

## ABSTRAK

Survey studi kelayakan pembangunan PLTMH yang dilakukan merupakan tolak ukur dari keberhasilan dalam pembangunan dan keberlanjutan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH), karena kegiatan survey meliputi penjajagan, studi kelayakan, desain teknis, perencanaan pembangunan, keberlanjutan dan biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan PLTMH. Sehingga hasil survey nantinya dapat menjadi indikator sebuah PLTMH layak dibangun. Laporan studi kelayakan pembangunan ini merupakan hasil kegiatan lapangan yang diselenggarakan oleh CV. Arsindah Konsultan. Laporan ini berkaitan dengan kelayakan Pembangunan Pembangkit Tenaga Listrik Tenaga Air ( PLTA ) berskala mikro yang lebih dikenal dengan nama PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro ). Pekerjaan Study Kelayakan pembangunan PLTMH disini didapatkan dari Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten Pasaman Barat. Didalam studi dilakukan penjajagan daerah yang ada potensi air, kesediaan masyarakat dimana masyarakat tersebut belum terjangkau oleh jaringan listrik PLN, sehingga ditetapkan lokasi yang akan disurvei yaitu Jorong Taming Julu kenagarian Silaping Kecamatan Ranah Batahan Kabupaten Pasaman Barat Propinsi Sumatera Barat. Kegiatan Survey meliputi persiapan sebelum kelokasi survey, dimana kelokasi tersebut dilakukan pengukuran pengamatan pengambilan data, analisa dan evaluasi data, disain teknis, perencanaan pembangunan, penyusunan rencana anggaran biaya, penyempurnaan Program dan Laporan. Dari Studi kelayakan ini, di Jorong Taming Julu didapatkan potensi air untuk PLTMH dengan debit air 500 liter/detik. Potensi ini dimanfaatkan dari aliran Sungai Batang Taming yang dialirkan melalui saluran pembawa sepanjang 340 meter. Tinggi jatuh air mempunyai ketinggian (*head*) 12 meter yang membangkitkan kapasitas daya sebesar 34 kW.

## INFORMASI UMUM

### Lokasi Studi

- Provinsi : Sumatera Barat
- Kabupaten : Pasaman Barat
- Kecamatan : Ranah Batahan
- Nagari : Silaping
- Jorong : Taming Julu
- Nama Sungai : Batang Taming

- Tinggi jatuh kotor : 12 meter
- Tinggi Jatuh Bersih : 11,30 meter
- Disain Debit Air : 500 liter / detik
- Desain Out Put : 34 kW
- Jumlah Sambungan Rumah : 146 rumah penduduk, 10 fasos dan fasum

- Jenis PLTMH : Run Of River
- Jenis Turbin : Cross Flow
- Spesifikasi Tenaga Listrik : 220 V / 50 Hz, sambungan untuk rumah

---

# KATA PENGANTAR

Laporan ini merupakan hasil kegiatan studi perencanaan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Kabupaten Pasaman Barat Provinsi Sumatra Barat. Kajian ini dilakukan di Kecamatan Ranah Batahan, yang merupakan kecamatan yang belum sepenuhnya dimasuki jaringan distribusi PLN saat ini dan termasuk paling kecil ratio desa berlistriknya di Kabupaten Pasaman Barat. Namun, kecamatan ini memiliki sejumlah potensi PLTMH yang dapat dikembangkan untuk meningkatkan ratio Desa berlistriknya.

Rangkaian kegiatan dimulai dengan menyiapkan data-data awal studi seperti ; peta lokasi, peta topografi, membuat perencanaan teknik pengumpulan data teknik maupun data sosio-ekonomi masyarakat di sekitar lokasi PLTMH. Kemudian, melakukan survey pengumpulan data, yaitu kunjungan langsung ke rencana lokasi pembangunan PLTMH. Selanjutnya, melakukan analisis data hasil survey untuk membuat rencana awal / lay out sistem PLTMH. Berikutnya, melakukan penyusunan rencana detail teknis dan perencanaan biaya pembangunan PLTMH , dimana akan dilakukan desain bidang teknik sipil, mekanikal, dan elektrik. Kemudian diakhiri dengan melakukan penyusunan rencana pengoperasian, pengelolaan dan pemanfaatan PLTMH serta penyusunan strategi operasi dalam mendukung keberlanjutan PLTMH

Akhirnya, kami mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang berperan dalam studi ini, baik selama survey pengambilan data, wawancara dan kuesioner, penyusunan laporan dan asistensi. Kami berharap agar hasil kegiatan studi perencanaan ini dapat bermamfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Padang, Desember 2009

## DAFTAR ISI

Abstrak .....	i
Informasi Umum.....	ii
Kata Pengantar .....	iii
Daftar Isi .....	iv
Bab 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1.1
1.2 Tujuan.....	1.4
1.3 Ruang lingkup studi .....	1.5
1.4 Lokasi.....	1.5
1.5 Metodologi .....	1.6
1.6 Sistematika Laporan.....	1.6
Bab 2 GAMBARAN UMUM PLTMH	
2.1 Pendahuluan.....	2.1
2.2 Komponen PLTMH.....	2.5
2.3 Sistem Koneksi dan Pengontrolan PLTMH .....	2.8
2.4 Hubungan Antara Daya, Ketinggian dan Debit Air .....	2.9
Bab 3 GAMBARAN UMUM WILAYAH	
3.1 Umum.....	3.1
3.2 Lokasi dan Aksesibilitas.....	3.1
3.3 Kondisi Topografi dan Geologi.....	3.2
3.4 Kondisi Hidrologi .....	3.3
3.5 Penggunaan Tanah .....	3.3
3.6 Kondisi Sosio – Ekonomi .....	3.3
Bab 4 PERENCANAAN PLTMH TAMING JULU	
4.1 Umum .....	4.1
4.2 Kebutuhan Energi Listrik .....	4.2
4.3 Proyeksi jumlah penduduk dan kebutuhan daya listrik...	4.7
4.4 Potensi Sumber Daya Air.....	4.8
4.5 Fasilitas Bangunan Sipil.....	4.13
4.6 Perlengkapan Elektrikal – Mekanikal.....	4.17
4.7 Jaringan Distribusi .....	4.25

Bab 5	RENCANA ANGGARAN BIAYA	
5.1	Anggaran Biaya Pembangunan.....	5.1
5.2	Penggunaan Energi Untuk Kegiatan Pembangunan.....	5.2
Bab 6	KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1	Kesimpulan.....	6.1
6.2	Saran Pengembangan .....	6.1

#### LAMPIRAN

1. Perencanaan Teknis PLTMH Taming Julu
2. Rencana Anggaran Biaya PLTMH Taming Julu
3. Photo – Photo Kegiatan Dan Lokasi – Lokasi Perencanaan
4. Contoh Produk Generator yang disarankan
5. Pengelolaan PLTMH
6. Peta Lokasi Kegiatan
7. DED ( Detail Engineering Design )

# BAB 1

## PENDAHULUAN

---

## **BAB 1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dewasa ini kebutuhan energi bagi masyarakat sudah merupakan kebutuhan primer, terlebih lagi kebutuhan pada energi listrik. Seiring dengan makin berkurangnya sumber energi fosil maka sumber energi baru terbarukan akan dilirik secara serius, terutama energi yang berasal dari energi gerak dan jatuh air. Penggunaan atau pemanfaatan energi air ini dapat membangkit energi listrik yang lebih dikenal dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH).

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro ini pada awalnya merupakan bentuk pemanfaatan tenaga air dalam skala kecil saja, yang biasanya dibangun di daerah pedesaan yang tidak atau belum terjangkau oleh jaringan listrik PLN. PLTMH memasok kebutuhan untuk keperluan penerangan masyarakat pedesaan dan juga melayani kebutuhan industri kecil pedesaan dalam hal penyediaan energi listrik.

Pada saat ini, perkembangan PLTMH telah memasuki babak baru dengan telah dikeluarkannya Keputusan Menteri Energi Sumber Daya Mineral mengenai Pembangkit Listrik Skala Kecil (PLSK) tersebar. Kebijakan tersebut memungkinkan pembangunan PLTMH dan sumber energi baru terbarukan lainnya terintegrasi (interkoneksi) dengan jaringan listrik PLN dalam bentuk Usaha Penjualan Tenaga Listrik. Dengan demikian, PLTMH tidak hanya berada pada ruang lingkup pembangunan daerah terpencil, akan tetapi telah menjadi peluang investasi pada daerah yang memiliki infrastruktur sistem PLN.

Pengembangan sektor energi baru dan terbarukan di wilayah Kabupaten Pasaman Barat khususnya pada pemanfaatan energi air, telah mendapatkan

---

dukungan kuat pemerintahan Kabupaten hal ini terlihat telah dibangun beberapa PLTMH dengan dana APBN, APBD dan PNPM-MP. Lebih jauh lagi PNPM-LMP sudah memberikan lampu hijau bahwa Kabupaten Pasaman Barat merupakan salah satu pilot proyeknya. Untuk kedepan agar pemanfaatan PLTMH dapat berkelanjutan diperlukan kajian sebuah PLTMH sebelum, selama dan pasca pembangunan. Sebelum pembangunan PLTMH dilaksanakan, diperlukan kajian kelayakan potensial yang dapat membangkitkan kapasitas daya untuk memenuhi kebutuhan daerah. Kemudian setelah kajian kelayakan tersebut didapatkan, maka perlu diperhatikan bagaimana pembangunan PLTMH dapat memenuhi standarisasi agar mampu beroperasi dan dapat dimanfaatkan sampai keanak cucu.

Dan yang lebih penting dari hasil pembangunan tersebut, bagaimana perubahan sosio-ekonomi masyarakat jadi produktif bukan hanya sebagai konsumtif, alih teknologi untuk masyarakat pedesaan dalam operasional, manajemen, pemanfaatan hasil pembangunan PLTMH sampai jangka panjang.

Kegiatan Studi kelayakan yang berupa Desain Teknis dan Perencanaan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) diwilayah Kabupaten Pasaman Barat yang direncanakan ini merupakan langkah awal dalam menyediakan informasi akurat yang dapat dimanfaatkan oleh berbagai pihak. Hasil kegiatan ini diharapkan dapat memberikan gambaran potensi dan pembangunan sebuah PLTMH serta menjadi dasar perencanaan dan penyusunan program bagi kebijakan ketenagalistrikan daerah-daerah di Kabupaten Pasaman Barat .

Pedoman pelaksanaan survey lapangan berdasarkan aspek-aspek yang perlu dikaji pada Studi kelayakan Pembangunan PLTMH meliputi: Hidrologi, geologi, topografi, alternatif-alternatif layout sistem PLTMH, pembiayaan dan pengelolaan PLTMH berkelanjutan.

---

Pengukuran kondisi hidrologi untuk mendapatkan gambaran tentang potensi daya, kuantitas dan kualitas air. Penentuan kelayakan hidrologi diperoleh dengan melakukan kegiatan pengukuran tinggi jatuh air (beda tinggi atau head), pengukuran debit air dan fluktuasi aliran air sepanjang tahun atau disebut FDC (*Flow Duration Curva*) menggunakan metode pengukuran pelampung dan menggunakan current meter elektromagnetik. Pengukuran debit air dilakukan pada musim kemarau. Untuk menjamin ketersediaan air sepanjang tahun, perhitungan potensi daya suatu lokasi dilakukan pada 80% - 90% debit air terukur. Potensi daya suatu lokasi dapat dihitung secara sederhana dengan persamaan  $P_g = 9,8 \cdot Q \cdot h_g$  (kW).

Pengukuran head dilakukan dengan menggunakan peta topografi, tetapi hasil yang diperoleh sangat kasar. Pengukuran *head* yang akurat dilakukan di lapangan dengan mengukur  $h_g$  (*head* kotor), maka dilakukan penentuan  $h_n$  (*head* bersih) yang berhubungan dengan perencanaan bangunan sipil, dimana  $h_n$  diukur dari perbedaan tinggi titik *intake* (saluran masuk air) dengan ujung *penstock* (pipa pesat). Pada survey studi kelayakan dan pembangunan PLTMH ini, pengukuran head dilakukan dengan menggunakan *teodolit* (T0). Sedangkan untuk mengukur kecepatan air digunakan metoda penggunaan alat *current meter* yang bisa membaca secara langsung dan bisa juga digunakan bola pingpong ataupun ranting kayu yang dijatuhkan kedalam aliran arus air dan menghitungnya dengan menggunakan *stopwatch*.

Studi geologi dalam pembangunan PLTMH akan memberikan informasi yang berharga untuk merencanakan pembangunan fasilitas sipil. Informasi mengenai kondisi alam, keadaan tanah dan batuan, serta pergerakan tanah akan membantu dalam menentukan lokasi terbaik bagi pembangunan fasilitas sipil. Disamping itu, informasi tersebut dapat membantu dalam merencanakan dan memprediksi biaya konstruksi beserta perawatannya.

Studi topografi akan membantu dalam menentukan lokasi terbaik dimana memungkinkan untuk mendapatkan tinggi jatuh air (*head*) yang layak.

---

Keadaan kontur tanah yang digambarkan oleh peta topografi sangat membantu dalam membuat layout dasar sistem PLTMH. Peta topografi terdiri dari petunjuk dasar skala peta dan garis kontur yang menghubungkan titik-titik yang memiliki ketinggian yang sama dalam membuat layout dasar Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH).

## 1.2. Tujuan

Adapun tujuan studi kelayakan ini adalah untuk:

Mendapatkan data dan informasi yang berkaitan dengan energi terbarukan, khususnya pemanfaatan sumber daya air untuk pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH), dalam rangka penyusunan rencana penyediaan listrik perdesaan dan pemanfaatan sumber energi terbarukan yang berbasis lokal secara optimal.

Melakukan kajian terhadap data dan informasi tersebut berkaitan dengan tingkat kelayakan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di Kabupaten Pasaman Barat .

Melakukan studi tentang perencanaan, baik dari segi perencanaan teknis maupun kondisi ekonomis serta perencanaan pembangunan PLTMH di Kabupaten Pasaman Barat .

*Basic — Lay out* dan spesifikasi teknis dan lokasi yang layak dibangun, dapat dijadikan kerangka acuan bagi perencanaan pembangunan PLTMH selanjutnya.

Melakukan studi banding untuk mendapatkan gambaran terhadap pemanfaatan sumber energi air yang bersifat komersial dan berbasis pengembangan masyarakat.

---

### 1.3. Ruang Lingkup Studi

Ruang lingkup pekerjaan Studi Kelayakan Pembangunan PLTMH adalah jorong Taming Julu Kanagarian Silaping Kecamatan Ranah Batahan Kabupaten Pasaman Barat sebagai berikut:

- Review data sekunder dan identifikasi lapangan.
- Pengukuran hidrologi dan Survey topologi untuk mendapatkan ukuran debit air, tinggi jatuhnya air (*head*) dan *basic-lay out system* PLTMH
- Analisis kelayakan sistem Mikro Hidro.
- Kajian sosial, ekonomi pendukung.
- Kajian pembangunan PLTMH di lokasi yang direkomendasikan.
- Kajian sosial, ekonomi yang akan dijadikan acuan dalam menelaah kelayakan aspek sosial ekonomi.

Analisa Perencanaan Pembangunan PLTMH meliputi:

Perencanaan Teknik (berkaitan dengan sumber daya alam, berdasarkan hasil data survey potensi dan perencanaan sistem PLTMH yang dapat diterapkan).

Analisa Kajian Sosial-Ekonomis (berkaitan dengan besaran investasi).

Keberlanjutan Pembangunan PLTMH (dapat dimanfaatkan untuk jangka panjang) dengan ketinggian bendungan  $\pm 64$  meter dan ketinggian power house  $\pm 74$  meter dari permukaan laut.

