

## Pengoperasian dan Perawatan PLTMH pada Pembangkit Listrik Mikro Hidro (PLTMH) di Sungai Batang Geringging Kota Padang

Fajri Dwi Putra<sup>1</sup>, Nota Effiandi<sup>2</sup>, Desmarita leni<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang

<sup>1,2</sup> bpk.nt.ffiandi@gmail.com, <sup>3</sup>desmaritaleni@gmail.com

### Abstract

Water turbine is a tool to convert the potential energy of water into mechanical energy, this mechanical energy is then converted into electrical energy by a generator. Crossflow turbines are radial, small pressurized turbines with tangential injection from fan rotation with a horizontal shaft. The flow of water flows through the pipe entrance, and is arranged by a propeller and into the turbine fan rotation. After the water passes through the turbine fan rotation, the water is at the opposite fan rotation, thus providing additional efficiency. Finally, water flows from the casing either freely or through a tube under the turbine so that it rotates and turns the generator so it can produce electricity. Maintenance of PLTMH is carried out namely preventive maintenance such as; cleaning, lubrication and periodic checks. Maintenance corrections are carried out with the aim of being able to maintain the PLTMH component. Predictive maintenance of a treatment carried out in accordance with the conditions of the PLTMH and predicting damage that will occur in PLTMH.

Keywords: Crossflow Turbine, Component Maintenance, PLTMH.

### Abstrak

Turbin air adalah alat untuk mengubah energi potensial air menjadi menjadi energi mekanik, energi mekanik ini kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator. Turbin Crossflow adalah radial, turbin bertekanan kecil dengan injeksi tangensial dari putaran kipas dengan poros horisontal. Aliran air mengalir melalui pintu masuk pipa, dan diatur oleh baling-baling pemacu dan masuk ke putaran kipas turbin. Setelah air melewati putaran kipas turbin, air berada pada putaran kipas yang berlawanan, sehingga memberikan efisiensi tambahan. Akhirnya, air mengalir dari casing baik secara bebas atau melalui tabung dibawah turbin sehingga terbentuk lah putaran dan memutar generator sehingga bisa menghasilkan listrik. Perawatan PLTMH yang dilakukan yaitu preventive maintenance seperti ; pembersihan, pelumasan dan pemeriksaan berkala. Corrective maintenance dilakukan dengan tujuan agar dapat melakukan perawatan komponen PLTMH. Predictive maintenance suatu perawatan yang dilakukan sesuai dengan kondisi PLTMH dan memprediksi kerusakan yang akan terjadi pada PLTMH

Kata kunci: Turbin Crossflow, Perawatan komponen, PLTMH.

### 1. Pendahuluan

perdesaan terpencil yang sebagian besar belum terjangkau jaringan listrik nasional (PLN) merupakan salah satu pembangunan dan pengembangan masyarakat pedesaan. Kebutuhan energi masyarakat pedesaan terpencil untuk memasak, penerangan dll, umumnya berasal dari energi fosil (bahan bakar minyak, batu bara) yang selalu habis dalam bentuk lain tidak dapat diolah kembali. Adapun alat elektronik seperti radio, televisi dipenuhi menggunakan baterai atau aki yang dalam jangka tertentu harus di isi ulang (*recharge*), sehingga membutuhkan biaya yang besar di tiap – tiap

keluarga pedesaan tersebut. Umunya daerah pegunungan yang mempunyai potensi energi air yang memadai, sehingga berpotensi untuk membangun sebuah pembangkit Mikro Hidro, merupakan salah satu sumber energi yang berkelanjutan dan tidak merusak lingkungan[1]. Salah satu daerah di Sumatera Barat yang berpotensi untuk di jadikan sumber energi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) adalah Anak Sungai Batang Geringging yang terletak Di RT 03 RW 3 Kelurahan Lambung Bukik Kecamatan Pauh Kota Padang Sumatera Barat merupakan salah satu daerah yang belum terjangkau listrik dari PLN, daerah ini tidak terlalu jauh dari

