft	Poros yang menghubungkan turbin ke generator
h.	Dry Sump	Sistem pelumasan di mana bantalan turbin dilumasi dengan oli yang disimpan di tangki terpisah
i.	Governor	Pengatur kecepatan yang digunakan untuk menjaga kecepatan turbin konstan
j.	Guide Van	Baling-baling yang digunakan untuk mengontrol aliran air ke turbin
k.	Hydrostatic Bearing	Bantalan yang menggunakan tekanan air untuk menopang poros turbin
l.	Kaplan Turbine	Jenis turbin air yang memiliki baling-baling yang dapat diubah sudutnya untuk menyesuaikan aliran air
m.	Pelton Turbine	Jenis turbin air yang menggunakan jet air bertekanan tinggi untuk memutar impeler
n.	Noise Level	Tingkat kebisingan turbin dan generator
o.	Overhaul	Perbaikan besar yang dilakukan pada turbin dan generator
p.	Runner	Impeler yang memutar poros turbin
q.	Turbine	Mesin yang mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik
r.	Waterwheel	Roda air yang digunakan untuk mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik
s.	Wicket Gate	Baling-baling yang digunakan untuk mengontrol aliran air ke turbin

## 2. Referensi

a.	Nasution, Zulkarnain, dan Santoso, Imam Budi., 2016. “Komponen PLTMH Terpusat” Jakarta : PPSDM Ketengalistrikan, Energi baru, Terbarukan, dan Koversi Energi
b.	Nasution, Zulkarnain, dan Santoso, Imam Budi., 2016. “Kelembagaan dan Pengelolaan PLTMH Terpusat” Jakarta : PPSDM Ketengalistrikan, Energi baru, Terbarukan, dan Koversi Energi
c.	S., Todo Hotma Tua., 2016. “Pengoperasian PLTMH” Jakarta : PPSDM Ketengalistrikan, Energi baru, Terbarukan, dan Koversi Energi
d.	Tim Penyusun PPPPTK BMTI., 2015. “Turbin Air dan Kelengkapan Mekanik” Jakarta: Teknik Energi Terbarukan, PPPPTK BMTI

### 3. Unit Kompetensi

Kode Unit : D.35EBT44.014.1  
Judul Unit : Memelihara Turbin Air dan Transmisi Mekanik  
Deskripsi Unit : Unit kompetensi ini berkaitan dengan pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam melakukan pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik sesuai prosedur

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan sarana pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik	<ul style="list-style-type: none"><li>1.1 Prosedur pemeliharaan bagian turbin air dan transmisi mekanik disiapkan di lokasi kerja sesuai kebutuhan</li><li>1.2 Perlengkapan Keamanan, Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) dan peralatan pendukung lainnya disiapkan di lokasi kerja.</li><li>1.3 Waktu dan pelaksanaan pemeliharaan bagian turbin air dan transmisi mekanik dikoordinasikan dengan pihak terkait sesuai prosedur.</li><li>1.4 Lokasi dan sarana kerja diamankan sesuai prosedur yang ditetapkan</li></ul>
2. Melaksanakan Pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik	<ul style="list-style-type: none"><li>2.1 Perintah kerja pemeliharaan bagian turbin air dan transmisi mekanik dilaksanakan sesuai prosedur.</li><li>2.2 Prosedur K3 diterapkan sesuai prosedur.</li><li>2.3 Turbin air dan transmisi mekanik diperiksa sesuai prosedur.</li><li>2.4 Kualitas pekerjaan pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik dipastikan sesuai dengan prosedur pemeliharaan dan dicatat dalam formulir uji.</li></ul>
3. Membuat laporan hasil pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik	<ul style="list-style-type: none"><li>3.1 Laporan pelaksanaan pemeliharaan bagian turbin air dan transmisi mekanik dibuat sesuai prosedur.</li><li>3.2 Laporan pelaksanaan pemeliharaan bagian turbin air dan transmisi mekanik didokumentasikan sesuai prosedur.</li></ul>