### 1.4. Lokasi

Lokasi kegiatan studi kelayakan pembangunan " PLTMH " di jorong Taming Julu Kenagarian Silaping, Kecamatan Ranah Batahan Kabupaten Pasaman Barat, Propinsi Sumatera Barat. Dimana lokasi pembangunan PLTMH Taming Julu ini terletak pada sekitar koordinat:

- Bendungan,  $00^{\circ}. 26'. 30,0''$  LS dan  $099^{\circ}.29'.47,4''$  BT
- Bak Penenang,  $00^{\circ}. 26'. 39,6''$  LS dan  $099^{\circ}.29'.12,7''$  BT

- Power House,  $00^{\circ}.26'.41,8''$  LS dan  $099^{\circ}.29'.10,9''$  BT

### 1.5. Metodologi

Metodologi yang dilakukan dalam penyusunan studi kelayakan ini adalah sebagai berikut :

- Melakukan survey lapangan untuk memperoleh data hidrologi dan kondisi dilapangan yang berkaitan dengan rencana pembangunan PLTMH.
- Melakukan pengamatan lapangan dan wawancara untuk memperoleh gambaran menyeluruh tentang kondisi fisik jorong/nagari. Observasi terutama ditekankan untuk memperoleh informasi mengenai potensi sumber daya alam yang ada dan mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat mempengaruhi tingkat kelayakan dan keberhasilan pembangunan PLTMH.

*Site investigation*, berupa pengambilan data potensi sumber daya air, demografi dan kewilayahan, data sosial-ekonomi dan elektrifikasi dan pelaksanaan kegiatan *Participatory Rural Appraisal* (PRA).

- Melakukan kajian data sekunder hasil survey dan identifikasi terhadap data dan informasi untuk mengetahui tingkat kelayakan lokasi studi bagi perencanaan pembangunan PLTMH.

### 1.6 Sistematika Laporan

Laporan akhir Studi kelayakan Pembangunan PLTMH Taming Julu di Kabupaten Pasaman Barat terdiri dari yaitu:

- Bab 1. Pendahuluan, yang berisikan latar belakang, tujuan, ruang lingkup studi, lokasi, metodologi dan sistematika laporan.

- Bab 2. **Gambaran Umum PLTMH**, menguraikan tentang lay out PLTMH secara umum berikut dengan komponen-komponennya, kemudian juga menenrangkan system koneksi dan pengontrolan PLTM serta ubungan antara daya, ketinggian dan debit air.
- Bab 3. **Gambaran Umum Wilayah**, yang membahas tinjauan lokasi, aksesibilitas, kondisi topografi dan geologi, hidrologi, kondisi dan kebijakan penggunaan tanah / lahan dimana akan direncanakan pembangunan PLTMH dan menjelaskan tentang **Kondisi Sosio-ekonomi**, yang meliputi tentang kependudukan, mata pencarian, sarana, potensi ekonomi dan potensi sumber daya alam setempat.
- Bab 4. **Perencanaan PLTMH** berisikan tentang **Kondisi Elektrifikasi**, yaitu menguraikan tentang rencana pengadaan dan pelayanan tenaga listrik, kebutuhan listrik saat ini dan masa yang akan datang serta kondisi kelistrikan saat ini di lokasi studi. **Potensi Sumber Daya Air**, berisikan mengenai ketersediaan air, disain *head* dan *layout* system PLTMH. **Disain PLTMH**, berkaitan dengan desain teknis system PLTMH. Uraianya meliputi tentang komponen-komponen PLTMH yang terdiri dari fasilitas bangunan sipil, perlengkapan elektro-mekanik dan fasilitas jaringan distribusi listrik .
- Bab 5. **Rencana Anggaran Biaya** pembangunan, berisikan Rencana Anggaran Biaya Pembangunan PLTMH Taming Julu. **Penggunaan Energi** untuk Kegiatan Pembangunan, berisi rencana penggunaan listrik ( tambahan pendapatan ) bagi masyarakat jorong Taming Julu.
- Bab 6. **Kesimpulan dan Saran**, berisikan tentang kesimpulan dan saran tentang PLTMH Taming Julu.

**BAB 2**  
**GAMBARAN UMUM**  
**PLTMH**

## BAB 2 . GAMBARAN UMUM PLTMH

### 2.1. Pendahuluan

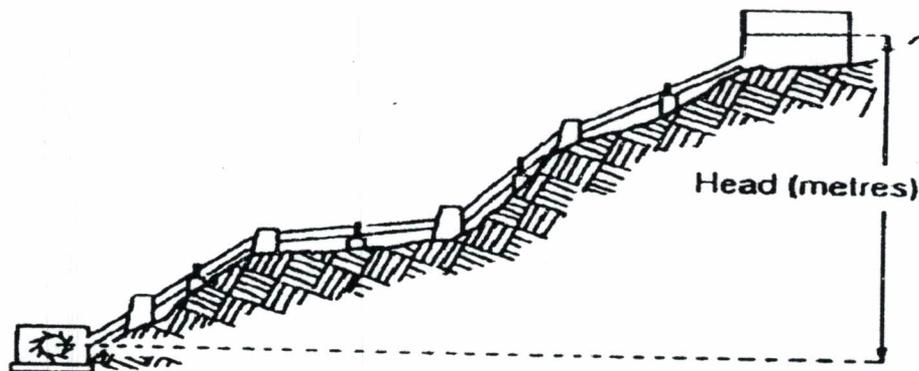
Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) merupakan suatu pembangkit skala kecil yang mengubah energi potensial air menjadi kerja mekanis, memutar turbin dan generator untuk menghasilkan daya listrik skala kecil. Mikrohidro adalah istilah yang digunakan untuk instalasi pembangkit listrik yang menggunakan energi air. Kondisi air yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber daya (*resources*) penghasil listrik adalah memiliki kapasitas aliran dan ketinggian tertentu dan instalasi. Semakin besar kapasitas aliran maupun ketinggiannya dari instalasi maka semakin besar energi yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan energy listrik.

Air yang mengalir dengan kapasitas dan ketinggian tertentu di salurkan menuju rumah instalasi (rumah turbin). Di rumah turbin, instalasi air tersebut akan menumbuk turbin, dalam hal ini turbin dipastikan akan menerima energi air tersebut dan mengubahnya menjadi energi mekanik berupa berputarnya poros turbin. Poros yang berputar tersebut kemudian ditransmisikan/dihubungkan ke generator dengan menggunakan kopling. Dari generator akan dihasilkan energi listrik yang akan masuk ke sistem kontrol arus listrik sebelum dialirkan ke rumah-rumah atau keperluan lainnya (beban). Begitulah secara ringkas proses Mikrohidro, merubah energi aliran dan ketinggian air menjadi energi listrik

Terdapat sebuah peningkatan kebutuhan suplai daya ke daerah-daerah pedesaan di sejumlah negara, sebagian untuk mendukung industri-industri, dan sebagian untuk menyediakan penerangan di malam hari. Kemampuan pemerintah yang terhalang oleh biaya yang tinggi dari perluasan jaringan listrik, sering membuat Mikro Hidro memberikan sebuah alternatif ekonomi ke

dalam jaringan. Ini karena Skema Mikro Hidro yang mandiri, menghemat biaya dari jaringan transmisi dan karena skema perluasan jaringan sering memerlukan biaya peralatan yang mahal.

Sebuah skema mikrohidro memerlukan dua hal, yaitu debit air dan ketinggian jatuh air atau yang biasa disebut dengan head untuk menghasilkan tenaga yang bermanfaat. Ini merupakan suatu konversi tenaga, menyerap tenaga dari bentuk ketinggian dan aliran dan menyalurkan tenaga dalam bentuk daya listrik atau gagang mekanik. Tidak ada sistem konversi yang daya yang dapat mengirim sebanyak yang diserap, akan tetapi sebagian daya hilang oleh sistem itu sendiri dalam bentuk gesekan, panas dan sebagainya.



Gambar 2.1. *Head* adalah ketinggian vertikal dimana air jatuh

Pada pengukuran debit air, sering dihadapkan dengan keterbatasan data dan waktu yang tersedia sehingga pengukuran air sepanjang tahun tidak memungkinkan. Sebagai jalan keluar, pengukuran debit dilakukan pada musim kemarau, dengan asumsi debit air yang terukur mendekati kondisi ketersediaan air minimum sepanjang tahun. Pada tahap perencanaan, perhitungan potensi daya suatu lokasi dilakukan pada 70%-80% debit air terukur tersebut, untuk menjamin ketersediaan air sepanjang tahunnya itu.

Dengan demikian, konsep PLTMH direncanakan dengan memanfaatkan kondisi debit air minimum sepanjang tahun, untuk menjamin PLTMH beroperasi pada output optimum sepanjang tahun.

---

Untuk mengetahui potensi daya listrik di suatu lokasi diperlukan data mengenai :

- Debit minimum yang mengalir pada saluran air/ sungai
- Perencanaan debit yang dapat digunakan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)
- Debit air pada saat banjir
- Tinggi terjun (beda tinggi/*head*) yang tersedia.

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) merupakan suatu bentuk perubahan tenaga dari tenaga air dengan ketinggian dan debit tertentu menjadi tenaga listrik, dengan menggunakan turbin air dan generator. Daya (*power*) yang dihasilkan dapat dihitung dengan rumus :

$$P_G = 9,8 \cdot Q \cdot H_g$$

$P_G$	=	Potensi daya (kW)
$Q$	=	Debit aliran air ( $m^3/s$ )
$H_g$	=	Head kotor (m)
9,8	=	Konstanta gravitasi $m/det^2$

Daya yang keluar dari generator dapat diperoleh dari perkalian efisiensi turbin dan generator dengan daya yang keluar secara teoritis. Bentuk pembangkit tenaga mikro-hidro adalah bervariasi, tetapi prinsip kerjanya adalah sama, yaitu ; “ Perubahan tenaga potensial air menjadi tenaga elektrik (listrik) “.

Perubahan memang tidak langsung, tetapi berturut-turut melalui perubahan sebagai berikut :

- Tenaga potensial ..... Tenaga kinetik
- Tenaga kinetik ..... Tenaga mekanik
- Tenaga mekanik ..... Tenaga listrik

Tenaga potensial adalah tenaga air karena berada pada ketinggian. Tenaga kinetik adalah tenaga air karena mempunyai kecepatan. Tenaga mekanik adalah tenaga kecepatan air yang terus memutar kincir / turbin. Tenaga elektrik adalah hasil dari generator yang berputar akibat berputarnya kincir / turbin.

Prinsip kerja PLTMH yang paling utama adalah memanfaatkan semaksimal mungkin energi air yang dapat ditangkap oleh peralatan utamanya yang disebut turbin/kincir air. Efisiensi kincir air yang dipilih untuk menangkap energi air tersebut menentukan besarnya energi mekanik atau energi poros guna memutar generator listrik.

Untuk keperluan praktis, estimasi kapasitas daya listrik terbangkit keluaran generator dapat didekati dengan formula berikut :

Kapasitas daya listrik terbangkit

$$P = \eta_t \cdot \eta_g \cdot \eta_{tm} \cdot 9,8 \cdot Q \cdot H_g \cdot \eta_{hloss}$$
$$= 9,8 \cdot 0,5 \cdot Q \cdot H_g$$

P = Daya listrik yang keluar dari generator (kW)

Q = Debit aliran air (m<sup>3</sup>/s)

$\eta_t$  = Efisiensi turbin

$\eta_g$  = Efisiensi generator

$\eta_{tm}$  = Efisiensi transmisi mekanik

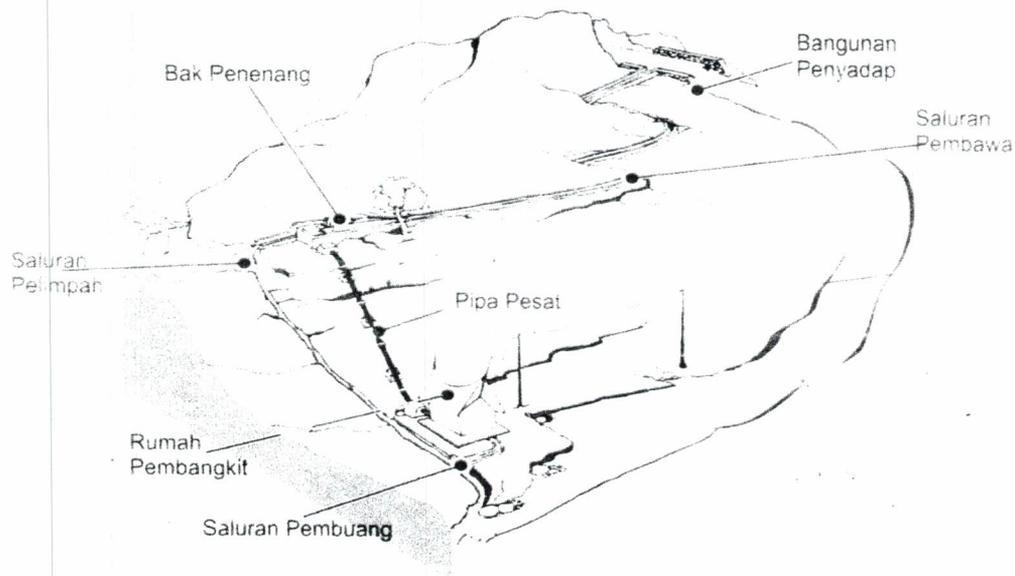
$\eta_{hloss}$  = Efisiensi head (faktor head losses)

$H_g$  = Head kotor (tinggi terjun) (m)

0.5 = Konstanta dengan memperhitungkan efisiensi total sistem 50%

## 2.2. Komponen PLTMH

Situasi umum PLTMH yang biasa ditemui di Indonesia dapat di lihat pada gambar 2.2. PLTMH mempunyai beberapa bagian penting yang mendukung kemampuan kerjanya. Komponen penting yang ada antara lain:



Gambar 2.2. Bagan layout sebuah PLTMH

### Bendungan (*Weir*) dan Bangunan Intake (Bangunan penyadap)

Bendungan untuk instalasi PLTMH dapat berupa bendungan beton atau bendungan beronjong. Bendungan merupakan bagian yang sangat penting pada suatu pembangkit listrik tenaga air, karena bendungan merupakan tempat penampungan air. Pemilihan jenis bendungan yang terbaik untuk suatu tempat tertentu merupakan suatu masalah kelayakan teknis dan biaya. Kelayakan dipengaruhi oleh keadaan topografi, geologis dan cuaca. Perlengkapan lainnya adalah : penjebak/saringan sampah. Pada umumnya PLTMH, merupakan pembangkit type *run of river* sehingga bangunan intake dibangun berdekatan

dengan bendungan dengan memilih dasar sungai yang stabil dan aman terhadap banjir.

#### Saluran Pembawa ( *Head Race* )

Saluran Pembawa merupakan saluran mengalirkan air dari intake menuju pipa pesat dengan menjaga ketinggian muka airnya. Saluran ini biasanya mempunyai kemiringan relative kecil. Tipe saluran pembawa biasanya sangat tergantung pada kondisi topografi geologi daerah yang dilewati, dan dapat berupa saluran terbuka, pipa ataupun terowongan., baik bertekanan ataupun tidak bertekanan. Konstruksi saluran penghantar dapat berupa pasangan batu kali atau hanya berupa tanah yang digali. Pada saluran penghantar yang panjang perlu dilengkapi dengan saluran pelimpah untuk setiap jarak tertentu. Jika terjadi banjir pada saluran tersebut, kelebihan air akan terbuang melalui saluran pelimpah.

#### Kolam Pengendap

Kolam ini biasanya dibuat dengan memperdalam dan memperlebar sebagian saluran penghantar dan menambahnya dengan saluran penguras. Fungsinya untuk mengendapkan pasir dan menyaring kotoran yang hanyut, sehingga air yang masuk ke turbin relatif bersih.

#### Bak Penenang ( *Forebay* )

Bak penenang ( *forebay* ) terletak diujung saluran pembawa. Fungsi bak penenang secara kasar ada dua jenis.

- a. Mengontrol perbedaan debit dalam penstock dan sebuah saluran pembawa karena fluktuasi beban.

- b. Pemandahan sampah terakhir (tanah dan pasir, kayu yang mengapung, dll.) dalam air yang mengalir

Struktur bak penenang terdiri dari bak pengendap (setting basin), saluran pelimpah (*spillway*), *trashrack*, dan bak penenang sendiri. Bangunan ini sering kali dikenal dengan istilah *head tank* sebagai reservoir air yang terletak pada sisi atas untuk aliran ke unit turbin yang terletak dibagian bawah. Beda jatuh air ini yang dikenal head.

Untuk menghemat panjang pipa pesat, biasanya kolam atas ini diletakkan sedekat mungkin diatas powerhouse. Bak penenang dilengkapi dengan saluran pelimpah dan saringan agar sampah tidak masuk ke dalam pipa pesat.