keramaian dengan jumlah rumah berkisar 15 buah rumah. Sebagai masyarakat tentunya berkeinginan untuk mendapatkan listrik yang berkualitas serta dapat memperoleh informasi dari media elektronik seperti TV dan lainya.Pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) ini cocok untuk memberikan solusi kepada masyarakat Kelurahan Lambung Bukik Kecamatan Pauh Kota Padang untuk bisa memberikan sumber listrik yang layak bagi masyarakat. Pembangkit energi air skala mikro atau pembangkit tenaga mikro hidro semakin populer sebagai alternatif sumber energi, terutama di wilayah yang terpencil. Sistem pembangkit tenaga mikro hidro dapat dipasang di sungai yang kecil dan tidak perlu memerlukan lokasi atau area yang luas sehingga bisa dipasang diarea yang kecil . Pembangkit tenaga mikro hidro ini dapat digunakan langsung sebagai penggerak mesin atau digunakan untuk menggerakkan generator listrik[2]. Instalasi pembangkit listrik dengan tenaga mikrohidro biasa disebut sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro, disingkat PLTMH.

## 2. Metode Penelitian

Pembuatan tugas akhir ini dilakukan mulai dari bulan juni sampai dengan bulan september 2017, untuk tempat pengerjaan akan dilaksanakan di bengkel umum, kost, serta bengkel mesin Politeknik Negeri Padang. Untuk persiapan tugas akhir ini dibutuhkan alat dan bahan sebagai berikut:

### a. Alat

Adapun peralatan yang digunakan dalam perakitan pembangkit listrik tenaga mikro hidro ini adalah sebagai berikut :

1. Mesin las
2. Mesin gerinda tangan
3. Mesin pemotong plat
4. Mesin bor

Selain itu, adapun peralatan perkakas yang digunakan dalam pembuatan alat ini adalah:

1. Gergaji potong
2. Penggores
3. Penitik
4. Palu
5. Kikir
6. Obeng
7. Tang
8. Kunci ring/pas lengkap
9. Kunci ingris

Untuk menyesuaikan dimensi alat yang dibuat dengan hasil perhitungan maka perlunya dilakukan pengukuran pada alat yang dibuat tersebut. Adapun alat yang akan digunakan adalah :

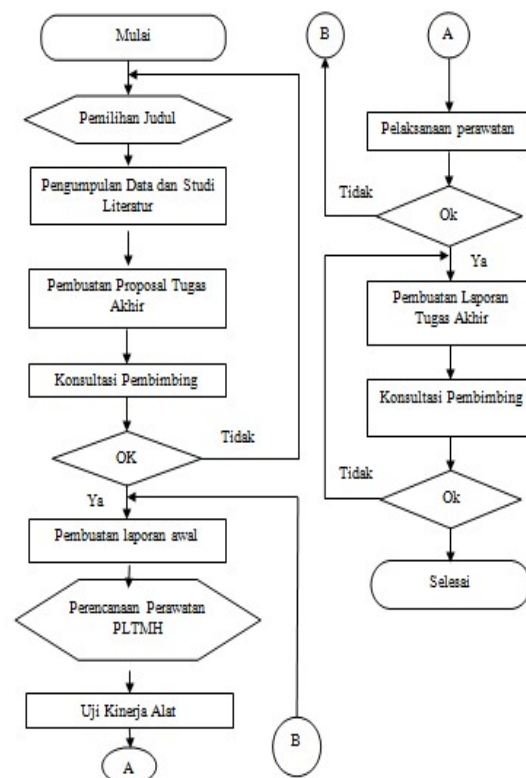
- a. Jangka sorong ketelitian 0.05 mm
- b. Mistar baja dan meteran

### b. Bahan

Berdasarkan perencanaan bahan-bahan yang akan digunakan dalam pembuatan komponen dari mesin ini adalah[3]:

1. Baja profil L (1 batang)
2. Plata tebal 4 mm 1,5 lembar (1,5m x 1m)
3. Baja profil U (1 batang)
4. Batang kawat las (1 kotak)
5. Bearing b-320 (2 buah)
6. Pipa besi ukuran 10” 1 buah (1,8m)
7. Paralon ukuran 8” 1 buah (6m)
8. Baut dan mur ukuran 14, 17, (1 kotak)
9. Puli ukuran 20”, 6”, dan 3” (1 buah)
10. Bel ukuran 80”(2 buah)
11. Generator 3PK (1 buah)
12. Altenator kijang 3K (1 buah)
13. Inverter 300 ampere (1 buah)
14. Aki (54 ampere,12 volt)
15. Ampere meter (1 buah)