## BATASAN VARIABEL

### 1. Konteks variabel

- 1.1 Prosedur yang dimaksud pada untuk kerja ini diantaranya adalah perintah kerja, formulir uji dan check list.
- 1.2 Turbin air dan transmisi mekanik yang dimaksud pada unit ini adalah pipa pesat, turbin air dan transmisi mekanik.
- 1.3 Perintah kerja pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik yang dimaksud pada kriteria untuk kerja adalah : batasan pelaksanaan pemeliharaan, metoda komunikasi serta standar pelaporan.
- 1.4 Pelaksanaan kompetensi ini merujuk sepenuhnya kepada perintah kerja dari pihak yang berwenang, sehingga semua hal yang berada diluar perintah kerja termaksud harus dikonsultasikan terlebih dahulu kepada pihak yang berwenang untuk memutuskan.

### 2. Peralatan dan perlengkapan

#### 2.1 Peralatan

- 2.1.1 Alat dan perkakas tangan, power tool, peralatan kebersihan, peralatan pelumasan
- 2.1.2 Alat ukur mekanikal dan elektrik
- 2.1.3 Alat Pelindung Diri (APD)

#### 2.2 Perlengkapan

- 2.2.1 Rambu rambu K3 di daerah kerja
- 2.2.2 Dokumen, manual dan prosedur pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik PLTMH

### 3. Peraturan yang diperlukan (Tidak ada.)

### 4. Norma dan standar

- 4.1 Norma  
(Tidak ada.)
- 4.2 Standar  
(Tidak ada.)

## PANDUAN PENILAIAN

### 1. Konteks penilaian

- 1.1 Penilaian dilakukan untuk mengetahui kemampuan, yang meliputi aspek pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja dalam melaksanakan pekerjaan penyiapan pemeliharaan sesuai standar yang ditetapkan.
- 1.2 Penilaian dapat dilakukan dengan metode tes lisan, tertulis, demonstrasi/praktik dan/atau simulasi.
- 1.3 Penilaian demonstrasi/praktik dan/atau simulasi dilakukan di Tempur Uji Kompetensi (TUK)

2. Persyaratan kompetensi  
(Tidak ada.)
3. Pengetahuan dan keterampilan yang dibutuhkan
  - 3.1 Pengetahuan
    - 3.1.1 Peraturan keselamatan kerja
    - 3.1.2 Prosedur pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik
    - 3.1.3 Diagram kerja dan prinsip kerja turbin air dan transmisi mekanik
    - 3.1.4 Pengukuran listrik dan mekanik
    - 3.1.5 Cara intepretasi gambar teknik dan flow diagram
  - 3.2 Keterampilan
    - 3.2.1 Menggunakan dan membaca peralatan ukur terkait pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik
    - 3.2.2 Merapikan peralatan dan tempat kerja/sesuai dengan standar lingkungan di tempat kerja
    - 3.2.3 Menggunakan hand tools dna power tools
4. Sikap kerja yang diperlukan
  - 4.1 Disiplin dalam mematuhi perintah kerja
  - 4.2 Cerma di dalam mengamati kondisi turbin air dan transmisi mekanik
  - 4.3 Jelas dan lugas dalam berkomunikasi
  - 4.4 Peduli terhadap kebersihan dan keselamatan lingkungan kerja termasuk keselamatan bagian turbin air dan transmisi mekanik
5. Aspek kritis
  - 5.1 Ketepatan waktu dalam melaksanakan pemeliharaan bagian turbin air dan transmisi mekanik sesuai prosedur
  - 5.2 Ketelitian dalam menilai kualitas pekerjaan pemeliharaan turbin air dan transmisi mekanik sesuai dengan prosedur

# NAMA PENYUSUN

NO.	NAMA	PROFESI
1.	Muhamad Indra Adriawan	Instruktur – PPSDM KEBTKE, Kementerian ESDM