#### **Pipa Pesat (*Penstock*)**

Pipa pesat (*penstock*) merupakan pipa pengatur dengan diameter besar, berfungsi untuk menyalurkan air dari bendungan ke sudu-sudu turbin. Pipa pesat umumnya terbuat dari baja, bisa juga dengan beton bertulang dan kayu dan tempat pemasukan pipa pesat terdapat saringan halus, sedangkan untuk pengosongan pipa terdapat pintu air.

Proses konversi energi dari energi potensial hidrolik menjadi energi kinetik yang akan dirubah menjadi energi mekanik oleh unit turbin terjadi melalui pemanfaatan potensi air yang berkumpul di bak penenang (*head tank*). Air dari bak penenang mengalir melalui *penstock* (pipa pesat) menuju turbin yang terdapat di dalam rumah pembangkit.

#### **Pondasi dan Dudukan Pipa Pesat**

Dudukan pipa pesat harus mampu menahan beban statis dan dinamis dari pipa pesat dan air yang mengalir di dalamnya. Untuk itu, harus dihindari belokan - belokan karena akan mengakibatkan gaya yang cukup besar.

Bila gaya ini tak dapat ditahan oleh tanah (misalnya karena luas penampang dudukan pipa pesat terlalu kecil), maka pipa pesat akan terdorong - bergeser dan rusak. Untuk itu, perencanaan dimensi dudukan pipa pesat ini harus dilakukan secara matang, tentu saja berdasarkan kondisi tanah yang ada pada lokasi mikrohidro.

### **Rumah Pembangkit (*Power House*)**

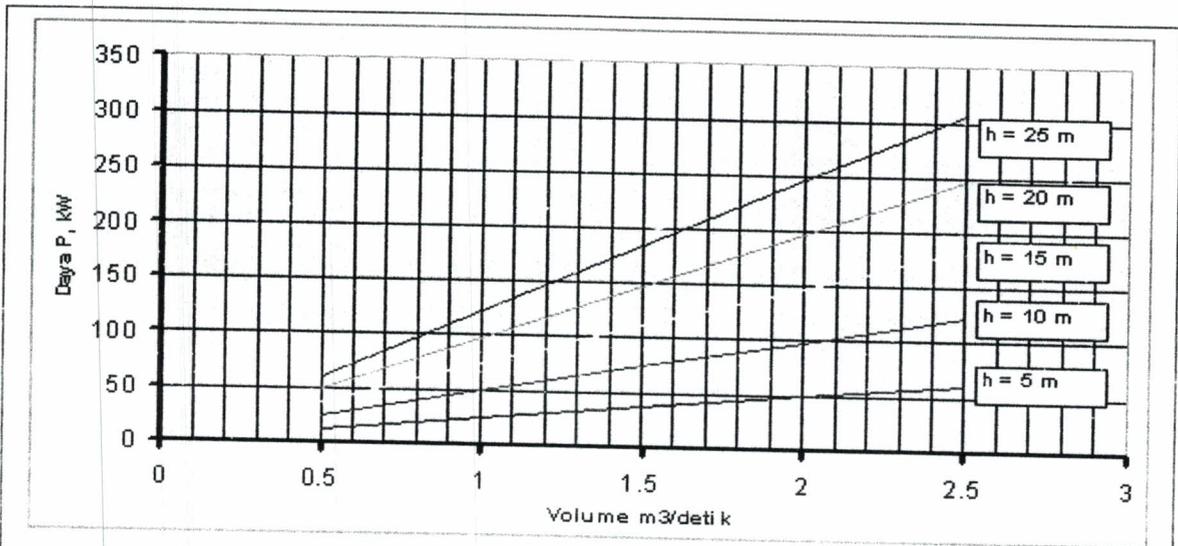
Di dalam rumah pembangkit (*power house*), dipasang turbin dan generator yang selalu mendapat beban dinamis dan bergetar, Dalam desain powerhouse, pondasi turbin - generator harus dipisahkan dari pondasi bangunan power house. Di samping itu perlu dipikirkan keeluasaan bongkar pasang turbin dan generator. Persoalan ini masih ditambah lagi dengan perlunya saluran pembuang di dalam sampai keluar powerhouse.

### **2.3. Sistim koneksi dan pengontrolan PLTMH**

Secara garis besar peralatan pembangkitan dapat dilihat pada gambar 2.3.

Turbin runner merupakan peralatan penggerak utama yang digerakan oleh aliran air. Turbin runner diletakan pada bearing yang terhubung secara mekanik dan satu poros dengan turbin pulley. Setiap kali turbin runner berputar maka turbin pulley akan ikut berputar dan meneruskan putarannya ke generator melalui generator pulley dan kopleng. Generator di pasang di atas frame atau kerangka untuk memosisikanya agar bisa berputar dengan stabil.





Gambar 2.4.

Hubungan antara daya P, Debit air Q dan ketinggian jatuh air dengan efisiensi 50% dari potensi total yang tersedia.

**BAB 3**  
**GAMBARAN UMUM**  
**WILAYAH**

## **BAB 3. GAMBARAN UMUM WILAYAH**

### **3.1 UMUM**

Kabupaten Pasaman Barat merupakan salah satu dari 19 kabupaten/kota yang ada di Propinsi Sumatra Barat. Kabupaten Pasaman Barat mempunyai wilayah 3887,77 Km<sup>2</sup>, terdiri dari 11 kecamatan dan 19 Nagari. Kabupaten Pasaman Barat dilintasi daerah katulistiwa yaitu pada 0°03' Lintang Utara sampai dengan 0°11' Lintang Selatan dan 99°10' Bujur Timur sampai dengan 100°04' Bujur Timur. Ketinggian Kabupaten Pasaman Barat antara 0 meter sampai dengan 2912 meter di atas permukaan laut. Gunung tertinggi di Kabupaten Pasaman Barat yaitu Gunung Talamau dengan ketinggian 2913 meter di atas permukaan laut.

Wilayah Kabupaten Pasaman Barat merupakan Kabupaten paling Barat dari Propinsi Sumatra Barat dan berbatasan dengan yaitu:

- Bagian Utara : Kabupaten Mandailing Natal Propinsi Sumatra Utara
- Bagian Timur : Kabupaten Pasaman
- Bagian Selatan : Kabupaten Agam
- Bagian Barat : Samudera Indonesia

Kecamatan terluas di Kabupaten Pasaman Barat adalah Kecamatan Koto Balingka sebesar 486,51 Km<sup>2</sup> (12,51 %) dan Kecamatan Sasak Ranah Pasisie merupakan wilayah yang relative kecil yakni tercatat 123,31 Km<sup>2</sup> (3,17 %).

### **3.2 Lokasi dan Aksesibilitas**

Jorong Taming Julu berada pada wilayah kenagarian Silaping di kecamatan Ranah Batahan, berjarak lebih kurang 100 km dari pusat Pemerintah

---

Kabupaten Pasaman Barat yaitu Simpang Empat. Untuk mencapai Jorong ini dari Simpang Empat (Pusat Kabupaten) dapat menggunakan kendaraan roda empat dengan rute Simpang Empat, Ujung Gading, Silaping selama 2 jam dengan kondisi jalan beraspal biasa hingga ke Silaping. Dari Silaping menuju lokasi berjarak 9 km dengan kondisi jalan tanah waktu tempuh setengah jam bila hari panas dengan kendaraan roda dua/roda empat double gardan. Jarak Lokasi PLTMH dari perkampungan penduduk sekitar 1 km dengan jalan setapak. Lokasi rencana pembangunan PLTMH ini berada di lokasi sungai batang Taming.

### 3.3 Kondisi Topografi dan Geologi

Topografi Nagari Silaping berada pada perbukitan dan pinggiran sungai Batang Silaping. Kenagarian ini terletak di bagian ujung kabupaten Pasaman Barat dan berbatasan langsung dengan :

- Sebelah Utara : Silayang Mudik
- Sebelah Selatan : Pananaman Sawah
- Sebelah Barat : Tanjung (Larangan)
- Sebelah Timur : Sawah Mudik

Pemukiman penduduk berada pada daerah yang agak datar. Potensi air yang dipakai untuk pembangkit PLTMH ini yaitu sungai Batang Silaping, dimana ditepi-tepi sungai ini terdapat hutan dan perkebunan masyarakat serta goa. Kondisi topografi di sebelah kiri dan kanan bantaran sungai merupakan perkebunan dan ladang masyarakat dengan kemiringan yang agak landai dan disebelah kanan bantaran sungai juga terdapat bukit-bukit yang terjal.

Kondisi sungai Batang Taming ke arah hulu agak landai sehingga aliran sungai mempunyai ketinggian, lebar rata-rata 36 m .

Nagari Silaping terletak pada daerah pebukitan dan hamparan sungai batang taming. Sehingga pembangunan PLTMH ini akan menggunakan pembuatan bendung, maka perencanaan bendung harus memperhitungkan gaya akibat gempa.

Lereng bukit tempat posisi pipa Penstock cukup mampu untuk menahan berat pipa, kondisi ini memerlukan normalisasi sebagai posisi penstock, rumah turbin dapat diposisikan pada lereng bukit bebatuan dengan memperhatikan kemungkinan longsor dan banjir.

### **3.4 Kondisi Hidrologi**

Secara umum kondisi hidrologi pada lokasi studi khususnya di jorong Taming Julu terdapat ketersediaan sumber daya air yang cukup sepanjang tahun, ditinjau dari bantaran DAS yang terbentang cukup panjang dan disekitar sungai banyak terdapat perkebunan dan hutan masyarakat.

### **3.5 Penggunaan Tanah**

Peruntukan lahan bagi kehidupan masyarakat di jorong Taming Julu terbagi atas pertanian perkebunan dan tambang mas sungai, sedangkan lahan di lokasi goa dimanfaatkan sebagai petani sarang burung walet. Selain penggunaan lahan diatas masyarakat juga menanam sawit dan coklat.

## **3.6 KONDISI SOSIO – EKONOMI**

### **1. Kependudukan**

Jumlah penduduk Jorong Taming Julu adalah sebanyak 350 jiwa dengan 76 kk dan jumlah penduduk Jorong Taming Tengah adalah sebanyak 300 jiwa dengan 70 kk merupakan masyarakat etnis Minang dan pendatang yang memeluk agama Islam dan akan memanfaatkan listrik PLTMH yang dibangkitkan oleh

---

air sungai batang Taming di jorong Taming Julu. Jumlah ini merupakan data yang diperoleh dari Kepala Jorong Taming Julu dan Wali Nagari Silaping Kecamatan Ranah Batahan. Tingkat pendidikan disini bervariasi mulai dari tingkat Taman Kanak-Kanan, Sekolah Dasar dan MDA dan bila masyarakat ingin melanjutkan pendidikan mereka harus keluar dari kampung.

## **2. Mata Pencarian**

Pencarian penduduk jorong Taming Julu, adalah petani coklat, petani sawit, petani sarang burung walet dan pendulangan mas sungai. Hasil pertanian masyarakat lebih banyak pertanian sawit, coklat dan sarang burung walet yang langsung dijual di lokasi dan daerah Silaping maupun Ujung Gading Kabupaten Pasaman Barat. Penghasilan dari sektor ini juga berdampak kepada tingkat kesejahteraan penduduknya yang juga relatif sejahtera. Peningkatan ekonomi ini ternyata tidak berdampak negatif kepada sektor pendidikan karena fasilitas pendidikan hanya tingkat Sekolah Dasar dan MDA. Hal ini dapat dilihat tingkat pendidikan masyarakatnya yang relatif sedang dan mendapatkan dukungan dari keluarga yang sepadan.

Selain itu mata pencarian mereka adalah sebagai transportasi sungai. Tingkat perekonomian masyarakat secara persentase sebagai berikut :

- Kelompok Mampu : 35%
- Kelompok Menengah : 40%
- Kelompok Miskin : 25%

Data ini didapatkan dari Kepala Jorong Taming Julu yaitu Bapak Efendi dan Kepala Jorong Taming Tengah yaitu Bapak Fajar, karena kedua jorong ini yang akan dialiri listrik PLTMH Taming Julu.

### **3. Sarana Sosial dan umum**

Fasilitas sarana sosial dan umum :

- Di Jorong Taming Julu terdapat beberapa sarana sosial dan umum antara lain, Satu buah SD, Satu Mesjid, Satu ICU, Satu MDA dan 76 rumah penduduk.
- Di Jorong Taming Tengah terdapat beberapa sarana sosial dan umum sebagai berikut : Satu Mesjid, satu Sekolah Dasar, Satu Taman Kanak-Kanak (TK) dan 70 rumah penduduk.

### **4. Potensi Sumber daya alam**

Kegiatan ekonomi lainnya selain sektor pertanian, perkebunan dan pendulangan emas serta sarang burung walet, di jorong Taming Julu dan jorong Taming Tengah yang berada di bantaran Sungai Batang Taming yang dapat juga digunakan untuk perikanan. Karena jorong ini berada di daerah perbukitan yang memiliki potensi air sebagai energi yang dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan energi listrik Mikro Hidro. Hal ini menjadi sangat penting dalam mendesain sebuah teknologi mikro hidro. Pembangunan Mikro Hidro membutuhkan material seperti: batu, pasir, kayu yang tersedia di lokasi, sedangkan semen, atap seng dan besi didatangkan dari luar jorong seperti dari tapus atau pulau punjung. Dalam melaksanakan kegiatan pembangunan PLTMH ini dapat memanfaatkan bahan – bahan atau material lokal untuk menekan biaya pembangunan.

### **5. Potensi Sumber daya manusia**

Sumber daya manusia yang tersedia di lokasi rencana pembangunan sebagai pelaksana pembangunan dan pengelolaan PLTMH kedepan, masyarakat kenagarian Lubuk Aling Aling tepatnya di jorong Taming Julu memiliki sumber daya manusia yang memadai untuk pembangunan dan pengoperasionalnya. Ini

---

dapat dilihat dari kegiatan masyarakat sehari hari sebagai penambang emas dengan peralatan pompa pengisap yang menggunakan mesin diesel (*engine*) sebagai tenaga. Untuk tenaga pembangunan kita dapat juga melibatkan tenaga jorong sekitar sebagai pembukaan lapangan pekerjaan.

**BAB 4**  
**PERENCANAAN**  
**PLTMH TAMING JULU**

---

## **BAB 4 . PERENCANAAN PLTMH**

### **4.1. Umum**

Jorong Taming Julu yang terletak di Nagari Silaping hingga saat ini sesungguhnya belum mendapatkan penerangan listrik PLN dan dalam kurun waktu 10 tahun kedepan belum memungkinkan dijangkau oleh jaringan PLN. Jarak terdekat dengan tiang terakhir PLN sebagai penyalur daya listrik ke masyarakat masih berkisar 8 km yang melewati daerah perkebunan sawit, yang beberapa tahun kedepan pihak PLN belum memprogramkan untuk mensuplai energi listrik ke jorong Taming Julu dalam ke Nagari Silaping. Hal ini disebabkan karena krisis energi yang masih melanda Negara kita . Selain itu kedua jorong ini berada diseborang sungai batang taming yang masih sulit diakses pada musim hujan dan fasilitas jalan yang minim.

Pada umumnya masyarakat saat ini mengisi kebutuhan listrik sebagai penerangan dan menghidupkan media informasi TV dan handphone menggunakan Genset, itupun hanya beberapa rumah yang memilikinya.

Potensi air terjun di batang Taming yang berada di jorong Taming Julu belum dimanfaatkan oleh pemerintah dan masyarakat untuk kesejahteraan dan perekonomian baik untuk air minum, pariwisata dan kelistrikan yang terlihat dari kondisi alam dengan pepohonan dan mutu air yang baik. Potensi air sungai yang dapat dimanfaatkan sebagai tenaga pembangkit listrik mikrohidro akan berdampak positif terhadap taraf kehidupan perekonomian dan pengetahuan masyarakat, sekaligus menambah pemahaman tentang penggunaan air.

Hal ini tercemin dari keinginan masyarakat yang membandingkan penyediaan listrik menggunakan bahan bakar minyak dengan penyediaan listrik menggunakan air terjun. Pemahaman masyarakat tentang listrik PLTMH telah ada sejak beberapa tahun yang lalu, informasi itu didapat dari warga yang telah

menikmati listrik PLTMH, di kabupaten Pasaman Barat telah beroperasi lebih dari delapan PLTMH sebagai teknologi pembangkit listrik air skala kecil.