**Diagram Alir Pembuatan Alat dan Perawatan alat**  
 Adapun langkah-langkah pembuatan alat ini mulai dari tahap awal sampai tahap akhir adalah sebagai berikut :



**Gambar 1.** Diagram Alir Tugas Akhir

### Penjelasan Flowchart

Metode pembuatan berisikan langkah-langkah di dalam pembuatan tugas akhir. Dan adapun penjelasan dari flowchart diatas adalah sebagai berikut :

#### Mulai

Dalam diagram aliran tugas akhir ini, mulai dengan menentukan judul dalam pembuatan tugas akhir.

#### Pemilihan Judul

Pembuatan alat ini bertujuan untuk dapat memberikan solusi kepada daerah atau masyarakatnya yang masih belum terjangkau dengan jaringan listrik PLN , Maka dari pada itu penulis bermaksud untuk mengangkat

sebuah tugas akhir yang berjudul “Pengoperasian dan Perawatan PLTMH pada pembangkit listrik mikro hidro (PLTMH) di Sungai Batang Geringging Kelurahan Lambung Bukit Kec. Pauh Kota Padang”. Sebagai alat yang bisa menghasilkan energi listrik yang dapat digunakan langsung bagi masyarakat.

#### **Pengumpulan Data dan Studi Literatur**

Membaca buku bacaan tentang mesin konversi energi, buku tentang turbin, mencari dan mempelajari buku acuan karangan dari penemu mesin, memahami buku perancangan mesin yang relevan dengan pembuatan alat ini.

#### **Pembuatan Proposal Tugas Akhir**

Membuat proposal perencanaan tugas akhir untuk menjelaskan apa yang akan di buat bagaimana prinsip kerja dan semua yang berhubungan dengan perencanaan awal dari tugas akhir yang akan dibuat.

#### **Konsultasi Pembimbing**

Pengajuan proposal tugas akhir mendapat persetujuan dari pembimbing untuk bisa lanjut ke pembuatan laporan awal, jika tidak disetujui kembali ke pemilihan judul tugas akhir.

#### **Pembuatan Laporan Awal**

Membuat laporan awal tugas akhir yang berisi tentang latar belakang, teori dasar dan methodologi yang berguna untuk mengarahkan pembuatan tugas akhir secara jelas dan memiliki acuan dalam pembuatannya nanti.

#### **Perencanaan Perawatan PLTMH**

Melakukan perencanaan dalam perawatan PLTMH yang akan dilakukan yaitu,

1. Melakukan patroli harian untuk mengambil data kerusakan pada PLTMH,hal-hal yang perlu dilakukan pada patroli harian sebagai berikut[4]:
  - a) Inspeksi periodik  
Operato harus melakukan secara periodik untuk memeriksa jika terjadi permasalahan atau kerusakan pada fasilitas dan peralatan.
  - b) Pemeriksaan khusus  
Dalam hal khusus gempa bumi,hujan deras,dan kecelakaan maka operator harus menghentikan fasilitas dan memeriksa fasilitas dan peralatan.
  - c) Penyimpanan Data
2. Operator harus menyimpan data yang didapatkan pada langkah-langkah diatas tadi yang nantinya akan berguna untuk melakukan tindakan perawatan pada PLTMH.

#### **Pembuatan Alat dan Pelaksanaan perawatan**

Penulis melakukan pembuatan tugas akhir sesuai dengan judul dan pengerjaan dilakukan sesuai dengan waktu dan tempat yang telah ditentukan. Pembuatan alat ini mengikuti langkah kerja sesuai dengan prosedur yang ada,dan pelaksanaan perawatan alat tersebut.

#### **Uji Kinerja Alat**

Setelah pembuatan alat dan alat sudah di *assembly*, pada alat yang telah selesai dibuat tersebut dilakukan

pengujian kinerja dan fungsinya. Sesuai dengan latar belakang pemilihan judul tugas akhir ini, apabila sesuai dengan tujuan dan alat berfungsi lanjut ke tahap pengoperasian dan perawatan PLTMH.

#### **Pembuatan Laporan Tugas**

Penulis menuliskan dan melanjutkan apa yang telah ditulis pada laporan awal setelah pembuatan alat selesai dilakukan dan alat dapat bekerja sesuai dengan fungsinya, laporan tugas akhir ini berisi keseluruhan dari pembuatan tugas akhir ini mulai dari awal sampai akhir. Berupa hasil akhir didalam melakukan tugas akhir dalam memenuhi syarat wisuda.

#### **Konsultasi Pembimbing**

Melakukan penyempurnaan pada laporan tugas akhir untuk mendapat persetujuan dari pembimbing, jika ada yang salah atau kurang dilakukan revisi, jika sudah melakukan revisi dan benar maka pembuatan tugas akhir beserta laporannya telah selesai.

### **3. Hasil dan Pembahasan**

#### **Pengoperasian PLTMH**

Kita dapat mengoperasikan pembangkit tenaga mikrohidro ini dengan menggunakan manual pengoperasian dan perawatannya. Pada umumnya operator dari mikrohidro harus mengerti beberapa hal dibawah ini[5]:



**Gambar 2. PLTMH**

Operator harus secara efektif menyesuaikan pengoperasian dan perawatan dari pembangkit ini dengan rencana kerja, peraturan dan pengaturan yang sudah ada.

1. Operator harus menguasai komponen-komponen dari pembangkit dan penampakannya atau operator harus menguasai fungsi dan koreksi serta perawatannya. Lebih jauh lagi operator harus mengerti apa yang harus dilakukan jika terjadi beberapa kerusakan agar bisa pulih kembali.
2. Operator harus selalu memeriksa kondisi dari semua fasilitas dan peralatan pembangkit. Dan ketika terdapat permasalahan dan kerusakan, mereka harus bisa menghubungi orang yang bertanggungjawab terhadap hal ini dan mencoba untuk memperbaikinya.
3. Operator harus menjaga pembangkit dari kerusakan. Oleh karena itu operator harus memperbaiki dan menyempurnakan fasilitas jika diperlukan.

Adapun beberapa cara yang dilakukan dalam pengoperasian PLTMH adalah sebagai berikut :

#### **Pengoperasian Dasar**

1. Memeriksa beberapa hal sebelum memulai pengoperasian  
Sebelum memulai pengoperasian pembangkit, operator harus memeriksa beberapa hal dan harus memastikan fasilitas dalam kondisi yang bagus untuk beroperasi. Terutama jika pembangkit beroperasi dalam jangka waktu yang panjang, maka operator harus memeriksa dengan teliti.
  - a. Jalur transmisi dan distribusi
    - Perhatikan ketegangan belt dalam kondisi aman tidak kendur dan tidak terlalu tegang
    - Lihat kesejajaran pulley
  - b. Fasilitas saluran air
    - Perhatikan aliran air dari sampah
    - Perhatikan ketinggian edapan tanah dijalur aliran air
    - Perhatikan sampah – sampah yang menempel pada saringan
    - Perhatikan kebocoran saluran air pada pipa PVC
  - c. Pastikan keadaan katup dalam keadaan baik

#### **Memulai Pengoperasian**

Setelah memeriksa beberapa hal diatas, turbin dan generator siap untuk dioperasikan. Beberapa prosedur memulai pengoperasian adalah sebagai berikut:

1. Persiapan awal
  - Menutup pintu saluran penguras dari dam intake
  - Membuka pintu intake dan air intake ke dalam sistem saluran air.
2. Memulai Pengoperasian
  - Membuka *inlet valve* secara bertahap.
  - Atur tegangan listrik sesuai kebutuhan dengan cara memutar katup masuk air.
  - Kontrol valve inlet atau *guide vane* sehingga voltase dan frekuensinya berada didalam selang yang telah ditentukan.

#### **Peraturan Untuk Operator Selama Pengoperasian**

Operator harus memeriksa peralatan agar dapat menyuplai listrik dengan kualitas yang baik dan menjaga peralatan agar tetap dalam kondisi yang aman dan normal. Hal – hal yang harus dilakukan adalah sebagai berikut: Mengontrol *inlet valve* atau *guide vane* sehingga voltase dan frekuensinya berada pada selang yang telah ditentukan.

1. Mengecek suara dari peralatan dan memberhentikan pengoperasian jika diperlukan.
2. Memeriksa suhu dari peralatan
3. Memeriksa semua keadaan abnormal dari peralatan dan memberhentikan

pengoperasian jika diperlukan.