#### **4.2 Kebutuhan Energi Listrik**

##### **1. Kelompok konsumen tenaga listrik untuk kebutuhan rumah tangga**

Adalah kelompok konsumen berupa perumahan, yang mana pada umumnya daya dan energi listrik digunakan untuk keperluan penerangan dan kebutuhan peralatan rumah tangga. Beban maksimum (waktu beban puncak) kelompok konsumen ini terjadi pada malam hari yaitu pada pukul 18.00 – 22.00. Berdasarkan hasil survei dan wawancara yang telah dilakukan, kelompok konsumen rumah tangga dapat digolongkan dalam dua kelas, yaitu :

- a. Golongan konsumen I, yaitu konsumen dengan rencana konsumsi dan pemakaian daya yang diperkirakan dan dibatasi hingga 220 VA (1 Ampere, 220 Volt, 1 phasa) dan
- b. Golongan konsumen II, yaitu konsumen dengan rencana konsumsi dan pemakaian daya yang diperkirakan dan dibatasi hingga 450 VA (2 Ampere, 220 Volt, 1 phasa).

##### **2. Kelompok konsumen tenaga listrik untuk kebutuhan sosial**

Adalah kelompok konsumen yang konsumsi energinya ditujukan untuk keperluan pelayanan sosial seperti ; untuk masjid/mushalla, sarana sekolah dan penerangan jalan umum. Waktu beban puncak untuk kategori konsumen ini bervariasi, untuk penerangan jalan beban puncak terjadi sepanjang malam (18.00 – 06.00), masjid diasumsikan terjadi pada pukul 18.00 – 22.00 dan 04.30 – 06.00.

Dari data survei yang telah dilakukan, untuk lokasi jorong Taming Julu Kenagarian Silaping, kondisi demografi tahun 2009 dapat diperlihatkan sebagai berikut :

Jorong	Penduduk	Fasilitas umum
Taming Julu	350 jiwa	76 rumah, 1 mesjid, 1 SD, 1 TK, 1 MDA dan 1 ICU.
Taming Tengah	300 jiwa	70 rumah, 1 mesjid, 1 SD dan 1 TK.

Sebagai lokasi studi, ada beberapa skema dan asumsi yang digunakan untuk menghitung kebutuhan daya listrik masyarakat antara lain sebagai berikut :

- 1) Jumlah rumah tangga yang akan dihubungkan ke jaringan listrik PLTMH adalah 146 buah dan 8 fasilitas sosial dan fasilitas sosial.
  - 2) Konsumen rumah tangga di bagi atas (a) Golongan I : konsumen dengan kapasitas sambungan 110 VA dan (b) Golongan II : konsumen dengan kapasitas sambungan 220 VA
  - 3) Konsumen rumah tangga dengan Golongan I sejumlah 25 % dari total beban rumah tangga dan konsumen rumah tangga Golongan II sejumlah 75 % dari total beban
  - 4) Jenis beban yang mungkin digunakan oleh keseluruhan konsumen rumah tangga terdiri dari Beban penerangan tipe I (10 Watt), tipe II (20 watt), beban radio sebesar 15 Watt, TV dan receiver ( 50 Watt ), beban cadangan (100 watt).
  - 5) Waktu beban puncak terjadi pada pukul 18.00 – 20.00.
3. Kelompok pemakaian sendiri yaitu Beban pemakaian sendiri adalah beban yang digunakan untuk keperluan enegi listrik di rumah pembangkit.

Berikut ini adalah simulasi untuk menentukan besarnya kebutuhan maksimum konsumen rumah tangga di lokasi studi.

- a. Rumah tangga golongan I, 110 VA , jumlah : 65 % dari total RT = 146 KK sebanyak 95 rumah.

Tabel 1. Simulasi Kebutuhan Untuk Masyarakat Kelas I

Type Beban	Daya setiap alat	Fp	P <sub>inst</sub>	Of	P <sub>peak</sub> =
Penerangan Tipe 1	10	2	20	90	18
penerangan tipe 2	20	1	20	90	18
Radio	15	1	15	60	9
TV	50	1	50	100	50
Cadangan	20	1	20	100	20
			P <sub>inst</sub> = 125	P <sub>peak</sub>	115

Catatan :

F P = Faktor penetrasi ; jumlah per bangunan

OF = Faktor operasi pada saat beban puncak (%)

P Peak = P Ins x OF

N = Jumlah rumah

Dari tabel tersebut, maka :

$$g_{\infty} = \frac{P_{peak}}{P_{inst}} = \frac{115}{125} = 0,92$$

$$g_n = g_{\infty} + \frac{1-g_{\infty}}{\sqrt{n}} = 0,92 + \frac{1-0,92}{\sqrt{95}} = 0,928$$

$$\begin{aligned} P_{load \max} &= n \times g_n \times P_{inst} \\ &= \frac{95 \times 0,928 \times 125}{1000} \\ &= 11,02 \text{ kW} \end{aligned}$$

Jumlah beban Maksimum beban RT Kelas I Pada saat beban puncak : 11,02 kW

- b. Rumah tangga Kelas II, 220 VA, jumlah : 35 % dari total RT = 146 KK  
sebanyak 51 rumah

Tabel 2. Simulasi Kebutuhan Untuk Masyarakat Kelas II

Type Beban	Daya setiap alat	F <sub>p</sub>	P <sub>inst</sub>	Of	P <sub>peak</sub>
Penerangan Tipe 1	10	2	20	90	18
Penerangan Tipe 2	20	2	40	90	36
Radio	15	1	15	60	9
TV	50	1	50	100	50
Kulkas	75	1	75	100	75
Cadangan	20	1	20	100	15
		P <sub>inst</sub> =	220	P <sub>peak</sub>	203

Dari tabel tersebut, maka :

$$g_{\infty} = \frac{P_{peak}}{P_{inst}} = \frac{203}{220} = 0,92$$

$$g_n = g_{\infty} + \frac{1-g_{\infty}}{\sqrt{n}} = 0,92 + \frac{1-0,92}{\sqrt{51}} = 0,93$$

$$\begin{aligned} P_{load} \max &= n \times g_n \times P_{inst} \\ &= \frac{51 \times 0,93 \times 220}{1000} \\ &= 10,434 \text{ kW} \end{aligned}$$

Jumlah beban Maksimum beban RT Kelas II Pada saat beban puncak : 10,434 kW

Tabel 3. Simulasi Kebutuhan Maksimum Untuk Penggunaan Sosial

Type Beban	Daya (Watt)	Fp	Pins (Watt)	OF (%)	Ppeak (Watt)
<b>Masjid ( 2 buah )</b>					
Lampu Tipe I	10	3X2	60	90	54
Lampu tipe II	20	2X2	80	90	72
Radio / Casette	30	1X2	60	50	30
<b>ICU ( 1 buah )</b>					
Lampu Tipe I	10	3	30	90	27
Lampu tipe II	20	2	40	90	36
Radio / Casette	30	1	30	50	15
<b>Sekolah TK ( 1 buah )</b>					
Lampu Tipe I	10	2	20	90	18
<b>Sekolah Dasar (1 buah)</b>					
Lampu Tipe I	10	2 x 2	40	90	36
<b>MDA (1 buah)</b>					
Lampu Tipe I	10	2	20	90	18
<b>Penerangan Jalan</b>					
Lampu Tipe II	20	10	200	100	200
		Jumlah	580	Jumlah	506

Dari tabel tersebut, maka :

Jumlah beban tersambung beban sosial : 0,58 KW

Keb. pada saat beban puncak : 0,506 kW

Tabel 4. Simulasi Kebutuhan Maksimum Untuk Pemakaian Sendiri

Type Beban	Daya (Watt)	Fp	P <sub>ins</sub>	OF	P <sub>peak</sub> (Watt)
Lampu Tipe II	20	2	40	100	40
		Jumlah	40	Jumlah	40

Dari tabel tersebut, maka :

Jumlah beban tersambung pemakaian sendiri : 0,04 KW

Keb. pada saat beban puncak : 0,04 kW

Dengan penjelasan diatas maka didapat kebutuhan energy listrik maksimum untuk jorong Taming Julu adalah 22000 watt.

Tabel 5. Kebutuhan Energi listrik di jorong Taming Julu

No	Tipe beban	Jumlah	Kebutuhan maksimum (Watt)
1	Konsumsi Rumah Tangga		
	a. Kelas 110 Watt	95	11020
	b. Kelas 220 Watt	51	10434
	Jumlah		21454
2	Konsumsi Untuk Pelayanan sosial	1	506
3	Pemakaian Sendiri	1	40
	Jumlah		546
	Jumlah Kebutuhan maksimum (1+2+3 )		22000

#### 4.3. Proyeksi jumlah penduduk dan kebutuhan daya listrik.

Perkembangan penduduk jorong Taming Julu diasumsikan bertambah 4 % pertahun, hingga 15 tahun kedepan kebutuhan akan listrik akan menjadi 39620.76watt.

Tabel 6. Proyeksi perkembangan penduduk dan kebutuhan listrik

No	Tahun	Kebutuhan Maksimum ( watt )		Jumlah
		Rumah Tangga	Kebutuhan Sosial & pem. Sendiri	
0	2009	21454	546	22000
1	2010	22312.16	567.84	22880
2	2011	23204.65	590.55	23795.2
3	2012	24132.83	614.18	24747.01
4	2013	25098.15	638.74	25763.89
5	2014	26102.07	664.29	26766.36
6	2015	27146.15	690.86	27837.02
7	2016	28232	718.5	28950.5
8	2017	29361.28	747.24	30108.52
9	2018	30535.73	777.13	31312.86
10	2019	31757.16	808.21	32565.37
11	2020	33027.45	840.54	33867.99
12	2021	34348.55	874.16	35222.71
13	2022	35722.49	909.13	36631.62
14	2023	37151.39	945.5	38096.88
15	2024	38637.44	983.32	39620.76

#### 4.4 POTENSI SUMBER DAYA AIR

##### 1. Potensi daya Listrik

Batang Taming berdasarkan survei dan pengukuran yang telah dilakukan diperoleh lebar basah rata-rata 3 m (pengukuran 2.88, 2.89 dan 2.97 m), kecepatan air rata-rata 0,73 m/dt ( pengukuran dengan pelampung 0.7287, 0.7285, 0.7289 dan 0.7292 meter/detik ) dan tinggi basah rata-rata 0.4 m (pengukuran 0,48 dan 0,46 m) setelah dihitung didapatkan debit air Batang Taming Julu sebesar 0,9 m<sup>3</sup>/detik. Rencana PLTMH Taming Julu akan

menggunakan bendungan (weir) sepanjang 26 meter dan mercu setinggi 1 meter, yang mengarahkan air melalui intake menuju saluran pembawa. Intake saluran ini terletak pada sisi kiri saluran pembawa. Daya listrik yang dapat dibangkitkan PLTMH Taming Julu dengan debit 500 liter/detik dan tinggi jatuh air 12 meter didapat daya dibangkitkan besar 34 kW.

## 2. Ketersediaan Air

Ada dua cara yang umum digunakan untuk menentukan debit sungai. Cara pertama didasarkan pada data curah hujan dan daerah tangkapan hujan, dimana debit dihitung sebagai perkalian luas daerah tangkapan dengan curah hujan dan konstanta yang ditentukan oleh sifat resapan air pada daerah tersebut. Data curah hujan pada daerah tangkapan dapat di *interpolasi* dari data curah hujan daerah sekitar dengan menggunakan *interpolasi Sibson* atau *inverse distance*. Pada metoda kedua, debit aliran sungai di ukur langsung sepanjang tahun. Karena tidak tersedia nya data daerah tangkapan dan kurangnya data curah hujan lokasi studi untuk dapat menghasilkan hasil *interpolasi* yang akurat dalam penentuan curah hujan di lokasi studi yang dimaksud dalam kegiatan ini, pengukuran debit langsung digunakan dalam kegiatan ini.

Debit idealnya diukur selama selang waktu yang panjang minimal selama satu tahun, kemudian debit rancangan yang digunakan dalam perancangan sistem pembangkit ditentukan berdasarkan data ini. Data debit tersebut di plot dalam bentuk kurva FDC. Debit rancangan kemudian dipilih sebagai nilai median dari debit pada kurva FDC tersebut dengan syarat titik terendah debit tidak lebih rendah dari nilai minimum debit yang dibolehkan untuk turbin yang digunakan. Debit minimum tersebut adalah debit yang mengakibatkan terjadi penurunan efisiensi secara tajam. Pemakaian debit median sebagai debit rancangan menyebabkan turbin beroperasi pada debit yang berubah ubah sepanjang tahun. Jika debit terendah yang tersedia sudah mencukupi untuk membangkitkan

---

---

daya sesuai kebutuhan, debit tersebut sebaiknya digunakan sebagai debit rancangan. Dengan pemilihan ini produksi listrik tidak bergantung pada fluktuasi debit sungai. Debit tersebut didekati dengan  $0.7 \times Q_{ker}$ , dimana  $Q_{ker}$  adalah debit terukur selama musim kering.

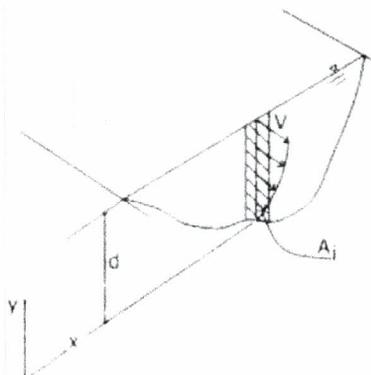
$Q_{ker}$  pada kegiatan ini diukur pada puncak musim kering pada bulan November dan Desember dengan menggunakan metoda kecepatan luas penampang (velocity-area). Debit air di sungai Taming Julu  $0,9 \text{ m}^3/\text{s}$ . Debit terendah adalah  $0,7 \times 0,9$  yaitu sebesar  $0,63 \text{ m}^3/\text{s}$ . Walau pun seluruh debit tersebut dapat digunakan untuk pembangkit karena tidak digunakan oleh penduduk untuk kepentingan lain, turbin yang dirancang tidak memanfaatkan seluruh debit yang tersedia untuk menjaga kondisi ekosistem antara *intake* dan *powerhouse*. Debit yang digunakan dalam rancangan adalah  $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Debit aliran diukur dengan metoda kecepatan luas penampang (*velocity-area*). Dalam pengukuran ini penampang melintang sungai dibagi atas sejumlah,  $i$ , segmen dan distribusi kecepatan pada tiap segmen didapatkan dengan mengukur kecepatan pada sejumlah titik sepanjang sumbu segmen dengan menggunakan *current meter*. Kecepatan rata-rata pada penampang tiap segmen kemudian didekati dengan luas daerah dibawah kurva distribusi kecepatan dibagi dengan tinggi segmen  $d$ :

$$V_{avg} = \frac{1}{d} \int_d V \, dy$$

Debit total selanjutnya dihitung sebagai jumlah debit pada keseluruhan segmen:

$$Q = \sum_{i=1}^I (V_{avg})_i A_i$$



Gambar 4.1. Distribusi kecepatan air pada penampang sungai

Sumber air untuk PLTMH Taming Julu dari Sungai Batang Taming merupakan aliran air yang mempunyai ketinggian yang cukup. Pengukuran debit air pada musim kemarau serta informasi masyarakat menunjukkan tersedianya sumber daya air yang relatif terjamin sepanjang tahun dalam jumlah yang memadai. Berdasarkan survei lapangan debit air Batang Taming Julu yang terukur pada musim kemarau  $\pm 0,9 \text{ m}^3/\text{detik}$  dan ini diprediksi bisa terpenuhi sepanjang tahun.

Banyaknya jumlah sungai kecil yang bermuara ke Batang Taming, area tangkapan hujan yang berupa area perkebunan masyarakat sebagai koservasi air dan curah hujan yang relatif tinggi di wilayah nagari Silaping dan daerah sekitarnya juga merupakan faktor penting dalam menjamin ketersediaan air sepanjang tahun.

Berdasarkan analisa kebutuhan energi listrik untuk jorong Taming Julu, PLTMH Taming Julu di disain untuk memanfaatkan debit air sebanyak 500 liter atau  $0,5 \text{ m}^3/\text{detik}$  yaitu 50% dari debit air terukur Batang Taming Julu. Potensi konflik penggunaan air Taming Julu untuk kegiatan lain sepanjang daerah *intake* hingga *tail race* tidak ada.