4. Menyimpan semua hasil pengoperasian dan kondisi peralatan dalam format yang tetap.

#### **Pemberhentian Pengoperasian**

Agar prosedur untuk menghindari rusaknya turbin dan generator untuk waktu yang lama, maka prosedur untuk pemberhentian operasi adalah sebagai berikut:

1. Menutup valve inlet atau *guide vane*.
2. Menutup valve inlet dan *guide vane* secara sempurna.
3. Menutup pintu intake

Ketika beban secara tiba-tiba mengalami kerusakan maka operator harus menutup valve inlet atau *guide vane* sesegera mungkin untuk menghindari kerusakan turbin dan generator untuk waktu yang lama[6].

#### **Kasus Darurat**

1. Dalam kasus banjir  
Pada umumnya pembangkit mikrohidro dapat dioperasikan walau dalam kondisi banjir. Akan tetapi sungai dapat membawa lumpur yang dapat menyebabkan masuknya tanah dan pasir ke dalam fasilitas pembangkit dan pengoperasian harus segera dihentikan dan pintu intake harus segera ditutup. Setelah banjir operator harus memeriksa semua peralatan dan harus memperbaikinya sesegera mungkin bila ada kerusakan.
2. Dalam kasus gempa bumi  
Karena gempa bumi berpengaruh pada semua fasilitas pembangkit, maka operator harus memeriksa semua peralatan setelah gempa bumi besar terjadi.  
Periksa semua kerusakan strukturnya seperti : baut yang longgar dikencangkan, sasis dengan kedudukannya dan kesejajaran pulley dll.
3. Kasus kurangnya volume air  
Pembangkit mikrohidro pada dasarnya harus di desain berdasarkan debit pada musim kemarau. Akan tetapi jika kurangnya volume air terjadi diluar harapan kita maka disana alternator bekerja pada pembangkit untuk mengatasi debit air yang kecil sebagai pengecasan aki dan arus di perbesar dengan power inverter agar listrik bisa dimanfaatkan walau volume air kecil.
4. Kasus kecelakaan  
Dalam kasus kecelakaan, operator harus menghentikan pengoperasian dan memeriksa apa yang menjadi penyebabnya serta harus memperbaikinya segera.  
Yang harus operator perhatikan dalam kasus kecelakaan adalah sebagai berikut:
  - a. Memeriksa kecelakaan secara teliti.
  - b. Melihat penyebab kecelakaan
  - c. Memulai pengoperasian sesegera mungkin jika memungkinkan.
  - d. Dalam hal ini jika operator sudah mengetahui penyebab kerusakan dan

sudah memperbaikinya.

- e. Menghubungi pembuat atau supplier peralatan, jika operator tidak mengetahui penyebab kerusakan dan tidak dapat memperbaikinya sendiri. Menginformasikan kepihak terkait mengenai kecelakaan yang bersangkutan.

### Perawatan pada PLTMH

Setiap mesin dan peralatannya selalu memerlukan perawatan yang teratur agar dapat berfungsi dan beroperasi dengan baik dan sempurna. Perawatan yang baik akan dapat memperpanjang umur dan daya tahan komponen-komponen tersebut. Serta dapat mencegah terjadinya kerusakan yang lebih besar atau yang lebih berat, yang tentunya akan memerlukan biaya yang besar untuk perbaikan.

Pada dasarnya kegiatan perawatan juga tergantung pada beberapa faktor seperti : perencanaan, penjadwalan, pengadaan suku cadang dan tenaga pelaksana, yang mana kegiatan diatas hendaknya diatur dalam penjadwalan perawatan yang baik. Dalam hal ini, perawatan yang digunakan pada PLTMH ini meliputi 3 (tiga) bagian, yaitu :

- 1) *Preventive Maintenance* (perawatan pencegahan)
- 2) *Corrective maintenance* (perawatan perbaikan)
- 3) *Over houl* (perawatan total)

### **Preventive Maintenance pada PLTMH(Perawatan Pencegahan)**

Perawatan pencegahan ini pada umumnya untuk menghindari terjadinya kerusakan-kerusakan pada mesin, yang biasanya terjadi pada gejala-gejala ataupun suatu tanda-tanda tertentu. Perawatan pencegahan ini biasanya dilakukan sebelum mesin mengalami kerusakan, disini diharapkan operator mesin mengerti mengenai mesin, komponen, dan prinsip kerja mesin [7].

Hal ini di harapkan karena jika mesin tidak bekerja dengan sempurna, walaupun belum mempengaruhi produk, operator dengan segera dapat mengetahuinya. Kegiatan-kegiatan yang perlu dilakukan pada perawatan pencegahan pada PLTMH yang akan dilakukan antara lain :

- 1) Pembersihan  
Pembersihan mesin dilakukan sebelum dan setelah mesin dioperasikan. Pembersihan itu sendiri meliputi membersihkan mesin, komponennya, dan kebersihan lingkungan kerja. Hal ini diharapkan agar proses produksi dapat berjalan lancar.

Pembersihan pada PLTMH ini yaitu :

1. Membersihkan saluran air yang akan masuk kedalam bak air dari sampah-sampah.
  2. Membersihkan sampah-sampah pada saringan bak endapan air.
- 2) Pelumasan  
Bantalan atau bearing merupakan komponen yang perlu dilumasi, karena pelumasan itu sendiri lebih di tunjukan untuk bagian-bagian yang berputar yang mengalami gesekan seperti :

1. Pelumasan pada bantalan
2. Pelumasan pada katup penyetel air

Adapun beberapa tujuan mengapa pelumasan itu perlu dilakukan yaitu :

- a) Memperkecil terjadinya kontak langsung, sehingga keausan dapat di perlambat.
  - b) Menjaga agar komponen mesin bekerja pada temperatur yang aman
  - c) Mencegah terjadinya karat
- 3) Memperhatikan kebocoran sheel pada pipa dan rumah turbin.

### **Corrective Maintenance (Perawatan Perbaikan)**

Perawatan perbaikan yang akan di lakukan pada PLTMH ini meliputi kerusakan ringan hingga kerusakan berat.

Perawatan yang dilakukan pada PLTMH ini adalah sebagai berikut[8]:

- 1) Perawatan bantalan  
Bantalan merupakan komponen yang menompang poros sehingga dapat berputar. Kerusakan pada bantalan dapat mengakibatkan kerusakan yang total bagi elemen mesin yang saling berkaitan. Untuk itu menghindari kerusakan pada bantalan, maka perlu diperiksa hal-hal sebagai berikut :
  - a) Kelonggaran baut dan mor pengikat bantalan
  - b) Memperhatikan tingkat getaran dan kebisingan, hal ini biasanya terjadi karena kurang membersihkan dan kurang pelumasan
  - c) Memprediksi usia bantalan sekitar 2 tahun
  - d) Ketepatan jadwal pemberian pelumasan yaitu sekali dalam dua minggu
- 2) Perawatan puli dan sabuk  
Puli adalah tempat melekatnya sabuk yang mana sabuk akan mentransmisikan putaran dari turbin ke generator dan alternator. Pemasangan yang benar akan membuat umur sabuk tahan lama. Dalam perawatan puli dan sabuk, hal-hal yang di perhatikan adalah sebagai berikut :
  - a) Periksa kelurusan dan kesejajaran puli dan dan poros
  - b) Lakukan penyetelan puli dengan memperhatikan lenturan dan tegangan sabuk yaitu kekendoran ( $h=5\text{mm}$ )
  - c) Penggantian puli jika kapuk pilu pecah, ini di perkirakan 1,5 tahun.
- 3) Poros  
Karena poros yang digunakan pada PLTMH berbahan ST37 maka perlu melakukan pelumasan secara rutin, hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya korosi (karat) pada poros tersebut, periksa permukaan poros dengan puli dan bearing jika permukaan tersebut aus, atau longgar maka



poros harus diganti.

**Overhaul pada PLTMH(Perawatan Total)**


Perbaikan total atau overhaul ini pada umumnya dilakukan setelah mesin cukup lama beroperasi. Pada perawatan overhaul ini seluruh komponen di bongkar untuk di periksa apakah perlu diperbaiki atau diganti dengan yang baru.