### 3. Desain Head

Kondisi topografi di sebelah kiri dan kanan bantaran sungai merupakan kemiringan yang agak landai dan terjal. Kondisi Taming Julu ke arah hulu yaitu Perbukitan landai dan diselingi dengan kemiringan agak terjal di beberapa tempat sehingga aliran sungai mempunyai ketinggian

Tinggi jatuh kotor air (*head gross*) diukur dari posisi rencana Bak Penenang sampai ke rencana lokasi *Power House* ujung pipa pesat di dapat beda tinggi 12 meter. *Head* tersebut diperoleh setelah membawa aliran air melalui saluran pembawa sepanjang 340 m.

### 4. Layout PLTMH Taming Julu

PLTMH Taming Julu adalah merupakan pembangkit *Run Off River* yang memanfaatkan aliran sungai Batang Taming. Rencana PLTMH Taming Julu akan menggunakan saluran pembawa sepanjang lebih kurang 340 m, *intake* saluran terletak pada sisi kanan sungai Batang Taming pada koordinat 00.26'.30,0" LS dan 099<sup>o</sup>.29'.47,4" BT, rencana lokasi bak penenang dan rumah pembangkit masing-masing pada koordinat 00<sup>o</sup>. 26'. 39,6" LS dan 099<sup>o</sup>.29'.12,7" BT dan koordinat 00<sup>o</sup>. 26'. 41,8" LS dan 099<sup>o</sup>.29'.10,9" BT.

Prakiraan kebutuhan energi listrik untuk jorong Taming Julu ditunjukkan pada tabel 6. Daya listrik yang dapat dibangkitkan dengan debit air 500 l/detik dan net head 12 m adalah sebesar 34 kw. PLTMH Taming Julu sangat dapat memenuhi kebutuhan listrik masyarakat.

Tabel 7. Prakiraan Kapasitas daya rencana PLTMH Taming Julu

No	Uraian	Simbol	Unit	Nilai
1	Prakiraan Tinggi Kotor	H g	m	12
2	Prakiraan Head Bersih	H n	m	11,3
3	Desain Debit	Q d	Ltr/s	500
4	Potensi Hidrolik	P w	kW	55
5	Prakiraan Effisiensi Turbin	Eff t		70%

6	Prakiraan sistem tranmisi mekanik	Eff tm		97 %
7	Prakiraan Effisiensi Generator	Eff g		90 %
8	Prakiraan Kapasitas daya terbangkit	P el1	kW	34
9	Prakiraan kehilangan Daya di jaringan, 2%	P loss	kW	0,68
10	<i>Prakiraan Daya listrik dipusat beban</i>	<i>P el</i>	<i>kW</i>	<i>33,32</i>
11	<i>Prakiraan kebutuhan daya listrik di jorong</i>	<i>P d</i>	<i>kW</i>	<i>22</i>

Adapun rumus yang mendasari perhitungan daya listrik diatas adalah

$$P_h = Q_d \times H_g \times G$$

Dimana:

$P_h$  = Potensi daya hidrolik, kw

$Q_d$  = Debit desain, m<sup>3</sup>/ detik

$H_g$  = *Gross Head*, m

$G$  = Konstanta gravitasi, 9,8 m / det<sup>2</sup>

Tinggi jatuh bersih ( *net head* ) ditentukan oleh rugi-rugi gesekan dan turbulansi dalam pipa pesat.

#### 4.5 FASILITAS BANGUNAN SIPIL

Fasilitas utama bangunan sipil PLTMH adalah terdiri dari bendungan, bangunan penyadap air ( *intake* ), saluran pembawa ( *head race* ), bak penenang ( *forebay* ), pipa pesat ( *penstock* ), rumah pembangkit ( *power house* ), dan saluran pengeluaran / buang ( *tail race* ).

##### 1. Bendungan

Pengambilan air sebesar 500 liter/dtk memerlukan bendungan ( *weir* ) yang berfungsi untuk menjamin dan mengontrol pasokan air yang direncanakan memasuki *intake*. Bendungan ini direncanakan panjang 26 m dengan ketinggian 1 m dari permukaan air normal. Bendungan terbuat dari pasangan batu kali dengan tinggi 300 cm di atas dasar sungai. Dasar sungai digali

sedalam 100 cm untuk menempatkan pondasi bendung rencana. Bendungan tersebut dilengkapi dengan sayap dibagian kiri dan kanan.

## 2. *Intake*

*Intake* berfungsi sebagai jalan masuk air yang berasal dari sungai agar masuk kesaluran pembawa. Rencana bangunan penyadap air yaitu *intake* berada pada sisi kanan aliran sungai. *Type intake* adalah *side intake* (melintang arah aliran air) yang dibuat dengan konstruksi berupa pasangan batu kali diplester. *Intake* dilengkapi dengan *trashrack* (saringan) untuk mencegah masuknya sampah, ranting besar atau benda-benda yang dapat mengganggu aliran air yang memasuki saluran pembawa, selain itu *intake* di lengkapi pula dengan *spillway* (pelimpah), pintu skat (*Stoplog*) untuk menutup aliran air.

## 3. Saluran Pembawa

Saluran pembawa (*head race*) berupa saluran pasangan batu kali (1:4) dan (1:3) dengan plesteran semen pada bagian yang tertentu yang kondisinya rawan longsor dan tidak didukung dinding tanah. Saluran pembawa untuk PLTMH Taming Julu sepanjang 340 m, dimensi saluran berukuran penampang dalam lebar 1 m dan tinggi 0.8 m, dengan ketebalan pasangan batu kali 30 cm. Ketinggian air yang mengalir pada kondisi normal adalah 0,6 m dari dasar saluran. *Slope* saluran pembawa sebesar 1/1000 dengan kecepatan aliran air rata-rata direncanakan 0,75 m/detik. Saluran pembawa berupa saluran terbuka (*open chanel*).

## 4. Bak Penenang

Bak penenang (*forebay*) terletak di ujung saluran pembawa. Struktur bak penenang berupa pasangan batu kali (1:2) terdiri dari bak pengendap (*settling basin*), saluran pelimpah (*spillway*), pipa penguras, *trashrak*, dan bak penenang sendiri. Bangunan ini sering kali dikenal dengan istilah *head tank*, sebagai

---

---

*reservoir* air yang terletak pada sisi atas untuk dialirkan ke *penstock*. Beda tinggi jatuhnya air ini yang dikenal sebagai *head*.

Bak penenang berfungsi untuk meredam energi aliran dari saluran pembawa, menampung kemudian membuang kelebihan air dari saluran pembawa, pemasok air ke dalam pipa pesat dan meredam *water hammer*. Dalam perencanaan bak penenang terdiri dari 2 bagian yaitu :

(1) Profil basah, bebas dari pengendapan.

Kapasitas bak penenang menggunakan rumus :

$$V_{sc} = A_s \times d_{sc} = B \times L \times d_{sc}$$

dimana, A= area bak penenang, B= Lebar bak penenang, L = luas bak penenang dan  $d_{sc}$  = kedalaman air menggunakan debit maksimum ( $h_0$ ) menuju kedalaman kritis dari ujung tanggul untuk menjebak pasir dalam sebuah bak penenang ( $h_c$ ).

(2) Kantong Pasir

Untuk perhitungan butiran pasir di ambil  $D_{50}$  dan perhitungan berdasarkan prinsip kecepatan jatuh endapan digunakan rumus sebagai berikut :

$$H = W \cdot t \text{ dan } L = V \cdot t, \text{ lebar dasar } B = Q / (H \cdot V)$$

Dimana: H = tinggi profil bebas endapan (m), L = panjang profil, W = kecepatan jatuh butiran, V = kecepatan rata-rata di bak, Q = debit rencana dan t = waktu tempuh.

Bak penenang sekurang-kurangnya dilengkapi dengan bagian-bagian konstruksi sebagai berikut: Bangunan pelimpah, pintu penguras, Lobang sadap untuk pipa pesat, pintu pengatur dan ruang saringan sesuai dengan jenis turbin. Diperlukan instalasi pipa lubang angin dan *Spillway* pada bak penenang.

Dimensi Bangunan bak penenang untuk PLTMH Taming Julu berukuran panjang 9 m x 3 m dengan bagian utamanya adalah bak pengendap dan dilengkapi dengan pintu penguras. Keberadaan posisi bak disesuaikan dengan kondisi lapangan.

Fasilitas saluran pelimpah pada bak penenang, dimana air langsung masuk ke sungai. Struktur saluran pelimpah berupa pasangan batu kali. Sebagai *finishing* adalah lapisan plester semen mencegah rembesan.

#### 5. Pipa pesat (*penstock*)

Saat ini, bahan utama pipa pesat adalah pipa-pipa baja, pipa-pipa *ductile* dan pipa FRPM (*fibre reinforced plastic multi-unit*). Sedangkan pembangkit tenaga air skala kecil menggunakan pipa – pipa *hard vinyl chloride*, pipa-pipa *howell* atau pipa-pipa *spiral welded* dapat dipertimbangkan karena diameternya kecil dan tekanan internalnya relatif rendah.

*Penstock* yang diperlukan pada perencanaan PLTMH Taming Julu menggunakan Plat baja di roll atau *Rolled welded steel* tebal 3.8 – 4,2 mm yang di-roll dan dilas di *workshop* dengan diameter pipa 0,57 m. *Penstock* sepanjang 35 m ini di letakkan pada *support* (penyangga) agar tidak terjadi lendutan saat mengalami pemuaiian. Sebagai *finishing*, permukaan luar *penstock* dicat untuk melindungi terhadap karat.

#### 6. Rumah Pembangkit dan Saluran buang

*Power House* atau rumah pembangkit berfungsi untuk menyediakan tempat bagi peralatan *elektrikal* dan *mekanikal* yang akan dipasang. Turbin beserta sistem transmisi mekanik, generator, panel kontrol dan *ballas load* terpasang di dalam bangunan ini. Rumah pembangkit direncanakan berupa bangunan permanen dengan ukuran 4 x 6 meter. Selain berfungsi sebagai tempat peralatan rumah ini dilengkapi dengan ruang jaga. Dinding rumah

---

menggunakan pasangan batu bata merah atau *Hallow Brick* dengan plesteran semen. Bagian lantai rumah menggunakan struktur beton bertulang yang berfungsi untuk dudukan turbin.

Posisi rumah pembangkit berada pada ketinggian 1 meter dari muka aliran sungai batang taming. Daerah sekitar rumah pembangkit merupakan daerah perkebunan coklat masyarakat.

Air yang tidak digunakan lagi diturbin dialirkan ke saluran pembuang (*tail race*) yang menuju sungai. Panjang saluran pembuang ini hanya sepanjang 9 meter, karena posisi bak penenang berada tidak terlalu jauh di sebelah kanan sungai dan air buangan tersebut langsung masuk ke sungai. Saluran pembuang menggunakan saluran terbuka yang terbuat dari pasangan batu. Debit disain untuk saluran ini adalah sebesar 0,5 m<sup>3</sup>/dt, yaitu debit yang dibutuhkan turbin saat sekarang.

#### 4.6 PERLENGKAPAN *ELEKTRIKAL – MEKANIKAL*

Perlengkapan *Elektrikal – mekanikal* sistem PLTMH merupakan produk rekayasa dalam negeri.

Komponen utama perlengkapan ini terdiri dari

- Unit Turbin
- Sistem Transmisi mekanik
- Generator *Synkron*
- Panel Kontrol beban ELC
- *Ballast Load* ( *wáter heater* atau *air heater* )

## 1. Turbin

Ada banyak pilihan turbin yang mungkin digunakan untuk kondisi tertentu. Sehingga untuk mendapatkan pilihan yang tepat perlu ditetapkan kriteria pemilihan. Kriteria yang digunakan pada kegiatan ini adalah:

- *Head*, Debit, *fluktuasi* debit dan efisiensi
- Putaran turbin
- Kavitasi
- Biaya

Karena perbedaan dalam tujuan dan pertimbangan-pertimbangan dalam rancangan, efisiensi maksimum masing-masing turbin terjadi pada daerah putaran spesifik yang berbeda. Turbin *impuls* seperti *Pelton* dan *Banki* mempunyai efisiensi maksimum pada kecepatan spesifik yang relative rendah dibanding turbin *Francis* atau *Axial*. Pertimbangan efisiensi ini seringkali menjadi pertimbangan utama dalam pemilihan turbin, karena menjaga turbin beroperasi pada efisiensi tinggi berarti menghemat jumlah rupiah yang besar selama operasinya.

Variable putaran spesifik dalam kriteria pemilihan turbin seringkali diganti dengan variable head dan debit dengan mensubstitusi variable putaran dalam persamaan putaran spesifik dengan persamaan untuk putaran optimum turbin, dihasilkan kurva jenis turbin pada berbagai *head* dan debit,

Dari data pengukuran diketahui debit aliran 0,5 m<sup>3</sup>/detik, *head* bersih adalah 11,30 m. Berdasarkan data tersebut ada tiga pilihan turbin *Pelton*, *Turgo* atau *Banki*. Turbin *banki* mempunyai beberapa kekurangan di banding roda *Pelton* atau *Turgo* terutama menyangkut efisiensi yang relatif lebih rendah dan efisiensi tersebut sangat sensitif terhadap perubahan debit. Namun, turbin mempunyai harga lebih murah, mudah dalam perawatan, pengoperasian *banki* dan sudah diproduksi di dalam negeri.

Putaran adalah variabel lain yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan turbin. Putaran turbin harus disesuaikan dengan putaran generator. Jika turbin dikopel langsung dengan generator, putaran turbin harus dibuat sama dengan putaran generator, namun hal ini seringkali tidak dapat dilakukan karena memaksa turbin bekerja tidak pada putaran spesifik yang menghasilkan efisiensi maksimal. Sehingga perubah putaran seperti sabuk atau roda gigi diperlukan untuk menghasilkan putaran yang dibutuhkan generator. Turbin *banki* dalam hal ini lebih menguntungkan dibanding *Pelton* karena turbin tersebut beroperasi pada putaran yang relatif tinggi sehingga lebih dekat dengan putaran generator, dengan demikian rugi transmisi pada perubah putaran lebih rendah.

Pertimbangan efek kavitasi dalam rancangan berpengaruh pada pemilihan ketinggian turbin dari permukaan air pada kolam buangan, sudut serang sudu pada turbin reaksi dan bahan yang digunakan untuk membuat turbin.

Biaya adalah faktor lain yang harus dipertimbangkan selain aspek teknis. Turbin yang dibangun dimaksudkan untuk memberdayakan kehidupan dan kesejahteraan masyarakat, dan turbin juga dioperasikan dan dirawat oleh masyarakat, agar hal ini dapat mencapai sasaran biaya tidak dapat dijadikan satu satunya dasar pengambilan keputusan. Perlu ada pertimbangan kemudahan pengoperasian dan perawatan, pertimbangan kemanfaatan turbin bagi masyarakat, dan usaha pemanfaatan sumber daya air yang ada semaksimal mungkin.

Berdasarkan pertimbangan diatas, maka diusulkan untuk menggunakan turbin *Banki* yang sudah dibuat di dalam negeri yaitu jenis *Cross flow* D300. Berdasarkan informasi pabrik pembuat nya turbin tersebut dapat beroperasi dengan efisiensi 76% dan ukuran runner relatif kecil yaitu 0.3 m.

## 2. Sistem Transmisi Mekanik

Sistem transmisi mekanik berfungsi meneruskan energi mekanik putaran poros turbin ke generator sekaligus menaikan putaran sesuai spesifikasi generator (1500 rpm). Ada dua jalan bagi kopling antara turbin dan generator. Pertama adalah kopling langsung dengan batang turbin dan batang generator. Yang lainnya adalah kopling tidak langsung dengan menggunakan fasilitas transmisi tenaga (*speed increaser*) antara batang turbin dan batang generator. Nilai kecepatan turbin adalah harus tetap dengan memilih jenis turbin dan kondisi disain asli dari head efektif dan debit air (keluaran air) dan tidak dapat diubah. Pada sisi lain, kecepatan generator harus dipilih dari frekuensi yang ditunjukkan tabel di bawah. Oleh sebab itu, jika kecepatan keduanya turbin dan generator sama, turbin dan generator dapat digandeng langsung. Bagaimanapun, seperti disain kopling langsung kadang-kadang tidak dapat digunakan karena berbiaya tinggi untuk turbin dan generator, terutama pada kasus pembangkit listrik mikro atau kecil.

Oleh karena itu, fasilitas transmisi tenaga (*speed increaser*) biasanya diadopsi untuk menyamakan kecepatan turbin dan generator dan menghemat biaya total.

### 1) Jenis *gear box*:

Batang turbin dan batang generator digandengkan dengan batang paralel gear helical dalam satu kotak dengan bearing anti gesekan mengacu pada perbandingan kecepatan antara turbin dan generator. Dalam hal ini umur masa pakainya panjang akan tetapi biaya relatif tinggi. (Efisiensi: 97-95% tergantung pada tipenya).

## 2) Jenis belt:

Beberapa komponen perubah kecepatan lain seperti, flat belt atau V belt dipertimbangkan untuk digunakan. Dimana batang turbin dan batang generator digandengkan dengan pulley (roda putar) dan belt menurut pada perbandingan kecepatan antara turbin dan generator. Biaya relative rendah tetapi masa waktu pendek. (Efisiensi: 98-95% tergantung pada jenis belt).

Perubah kecepatan jenis belt dipilih dibanding roda gigi karena lebih murah dan mudah dalam hal perawatan. Flat belt dipilih dibanding V belt karena pada V belt perlu membatasi range putaran pada kisaran 1000 ft/min dan 5000 ft/min untuk mencegah getaran. Disamping itu V belt hanya dapat digunakan pada daerah jarak poros yang relatif lebih pendek.

Pemilihan bahan dan lebar belt didasarkan pada data sebagai berikut:

Daya yang ditransmisikan ( $H_{nom}$ ): 34 kW

Putaran puli ( $n$ ): 1500 rpm Diameter puli I ( $d$ ) = 6 inch

Diameter puli II ( $D$ ) = 20,13 inch

Jarak poros ( $C$ ) = 115 cm

Desain transmisi mekanik PLTMH Taming Julu menggunakan Flat belt /V belt dari bahan Habasit, Belt akan menghubungkan Pulley pada ujung atas turbin dengan pulley kecil pada ujung bawah generator. Sistem transmisi pada kedua sisi (sisi turbin dan sisi generator) dilengkapi plummer block bearing untuk menumpu poros pulley, sedangkan untuk menghubungkan poros dengan pulley menggunakan kopleng fleksible.

## 3). Generator

Generator berfungsi mengkonversikan energi mekanik, yang ditransfer oleh turbin air melalui transmisi mekanik, menjadi energi energi listrik. Ada 2 jenis generator yang dapat digunakan untuk PLTMH, yaitu generator sinkron dan

---

generator induksi. Generator sinkron penggunaannya sudah demikian luas pada PLTMH, sedangkan generator teknologinya masih baru berkembang sehingga belum begitu luas diketahui trik-trik pengopersiannya oleh masyarakat. Selain itu, untuk mengoperasikan mesin induksi sebagai generator diperlukan kapasitor eksitasi, yang kapasitas sebanding dengan kapasitas terpasang generator. Untuk generator dengan kapasitas besar maka jumlah kapasitor eksitasi juga menjadi besar.

Didasarkan pertimbangan ini, maka dalam perencanaan ini digunakan generator sinkron. Hasil perhitungan daya output turbin 39 kW, maka besarnya daya output generator dapat diselesaikan sebagai berikut :

$$P_{out(generator)} = 39 \times \eta_{transmekanik} \times \eta_{generator}$$

Efisiensi transmisi mekanik dan generator masing-masing 95 % dan 92 %, sehingga besar daya (output) generator adalah :

$$P_m = 39 \times 0,95 \times 0,92 = 34,08 \text{ kw}$$

Asumsi faktor daya = 0,8 maka kVA generator dapat ditentukan sebagai berikut :

$$kVA(generator) = \frac{1,2 \times 34,08}{0,8} = 51,12 \text{ kVA}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas direkomendasikan generator sinkron dalam kapasitas yang mudah ditemukan dipasar, yaitu kapasitas 39 kW atau 51 kVA. Sistem tegangan generator yang tersedia 400/230 V sedikit lebih besar dari sistem tegangan distribusi 380/220 V. Hal ini akan dapat menguntungkan karena kelebihan tegangan bisa mengatisipasi sebagian drop tegangan pada saluran transmisi/distribusi. Generator yang direkomendasi sudah dilengkapi dengan AVR dan peralatan proteksinya seperti Emergency warning set,

overload, overvoltage, dan lightning protection. Generator menggunakan hubungan Y dengan dengan netral ditanah.

Beberapa merk generator yang direkomendasikan dipakai yaitu *STAMFORD*, *Mc Alte*, *Marely*, Siemen yang biasanya mudah didapat.

#### 4. Sistem Kontrol dan Proteksi

Untuk pengontrolan tegangan output generator menggunakan AVR, yang biasanya sudah sepaket dengan generator. Selain itu, pada paket generator yang juga dilengkapi dengan komponen proteksi standard untuk generator. Sistem kontrol bertugas mengatur kompensasi beban untuk menyeimbangkan beban dengan daya out put generator. Sistem ini melindungi generator dan turbin dari *run away speed* (kecepatan liar) apabila terjadi beban putus atau drop.

Sedang pengontrolan perubahan frekuensi sebagai akibat perubahan beban atau fluktuasi debit, sistem kontrol yang digunakan adalah *Elektronik Load Control* (ELC). Sistem kontrol ini ELC berfungsi mengatur pembebanan kompensasi oleh dummy load sehingga pembebanan total yang dirasakan oleh generator tetap walaupun terjadi fluktuasi beban atau/dan debit air.dengan rating sesuai dengan out put ditambah safety factor 1,2. Sistem kontrol ini menyatu dengan panel kontrol listrik dan bekerja secara otomatis. Sebagai dummy load digunakan tipe pendingin udara. Kapasitas dummy load yang didesain 41 kW atau 20 hingga 40 % diatas kapasitas nominal generator. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari pemanasan lebih. Disamping itu, untuk mengefektif proses pendinginan dummy load, maka rumah pembangkit harus dilengkapi dengan exhaust fan. Hal ini mempengaruhi umur penggunaan ballast load.

Sebagai pelengkap, sistem ketenagalistrikan (*electrical system*) PLTMH diproteksi dengan penggunaan *Lightning Arrester* untuk keamanan dari petir dan sistem pentanahan.

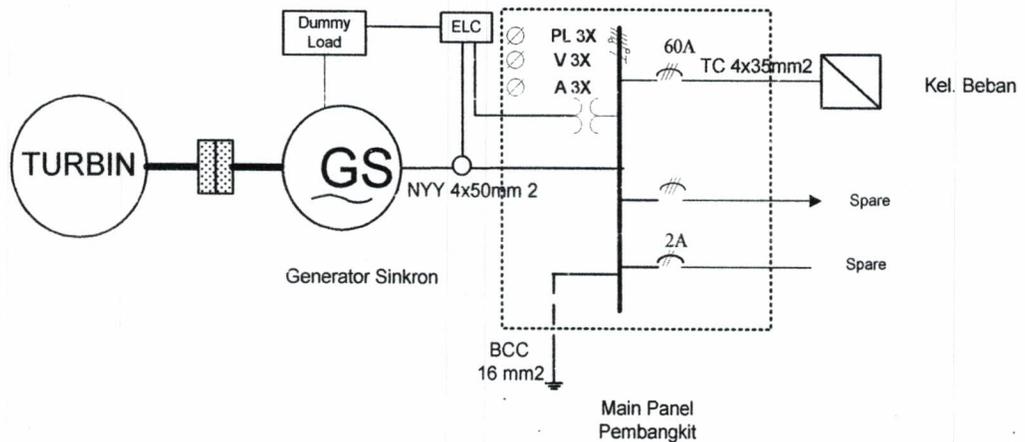
Sistem elektrikal pembangkit juga dilengkapi dengan main panel hubung bagi, Panel hubung bagi tersebut merupakan kotak logam untuk meletakkan berbagai peralatan proteksi, pemutus, peralatan ukur dan peralatan indikator. Peralatan-peralatan tersebut didisain sesuai kebutuhan yang terdiri atas komponen-komponen :

1. Saklar daya (saklar utama) jenis MCCB
2. NFB dan Fuse untuk masing-masing cabang distribusi masing-masing jalur distribusi
3. Bus bar, digunakan sebagai titik sambungan antara incoming daya dari generator melalui saklar utama dan outgoing saluran menuju masing-masing jalur distribusi. Bus bar juga digunakan sebagai titik sambungan bagi peralatan-peralatan ukur tegangan dan arus
4. Voltmeter yang dilengkapi dengan Selector switch.
5. Amperemeter dan CT untuk masing-masing fasa.
6. KWH meter 3 fasa.
7. Frekwensi meter.
8. Hour meter.
9. Lampu indicator
10. Sistem proteksi dan alarm

Untuk menjaga keamanan, panel hubung bagi ditanahkan menggunakan kabel BCC dengan kapasitas yang mencukupi. Panel hubung bagi dipasang pada dinding rumah pembangkit dengan diberi tiang penyangga yang kokoh.

## 5. Sistem Pentanahan

Pada rumah pembangkit terdapat 2 bentuk pentanahan, yaitu pentanahan sistem dan pentanahan penangkal petir. Tahanan pentanahan untuk sistem tidak boleh lebih dari 3 Ohm, sedangkan tahanan pentanahan untuk penangkal petir tidak boleh lebih 1 Ohm.



Gambar 4.2 Generator Sinkron dan Sistem Kontrolnya (ELC)

## 4.7 JARINGAN DISTRIBUSI

Rumah pembangkit (power house) dilokasi studi terletak jauh dari pemakai tenaga listrik. Listrik yang dihasilkan dari generator, disalurkan dari power house melalui sistem distribusi hingga ke instalasi rumah. Sistem tersebut harus dirancang dengan optimal untuk mengurangi rugi-rugi daya (power losses) dan drop tegangan terutama bila jarak antara rumah pembangkit listrik ke tempat pemakai/konsumen relatif jauh. Selain itu sistem distribusi juga harus dapat memberikan kondisi perlindungan (proteksi) yang baik bagi sistem kelistrikan secara keseluruhan. Perencanaan sistem distribusi mengacu pada beberapa kriteria yaitu:

- Range dari variasi tegangan listrik yang tersedia

- Rugi-rugi daya maksimum agar PLTMH masih dalam batas ekonomis (menguntungkan)
- Pemilihan jenis kawat penghantar dan penampang kawat
- Perlindungan terhadap gangguan listrik dan non listrik
- Keamanan bagi masyarakat yang beraktivitas di sekitar jaringan.

Pemukiman penduduk di Jorong Taming Julu merupakan perumahan yang letaknya saling berdekatan. Panjang jalur utama distribusi dari rumah pembangkit ( *Power House* ) ke jalan adalah sekitar 1 km. Panjang jaringan distribusi pada pusat beban sekitar 2,5 km untuk jorong Taming Julu dan jorong Taming Tengah.

Sistem distribusi ini Jaringan Tegangan Rendah 220 V dan mengacu pada Standarisasi Kelistrikan Indonesia. Jaringan distribusi PLTMH Taming Julu melayani  $\pm$  146 konsumen, instalasi rumah ( *house wiring* ) di lakukan sesuai standard PLN baik dalam penggunaan material maupun dalam teknis.

Sistem penyaluran listriknya di lakukan dengan system paket sebagaimana banyak di lakukan pada pembangunan PLTMH yang lain. Setiap sambungan jaringan listrik daya maksimumnya di batasi sampai 110 dan 220 watt dengan menggunakan pembatas arus MCB 0,5 dan 1 Ampere.

Tegangan sistem distribusi untuk sistem PLTMH dilokasi studi merupakan tegangan rendah (380/220 V). Penggunaan sistem distribusi tegangan rendah ini lebih ekonomis meskipun terjadi drop tegangan yang relatif lebih besar. Suplai tenaga listrik dari *power house* (pusat listrik) menggunakan sistem tiga fasa dengan rangkaian 4 kawat (sambungan bintang, Y). Keuntungan penggunaan 4 kawat dibanding 3 kawat adalah kapasitas mengalirkan daya lebih tinggi dan regulasi tegangan lebih baik. Dengan arus yang sama daya dari sistem 4 kawat adalah  $\sqrt{3}$  kali lebih besar daripada menggunakan sistem delta 3 kawat.

Pada dasarnya bentuk-bentuk jaringan distribusi dapat digolongkan menjadi sistem radial dan sistem loop (tertutup). Pada sistem loop jalur distribusi

---

membuat suatu rangkaian tertutup. Sistem ini cukup rumit dengan kebutuhan perlengkapan hubung-bagi (*switch gear*) dan pengaman. Walaupun demikian, sistem ini mempunyai keandalan yang sangat tinggi. Sistem radial terdiri dari satu atau lebih saluran pencatu yang menyebar ke titik-titik yang ditentukan. Bentuk ini merupakan sistem yang paling sederhana, mudah untuk dirancang, murah, dan sistem pengamanannya lebih sederhana, tetapi keandalannya rendah. Namun bila diberi pengaman dengan baik sistem ini akan memberikan pelayanan yang memuaskan, tetapi setiap gangguan rangkaian akan menyebabkan catu daya terputus. Untuk sistem distribusi PLTMH di rencanakan digunakan sistem radial yang telah diberi pengaman dengan baik untuk mengurangi biaya instalasi tanpa mengorbankan pelayanan.

#### 1. Desain Teknis Fasilitas Distribusi

Untuk mengalirkan arus listrik dari generator ke pelanggan atau ke perumahan masyarakat diperlukan fasilitas distribusi. Fasilitas distribusi ini bagaikan pipa pada saluran air. Perbedaan tegangan akan menyebabkan mengalirnya arus listrik sedangkan pada air yang menentukan adalah perbedaan tekanan. Kalau secara alamiah perbedaan tekanan ini ditentukan oleh perbedaan ketinggian terhadap permukaan laut. Semakin besar penampang saluran semakin besar arus yang bisa dilewatkan namun di sisi lain semakin besar pula investasi yang diperlukan. Jadi untuk merancang fasilitas distribusi diperlukan pertimbangan seperti berikut:

- a. Kelayakan secara teknis peralatan
- b. Kelayakan secara teknis pemasangan
- c. Dan kelayakan secara ekonomis.

## 2. Jalur Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi dimulai dari peralatan hubung bagi pada rumah pembangkit hingga mencapai sambungan luar konsumen. Secara sederhana komponen jaringan distribusi di bagi atas : Panel hubung bagi, saluran distribusi dan tiang-tiang.

Secara umum, jalur distribusi dibangun di sepanjang jalan pemukiman memakai listrik suatu PLTMH. Hal ini menjadi pilihan karena adanya kemudahan dan pembangunan sehingga mengurangi biaya pengerjaan. Untuk pemilihan posisi dan lokasi struktur pendukung harus dipilih pada tempat-tempat dimana faktor-faktor berikut menjadi acuannya:

- (a) Mudah untuk akses dan perawatan
- (b) Kondisi tanah kuat dan stabil
- (c) Diharapkan tidak ada masalah dalam pengalihan/penggunaan lahan
- (d) Tidak ada masalah pada jarak dengan rumah dan pohon, dsb
- (e) Jalur distribusi harus paling pendek

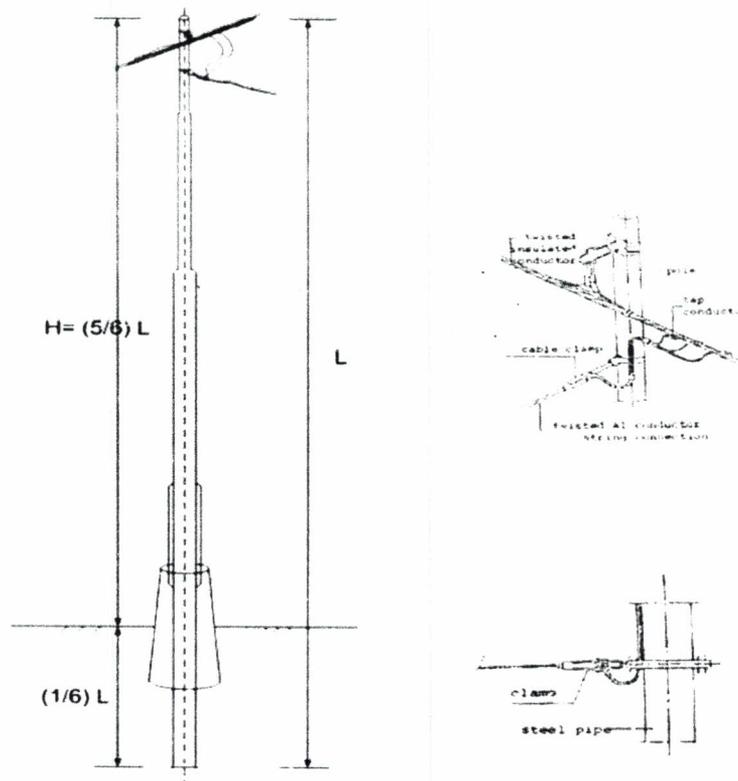
Jika tiang dipasang disekitar slope curam atau pada dasar jurang, maka harus dipertimbangkan hal tersebut. Hindarkan memasang tiang yang ada gundukan tanah yang cukup tinggi, karena akan memperpendek jarak antara titik terendah andongan saluran dengan tanah sehingga akan menjadi rawan terhadap gangguan. Jarak antara titik terendah andongan dengan permukaan tanah tertinggi minimal 4 meter untuk tegangan 220 volt.