Dalam perbaikan total ini yang perlu diperhatikan adalah bahwa dalam pemasangan pastikan komponen-komponen mesin dalam keadaan baik, dan pastikan tidak lupa melakukan pelumasan pada bagian-bagian yang di perlukan. Overhaul pada PLTMH yaitu :

- Pembongkaran pada turbin
- Pergantian pada bantalan yang sudah rusak
- Mengganti seal pada rumah turbin dan sheel pada pipa
- Mengganti runner jika rusak
- **Inpeksi Periodik**
- Operator harus melakukan inpeksi secara periodic untuk memeriksa jika terjadi permasalahan atau kerusakan pada fasilitas dan peralatan. Pada saat inpeksi operator kadangkala harus memeriksanya dengan teliti dan melakukan perbaikan jika diperlukan.
- Beberapa hal dan frekuensi dari inspeksi yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

**Tabel 1.** Inspeksi Periodik [9].

Fasilitas Dan Peralatan	Hal-Hal Yang Harus Diperiksa	Frekuensi	Tindakan
	Kebocoran deformasi dan kerusakan pada struktur	6 bulan	Menyimpan datanya memperbaiki jika perlu
	Deformasi dan kerusakan pada struktur	6 bulan	Menyimpan datanya memperbaiki jika perlu
	Memberikan pelumas pada poros	6 bulan	
	Mengganti porosnya	3 tahun	
	Hubungan baut (bolt)	1 tahun	Memperbaikinya
	Memberikan pelumas pada poros	6 bulan	
	Mengganti porosnya	3 tahun	
	Kekuatan isolasi angin	6 bulan	Mengganti generator
	Hubungan baut (bolt)	1 tahun	Memperbaikinya
	Kerusakan belt	6 bulan	Memperbaikinya

Valve inlet	Kebocoran	1 tahun	Menggantinya atau memperbaikinya
	Cabang yang mendekati	1 bulan	Memotongnya jika diperlukan

**Inpeksi Khusus**

Dalam kasus gempa bumi, banjir, hujan deras dan longsor, maka operator harus menghentikan pengoperasian PLTMH dan memeriksa fasilitas dan komponen-komponen PLTMH.

**Perekaman**

Operator harus merekam dan menyimpan data yang diperoleh dari operasi dan perawatan PLTMH. Penyimpanan data tidak hanya dapat menolong operator untuk mengingatkan dirinya tentang operasi dan perawatan yang seharusnya dilakukan, tetapi juga merupakan data yang bagus untuk mengetahui penyebab permasalahan pada kecelakaan.

**4. Kesimpulan**

Adapun kesimpulan yang dapat penulis berikan pada Pengoperasian dan Perawatan pada PLTMH ini yaitu dapat menjelaskan fungsi-fungsi komponen-komponen utama yang terdapat pada turbin *crossflow*, dapat menjelaskan prosedur yang akan penulis lakukan dalam pengoperasian PLTMH dan Penulis dapat menyimpulkan dasar-dasar perawatan pada PLTMH.

**Daftar Rujukan**

- [1] Nugroho Y.S.H., Hunggul; M. Kudeng Sallata. 2015. PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro) Panduan Lengkap Membuat Sumber Energi Terbarukan Secara Swadaya. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- [2] Redi, Guntara. 2016. Analisa Potensi Waduk Malahayu Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. Tugas Akhir. Yogyakarta: Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- [3] Dahlan, Damir. 2012. *Elemen Mesin*. Jakarta : Citra Harta Prima.
- [4] Higgins, LR., PE. And LC. Morrow. *Maintenance Engineering Handbook*, 3 edition. Mc. GrawHill Book Company.
- [5] Effiandi nota, 2011. *Disien turbin crossflow dan Perawatannya*.
- [6] Laporan Senior Teknik Mesin 2012 *Rancang Bangun Turbin Crossflow*.
- [7] IBEKA. 2002. *Panduan Pemasangan, Pengoperasian dan Perawatan Turbin Cross Flow*. Yayasan Institut Bisnis dan Ekonomi Kerakyatan . Bandung.
- [8] Suga, K. 2004. *Dasar Perencanaan & Pemilihan Elemen Mesin*. Pradnya Paramita, Jakarta
- [9] Robert W. Fox, Alan T Mcdonald. 2011. *Introduction to Fluid Mechanics 8<sup>th</sup> edition*. John Willey & Sons. USA.