Material konduktor yang sering dipilih adalah antara alumunium atau tembaga (copper). Penghantar yang digunakan dapat berupa penghantar telanjang atau penghantar berisolasi (kabel). Untuk kabel distribusi utama dalam perencanaan ini digunakan penghantar kabel twisted aluminum berpenampang  $4 \times 25 \text{ mm}^2$  Untuk kabel sambungan konsumen atau sambungan rumah digunakan ukuran  $2 \times 10 \text{ mm}^2$  . Saluran distribusi ini digantungkan pada tiang-tiang distribusi, dimana sambungan ke konsumen melalui kabel SR dilakukan.

---

### 3. Tiang dan Perlengkapannya

Tiang listrik untuk jaringan tegangan rendah terdiri dari tiang tunggal. Tiang-tiang listrik dapat dibuat baja, beton bertulang atau kayu. Untuk lokasi studi akan digunakan tiang besi dengan panjang 9 meter yang dicat hitam putih diatas dasar cat meni. Dasar tiang diperkuat dengan coran beton sebagai pondasinya. Jarak antar tiang sejauh 50 meter, didirikan sepanjang tepi jalan. Tinggi minimum saluran terhadap tanah diantara dua tiang adalah 4 meter.



Gambar 4.3 Tiang dan koneksinya

### 4. Instalasi Rumah Pemakai Listrik ( Konsumen )

Untuk instalasi di dalam rumah/gedung sering digunakan isolator rol untuk menunjang kabel rumah (NYA), misalnya di atas langit-langit. Pemasangan isolator ini sedemikian sehingga jarak bebas antara penghantar yang berlainan fasa atau berlainan polaritas, tidak kurang dari 3 cm. Untuk kabel NYA atau

NGA ukuran 1,5 mm<sup>2</sup> dan 2,5 mm<sup>2</sup>, jarak antara titik-titik tumpunya tidak boleh melebihi satu meter dan jarak terdekat antara kabel dengan dinding 1 cm. Pemasangan kabel tersebut tidak boleh dibelitkan pada isolator (dapat menggunakan bantuan kawat pengikat), kecuali pada ujung tarikan atau pada pencabangan dan belokan serta pemasangannya harus tegang. Selain isolator rol dapat juga digunakan isolator jepit.

#### **a. Pipa instalasi**

Untuk instalasi di dalam gedung/rumah sering digunakan kabel rumah yang dipasang dalam pipa instalasi. Pipa instalasi yang umumnya Instalasi konsumen (Consument Instalation) dimulai dari kabel distribusi dari tiang terdekat ke instalasi rumah hingga titik keluaran. Peralatan yang digunakan dalam instalasi listrik banyak sekali ragamnya. Elemen utama yang digunakan pada instalasi ke konsumen diantaranya adalah:

- a. Kabel sambungan rumah
- b. Kabel instalasi
- c. Pembatas Daya (MCB)
- d. Sekering
- e. Titik Keluaran (Output).

#### **b. Kabel Sambungan Rumah Konsumen ( Kabel SR)**

Sistem distribusi ke konsumen pada instalasi PLTMH menggunakan sistem satu fasa. Kabel untuk menyalurkan listrik dari jaringan distribusi ke konsumen yang digunakan adalah jenis kabel Twisted Alumunium 2 x 10 mm<sup>2</sup> . Hubungan ke saluran distribusi dilakukan melalui konektor pada posisi tiang distribusi.

### c. Kabel Instalasi Rumah

Kabel yang digunakan pada instalasi rumah adalah jenis NYA. Kabel NYA merupakan jenis standar yang terdiri dari penghantar tembaga polos dengan isolasi PVC. Sampai dengan luas penampang  $10 \text{ mm}^2$ , penghantarnya terdiri dari kawat tunggal. Untuk instalasi dengan menggunakan kotak-kontak dinding dalam rangkaian akhir, sekurang-kurangnya digunakan NYA  $1,5 \text{ mm}^2$  yang dapat menerima beban maksimum 16 A. Kabel NYA  $1,5 \text{ mm}^2$  juga digunakan untuk hantaran antara lampu dan sakelarnya.

Selain menggunakan kabel NYA, juga dapat digunakan kabel instalasi berselubung. Dibandingkan dengan instalasi dalam pipa, kabel instalasi berselubung lebih mudah dibengkokkan. Kabel standar instalasi berselubung yang banyak dipakai adalah kabel NYM yang memiliki penghantar tembaga polos berisolasi PVC dengan selubung PVC berwarna putih. Penghantar NYM terdiri dari kawat tunggal untuk penampang  $1,5 - 10 \text{ mm}^2$  dan umumnya untuk instalasi rumah digunakan kabel NYM  $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ . Pada suhu sekeliling  $30^\circ \text{ C}$  kabel ini dapat digunakan sampai suhu penghantar maksimum  $70^\circ \text{ C}$ .

Kabel NYM dapat dipasang langsung menempel pada plesteran atau kayu, atau ditanam langsung dalam plesteran. NYM dapat dipasang pada ruang lembab, basah, di tempat kerja atau gudang dengan bahaya kebakaran. NYM tidak boleh dipasang di dalam tanah.

### d. Kabel Lampu

Kabel lampu digunakan untuk instalasi dalam lampu dan armatur penerangan dalam keadaan terlindung dan bebas dari pengaruh tekukan atau puntiran. Beberapa jenis kabel lampu berisolasi PVC (NYFA, NYFAF, NYFAZ, dan NYFAD) dengan luas penampang  $0,5$  dan  $0,75 \text{ mm}^2$  dapat digunakan. Keempat

jenis kabel lampu tersebut dapat digunakan hingga suhu penghantar maksimum  $70^{\circ}\text{C}$ .

**e. Isolator**

Isolator yang digunakan adalah : Pipa baja dicat dengan meni, Pipa PVC, pipa sintetik dan pipa fleksible

**f. Pembatas Daya (Mini Circuit Breaker/MCB)**

Pembatas daya (MCB) digunakan untuk membatasi agar daya yang digunakan konsumen tidak melebihi daya yang dipesan. MCB adalah suatu pengaman pemutus rangkaian yang dilengkapi dengan pengaman termal (bimetal) untuk beban lebih dan juga dilengkapi pengaman relai untuk arus lebih atau arus hubung singkat. MCB digunakan untuk tegangan rendah. Pada lokasi studi akan digunakan dua jenis MCB dengan kapasitas yang berbeda, yaitu untuk konsumen kelas I dengan kapasitas 0,5 Ampere dan untuk kelas II dengan kapasitas 1 Ampere.

**g. Sekering**

Sekring berfungsi sebagai pengaman dalam jaringan instalasi agar bila terjadi hubungan singkat tidak menyebar ke tempat lain. Selain itu sekering juga berfungsi untuk mengamankan hantaran, motor listrik dan instalasi keseluruhan dari beban berlebihan. Secara umum terdapat 2 tipe sekering:

- Sekering otomatis, di mana bila terjadi hubungan singkat dapat segera difungsikan kembali dengan menekan tombol otomatis. Pengaman ini memutuskan secara otomatis jika arusnya melebihi suatu nilai tertentu.

- Sekering biasa, di mana bila terjadi hubungan singkat akan diamankan dengan putusanya kawat penghubung (kawat isyarat) yang terdapat pada badan sekering.

Titik Keluaran Pada umumnya kabel yang digunakan untuk instalasi dalam rumah adalah kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> atau NYA 2,5 mm<sup>2</sup>. Kabel ini untuk mendistribusikan listrik hingga ke titik keluaran yang memi

Taming Julu 2  
macam jenis.

- Titik keluaran Sakelar ON/OFF, adalah titik keluaran untuk mengatur hidup matinya lampu dalam instalasi didalam rumah. Titik keluaran kontak-tusuk (stacker arus) untuk menyalurkan arus listrik ke alat elektronik yang dimi
- Kontak tusuk harus dibuat dari bahan yang tidak dapat terbakar, tahan lembab dan harus cukup kuat . Oleh karena itu kontak tusuk biasanya dibuat dari bahan plastik ataupun kayu keras (untuk kapasitas arus kurang dari 16 A).

#### **h. Kotak Sambungan**

Penyambungan kabel dan pembuatan cabang pada instalasi pipa hanya boleh dilakukan di dalam kotak cabang/kotak sambung. Kotak sambungan berfungsi sebagai alat bantu pembungkus rangkaian pipa instalasi.

**BAB 5**  
**RENCANA**  
**ANGGARAN BIAYA**

---

---

## **BAB 5. RENCANA ANGGARAN BIAYA**

### **5.1 Anggaran Biaya Pembangunan**

Penyediaan material lokal seperti batu, pasir dan tenaga kerja diasumsikan dari harga material dan upah setempat. Penyusunan unit biaya dibuat berdasarkan standar pekerjaan umum.

Komponen terbesar dalam rencana pembangunan PLTMH Taming Julu adalah pekerjaan Sipil disusul pekerjaan Transmisi & Distribusi ( T & D ).

Secara spesifik biaya pembangunan PLTMH Taming Julu dengan kapasitas daya terbangkit 25 Kw adalah sebesar Rp. 1,711,694,000.00,-

Biaya pembangunan yang relative besar tersebut memerlukan skema pembiayaan yang melibatkan banyak pihak yang terdiri dari masyarakat, pemerintah daerah, badan swasta dan bila mungkin dari LSM.

Skema perbangkan untuk mendanai investasi PLTMH Taming Julu sangat berat mengingat factor-faktor sebagai berikut:

- Tingkat suku bunga komersial perbankan yang cukup tinggi diatas 12%/tahun, memberikan beban pengembalian bunga uang yang tinggi
- Jangka waktu pengembalian pinjaman yang pendek, kurang dari 5 tahun akan membebani operasi PLTMH
- Pemanfaatan PLTMH yang belum optimal pada tahun-tahun awal operasi mempengaruhi tingkat pendapatan PLTMH. Hal ini disebabkan karena pemanfaatannya hanya pada malam hari, sedangkan pada siang hari belum optimal. Listrik terbangkit lebih banyak digunakan untuk penerangan yang disebabkan oleh keterbatasan sumber daya manusia dan alam yang tersedia, semoga kondisi dapat dijadikan pemicu kemajuan masyarakat setempat.

## 5.2. Penggunaan Energi Untuk Kegiatan Pembangunan

Rencana pemanfaatan energi listrik yang di hasilkan PLTMH Taming Julu dapat menentukan seberapa besar nilai strategis pembangunan ini. Secara umum penggunaan listrik PLTMH untuk penerangan lebih banyak di gunakan sore sampai malam hari selama 14 jam (jam 16.30–06.30) sedangkan pada hari minggu dan libur dapat beroperasi sampai 24 jam.

Kondisi tersebut memungkinkan penggunaan listrik PLTMH pada siang hari untuk kegiatan ekonomi produktif ( end-use productive ). Kegiatan ini di samping memberikan nilai tambah kegiatan masyarakat juga sebagai sumber pendapatan tambahan bagi pengelolaan PLTMH. Pendapatan rutin PLTMH yang utama adalah dari iuran konsumen setiap bulan yang besarnya di tentukan bersama.

Hal utama yang perlu di pahami oleh pihak pengelola dan masyarakat adalah perlunya ketersediaan dana yang memadai untuk mengoperasikan PLTMH. Pengelolaan sebuah PLTMH memerlukan biaya operasi (Operational Cost) yang meliputi :

1. Honor operator dan over head pengelolaan
2. Biaya perawatan rutin seperti untuk pengadaan spare part yang aus, pembelian grease, perbaikan perbaikan bangunan sipil dll.
3. Penyisihan dana untuk perbaikan besar atau Over Houl pada peralatan Ele'ktro-Mekanik maupun bangunan sipil
4. Bila perlu dapat menyisihkan dana untuk pengembangn kegiatan atau peningkatan kapasitas

Pengelolaan dana dan perencanaan kegiatan masyarakat dengan mengoptimalkan keberadaan PLTMH memerlukan pendampingan dalam kerangka :

---

**“ Community and Bussines Development Service “**

keberadaan Lembaga Swadaya Masyarakat, pemerintah, perangkat adat dan masyarakat merupakan potensi besar dalam mengenalkan kegiatan yang berbasis pengembangan masyarakat. Potensi sumber daya ekonomi yang akan di kembangkan memerlukan studi lebih dalam. Sebagai contoh kegiatan end-use yang sangat layak di kembangkan adalah kegiatan berbasis **Agro Prosesing dan Home Indutry**.

**BAB 6**  
**KESIMPULAN DAN**  
**SARAN**

---

---

## BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Dari studi yang dilakukan pada aliran Batang Taming yang berlokasi di Jorong Taming Julu Kenagarian Silaping Kecamatan Ranah Batahan Kabupaten Pasaman Barat, diperoleh kemampuan daya yang dapat dibangkitkan dengan Pembangkit Listrik Skala Mikrohidro sebesar  $\pm 34$  KW, dengan debit disain 0,5 m<sup>3</sup>/detik dan tinggi terjun 12 meter.

Analisis finansial menunjukkan investasi untuk merealisasikan PLTMH ini diperkirakan sebesar Rp 1,711,694,000.00,-

Harga ini sudah termasuk biaya instalasi konsumen dimasukkan sebagai komponen investasi, yang biasanya dibebankan ke konsumen sebagai biaya penyambungan.

### 6.2 Saran Pengembangan

Daya output total generator dari PLTMH ini mencapai  $\pm 34$  kW, sedangkan kebutuhan maksimum saat ini sekitar 22 kW sehingga terdapat kelebihan daya yang signifikan. Disamping itu, kebutuhan daya pada siang hari relatif sangat kecil. Oleh karena itu energi ini dapat juga dimanfaatkan untuk kegiatan yang sifatnya produktif.

Dalam perencanaan ini Head didesain 12 m tapi untuk pengembangan kedepan head masih bisa ditambah sehingga kapasitas dapat ditingkatkan dari yang direncanakan saat ini.

Sebelum dilakukan pembangunan fisik dari PLTMH yang direncanakan, harus ada komitmen tertulis untuk pembebasan lahan yang berstatus kepemilikan

untuk lahan yang terkena lokasi-lokasi fasilitas sipil PLTMH. Namun pada tahap studi kelayakan ini, telah dilakukan pendekatan untuk pembebasan lahan ini, secara lisan masyarakat sudah menyetujui melakukan pembebasan lahan pada lokasi-lokasi bangunan sipil PLTMH yang direncanakan.

**LAMPIRAN**

**1. PERENCANAAN TEKNIS PLTMH  
TAMING JULU**

**2. RENCANA ANGGARAN BIAYA PLTMH  
TAMING JULU**

## REKAPITULASI HARGA

KEGIATAN : FEASIBILITY STUDY  
PEKERJAAN : PERENCANAAN PEMBANGUNAN PLTMH  
LOKASI : JORONG TAMING JULU NAGARI SILAPING KECAMATAN RANAH BATAHAN  
KABUPATEN PASAMAN BARAT  
TAHUN ANGGARAN : 2009

NO.	URAIAN PEKERJAAN	TOTAL HARGA
I	PEKERJAAN SIPIL	1,180,125,872.04
II	PEKERJAAN ELECTRICAL & MECHANICAL	197,500,000.00
III	PEKERJAAN JARINGAN DISTRIBUSI DAN INSTALASI RUMAH	178,459,780.00
	<b>JUMLAH FISIK</b>	<b>1,556,085,652.04</b>
	<b>PPN 10 %</b>	<b>155,608,565.20</b>
	<b>JUMLAH</b>	<b>1,711,694,217.24</b>
	<b>DIBULATKAN</b>	<b>1,711,694,000.00</b>
Terbilang :		
<b>"Satu miliar Tujuh Ratus Sebelas Juta Enam Ratus Sembilan Puluh Empat ribu rupiah"</b>		
<p>Padang, 20 November 2009 CV. ARSINDAH KONSULTAN</p>  <p><b><u>Ir. H. Zulfan Zairin</u></b> Direktur</p>		

## DAFTAR HARGA SATUAN PEKERJAAN

KEGIATAN : FEASIBILITY STUDY  
 PEKERJAAN : PERENCANAAN PEMBANGUNAN PLTMH  
 LOKASI : JORONG TAMING JULU NAGARI SILAPING KECAMATAN RANAH BATA  
 KABUPATEN PASAMAN BARAT  
 TAHUN ANGGARAN : 2009

NO	URAIAN PEKERJAAN	HARGA SATUAN (Rp)
1	1 M2 Pembersihan Lapangan	Rp 7,500.00
2	Pas. Bouplank untuk 1 M1	Rp 35,000.00
3	A.1 Galian Tanah Biasa / M3	Rp 20,400.00
4	1 M3 Urugan Kembali Bekas Galian	Rp 9,700.00
5	Urugan Tanah dipadatkan / - Meratakan dan memadatkan	Rp 12,700.00
6	- Tanah Timbunan	Rp 72,000.00
7	Urugan Tanah Dipadatkan	Rp 84,700.00
8	1 M3 Timbunan pasir urug	Rp 110,100.00
9	1 M3 Pas. Anstampang Batu Kali	Rp 216,000.00
10	1 M3 Pas. Pondasi Batu Kali 1:4	Rp 652,600.00
11	Stamp Beton G. 41/ M3 Spesi 1:2:3	Rp 582,500.00
12	Stamp Beton G. 43a/ M3 Spesi 1:3:5	Rp 568,200.00
13	Pek. Besi Kasar / Kg ( 1. 2 )	Rp 14,000.00
14	Cetakan Beton - Anal. F.8 tiap 10/M2	Rp 96,100.00
15	Stutwerk / Perancah / Skor / M3	Rp 1,414,200.00
16	1 M3 Beton Bertulang utk Sloof 20/25 cm	Rp 4,093,400.00
17	1 M3 Kolom Praktis ukr 13 x13 cm	Rp 4,943,300.00
18	1 M3 Ring Balok ukr 20 x 25 cm	Rp 3,639,100.00
19	1 M3 Kolom Beton Bertulang ukr 20/20 cm	Rp 3,401,900.00
20	1 M3 Plat Beton	Rp 2,943,100.00
21	1 m3 Pek. Kayu kozen	Rp 4,059,000.00
22	10 M2 Pek. Memeni kayu	Rp 10,400.00
23	1 M3 Pas. Batu bata spc 1 : 4	Rp 902,800.00
24	1 M3 Pas. Batu bata spc 1 :2	Rp 1,067,000.00
25	1 M3 Pek. Kayu Kuda-Kuda	Rp 2,651,000.00
26	Pek. Kayu Rangka Atap F. 23	Rp 27,900.00
27	1 M2 Pek. Residu	Rp 12,200.00
28	1 M2 Pek. Lesplank Kayu	Rp 123,600.00
29	1 M2 Pas. Atap seng BJLS 20	Rp 57,900.00
30	1 M2 Ventilasi jalusi	Rp 230,700.00
31	1 M3 Pek. Jariiu loteng	Rp 2,580,000.00
32	1 M2 Pas. Loteng Triplek	Rp 35,600.00
33	Plesteran 1:4 tebal 15 mm - Anal. G.50a / M2	Rp 40,600.00
34	Plesteran 1:3 tebal 15 mm - Anal. G.50a / M2	Rp 45,500.00
35	Plesteran 1:2 tebal 15 mm - Anal. G.50a / M2	Rp 50,100.00
36	1 M2 Pek. Afweking Beton	Rp 64,800.00
37	1 M2 Lantai beton tumbuk 1 : 3 : 5 tbl 7 cm	Rp 82,300.00
38	Pintu / Jendela panel	Rp 778,200.00

39	Pintu / Jendela kaca bingkai ( Upah ) F. 36	Rp	9,800.00
40	1 M2 Jendela kaca tetap	Rp	106,900.00
41	1 M2 Jendela kaca bingkai	Rp	265,400.00
42	Mencat 1 x jalan K. 23 100 M2	Rp	697,500.00
43	Mencat kayu pada bidang yang belum pernah dicat	Rp	32,300.00
44	10 M2 Memplamur Dinding	Rp	10,000.00
45	10 M2 Memplamur Kayu	Rp	20,000.00
46	1 M2 Mencat bidang tembok 3 x jalan	Rp	30,500.00
47	1 M2 Mencat bidang tembok 2 x jalan	Rp	28,600.00
48	Mencat Ulang Dinding Tembok / Loteng M2	Rp	18,600.00
49	Mencat ulang bidang kayu K.6 K.23 / 10 M2 ( Anal MUBK )	Rp	17,800.00

## DAFTAR HARGA UPAH DAN MATERIAL

KEGIATAN : FEASIBILITY STUDY  
 PEKERJAAN : PERENCANAAN PEMBANGUNAN PLTMH  
 LOKASI : JORONG TAMING JULU NAGARI SILAPING KECAMATAN RANAH BATAHAN  
 KABUPATEN PASAMAN BARAT  
 TAHUN ANGGARAN : 2009

No.	NAMA BAHAN	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp.)
<b>I UPAH</b>			
1	Kepala Tukang	Hari	60,000.00
2	Tukang Kayu	Hari	55,000.00
3	Tukang Batu	Hari	55,000.00
4	Tukang Besi	Hari	55,000.00
5	Tukang Cat	Hari	55,000.00
6	Pekerja	Hari	45,000.00
7	Mandor	Hari	60,000.00
8	Operator	Hari	55,000.00
9	Penjaga Malam	Hari	45,000.00
<b>II BAHAN</b>			
1	Semen @ 50 Kg	Zak	80,000.00
2	Pasir Urug	M <sup>3</sup>	80,000.00
3	Pasir Pasangan	M <sup>3</sup>	90,000.00
4	Pasir Beton	M <sup>3</sup>	90,000.00
5	Tanah Timbunan	M <sup>3</sup>	60,000.00
6	Kerekel Beton	M <sup>3</sup>	90,000.00
7	Kerekel Sungai	M <sup>3</sup>	90,000.00
8	Besi Beton	Kg	12,500.00
9	Kawat beton	Kg	15,000.00
10	Besi Paku ( 2" - 5" )	Kg	20,000.00
11	Besi Paku ( 1,5" - 5" )	Kg	23,000.00
12	Paku Triplek	Kg	21,000.00
13	Paku Atap	Kg	23,000.00
14	Paku Seng RRC	Kg	26,000.00
15	Batu Bata	Bh	800.00
16	Batu Kali	M <sup>3</sup>	90,000.00
17	Kayu Balok Klas IV (Bekisting)	M <sup>3</sup>	1,250,000.00
18	Papan Klas IV (bekisting)	M <sup>3</sup>	1,250,000.00
19	Kayu Balok Marsawa	M <sup>3</sup>	1,150,000.00
20	Kayu Papan Marsawa	M <sup>3</sup>	1,150,000.00
21	Kayu Balok Banio	M <sup>3</sup>	1,800,000.00
22	Kayu Papan Banio	M <sup>3</sup>	1,800,000.00
23	Kayu Balok Merantih	M <sup>3</sup>	1,500,000.00
24	Kayu Papan Merantih	M <sup>3</sup>	1,500,000.00

No.	NAMA BAHAN	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp.)
25	List Propil ukr 3,5 X 3,5 cm	M'	10,000.00
26	List Propil ukr 4,5 X 4,5 cm	M'	12,000.00
27	Triplek Tebal 4 mm	Lembar	46,000.00
28	Triplek Tebal 6 mm	Lembar	96,000.00
29	Triplek Tebal 3 mm	Lembar	42,000.00
30	Triplek T 4 mm	M <sup>2</sup>	17,150.00
31	Kaca Bening tebal 3 mm	M <sup>2</sup>	55,000.00
32	Kaca Bening tebal 5 mm	M <sup>2</sup>	60,000.00
33	Atap Seng BJLS 20 K Biasa	Lbr	48,000.00
34	Seng Plat BJLS 20	Lbr	42,500.00
35	Kayu List ukr 1 x 4 cm	M'	10,000.00
36	Minyak Cat	Kg	9,500.00
37	Cat Tembok Merk Platone ( Setara )	Kg	15,000.00
38	Cat Warna Minyak Merk Platon (Setara)	Kg	15,000.00
39	Cat Dasar	Kg	15,000.00
40	Dopol Wall Putih	Kg	8,000.00
41	Dopol Kayu	Kg	10,000.00
42	Amplas	Lbr	2,500.00
43	Meni Kayu	Kg	14,500.00
44	Residu	Kg	13,500.00
45	Plamer	Kg	12,500.00
46	Thinner	Btl	12,000.00
48	Kunci Tanam Biasa	Bh	150,000.00
49	Engsel Nilon untuk Pintu	Bh	9,000.00
50	Engsel Nilon untuk Jendela	Bh	6,000.00
51	Grendel Pintu	Bh	5,000.00
52	Grendel Jendela	Bh	8,000.00
53	Tangan - Tangan Jendela	Bh	8,000.00
54	Hak Angin	Bh	7,000.00
55	Pipa Pesat	M'	1,160,000.00
56	Perlengkapan	Bh	34,800.00
57	Begol Pengikat Kuda - kuda Ø 12 mm	Bh	8,000.00
58	Baut Pengunci Kuda - kuda Ø 12 mm	Bh	5,000.00

## RENCANA ANGGARAN BIAYA ( RAB )

KEGIATAN : FEASIBILITY STUDY  
 PEKERJAAN : PERENCANAAN PEMBANGUNAN PLTMH  
 LOKASI : JORONG TAMING JULU KECAMATAN RANAH BATAHAN KABUPATEN PASAMAN BARAT  
 TAHUN ANGGARAN : 2009

No	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH SATUAN (Rp)	JUMLAH (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
	<b>RUMAH PEMBANGKIT</b>					
I	<b>PEKERJAAN PENDAHULUAN</b>					
1	Pembersihan Lapangan	M <sup>2</sup>	24.00	7,500.00	180,000.00	
2	Pek. Papan Bowplank & Pengukuran	M <sup>1</sup>	20.00	35,000.00	700,000.00	
	<b>JUMLAH</b>					<b>880,000.00</b>
II	<b>PEKERJAAN PONDASI</b>					
1	Galian Tanah Pondasi	M <sup>3</sup>	6.00	20,400.00	122,400.00	
2	Urugan Pasir Lantai Kerja	M <sup>3</sup>	0.60	110,100.00	66,060.00	
3	Aanstampang Batu kali	M <sup>3</sup>	2.40	216,000.00	518,400.00	
4	Pas. Pondasi Batu Kali 1 : 4	M <sup>3</sup>	5.00	652,600.00	3,263,000.00	
5	Pek. Timbunan Tanah Kembali	M <sup>3</sup>	1.50	9,700.00	14,550.00	
	<b>JUMLAH</b>					<b>3,984,410.00</b>
III	<b>PEKERJAAN BETON DAN DINDING</b>					
1	Pek. Cor Sloof 20/25	M <sup>3</sup>	1.00	4,093,400.00	4,093,400.00	
2	Pek. Kolom 13/13	M <sup>3</sup>	0.24	4,943,300.00	1,203,001.49	
3	Pek. Reng Balok 20/25	M <sup>3</sup>	1.00	3,639,100.00	3,639,100.00	
4	Pek. Pas. Dinding Batu Bata 1:2	M <sup>3</sup>	0.43	1,067,000.00	460,944.00	
5	Pek. Pas. Dinding Batu Bata 1:4	M <sup>3</sup>	6.51	902,800.00	5,873,165.40	
6	Pek. Pas. Kozen Pintu dan Jendela	M <sup>3</sup>	0.11	4,059,000.00	432,527.04	
7	Pek. Memeni Kozen	M <sup>2</sup>	5.33	10,400.00	55,411.20	
8	Plesteran	M <sup>2</sup>	94.89	40,600.00	3,852,534.00	
	<b>JUMLAH</b>					<b>19,610,083.13</b>
IV	<b>PEKERJAAN ATAP</b>					
1	Pek. Pas. Kuda - kuda	M <sup>3</sup>	0.20	2,651,000.00	519,171.84	
2	Pek. Pas Gording	M <sup>3</sup>	0.52	27,900.00	14,508.00	
3	Pek. Atap Seng BJLS 20 k	M <sup>2</sup>	43.20	57,900.00	2,501,280.00	
4	Pek. Pas. Lisplank Papan	M <sup>2</sup>	7.92	123,600.00	978,912.00	
5	Pek. Residu	M <sup>1</sup>	40.99	12,200.00	500,102.40	
6	Pek. Pas. Perabung	M <sup>1</sup>	6.00	11,200.00	67,200.00	
7	Pek. Baut Kuda - kuda	Bh	12.00	8,000.00	96,000.00	
8	Pek. Pasangan Besi Angker kuda - kuda	Bh	6.00	5,000.00	30,000.00	
	<b>JUMLAH</b>					<b>4,707,174.24</b>
V	<b>PEKERJAAN LANTAI</b>					
1	Pek. Pasir Urug Bawah Lantai	M <sup>3</sup>	3.28	110,100.00	361,128.00	
2	Pek. Cor Lantai Beton 1:3:5	M <sup>3</sup>	6.56	568,200.00	3,727,392.00	
	<b>JUMLAH</b>					<b>4,088,520.00</b>
VI	<b>PEKERJAAN PINTU DAN JENDELA</b>					
1	Pek. Pas. Pintu Panel & Jendela	M <sup>3</sup>	0.43	778,200.00	331,824.48	
2	Pek. Jendela Kaca	M <sup>2</sup>	0.80	265,400.00	212,320.00	
3	Pek. Ventilasi Jalusi	M <sup>2</sup>	3.60	230,700.00	830,520.00	
6	Pek. Pas. Engsel Pintu	Bh	6.00	9,000.00	54,000.00	
7	Pek. Pas. Grendel Pintu	Bh	2.00	5,000.00	10,000.00	
8	Pek. Pas. Kunci tanam 2 Slaag	Bh	1.00	150,000.00	150,000.00	
9	Pek. Pas. Engsel Jendela	Bh	2.00	6,000.00	12,000.00	
10	Pek. Pas. Kait Angin	Bh	2.00	7,000.00	14,000.00	
11	Pek. Pas Grendel Jendela	Bh	2.00	8,000.00	16,000.00	
12	Pek. Hand Vanthen	Bh	2.00	8,000.00	16,000.00	
	<b>JUMLAH</b>					<b>1,646,664.48</b>

No	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	Harga Satuan (Rp)	JUMLAH SATUAN (Rp)	JUMLAH (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
<b>KEDUDUKAN MESIN &amp; SALURAN BUANG</b>						
<b>I PEKERJAAN PONDASI</b>						
1	Galian Tanah Pondasi	M <sup>3</sup>	11.70	20,400.00	238,680.00	
2	Urugan Pasir Lantai Kerja	M <sup>3</sup>	1.17	110,100.00	128,817.00	
3	Aanstampang Batu kali	M <sup>3</sup>	4.68	216,000.00	1,010,880.00	
4	Pas. Pondasi Batu Kali 1 : 2	M <sup>3</sup>	15.84	811,400.00	12,852,576.00	
5	Pek. Timbunan Tanah Kembali	M <sup>3</sup>	2.93	9,700.00	28,372.50	
						<b>JUMLAH</b>
						<b>14,259,325.50</b>
<b>II PEKERJAAN BETON &amp; DINDING</b>						
1	Pek. Plesteran Dinding 1:4	M <sup>2</sup>	55.80	40,600.00	2,265,480.00	
2	Pek. Balok 25/30	M <sup>3</sup>	0.38	3,737,100.00	1,401,412.50	
						<b>JUMLAH</b>
						<b>3,666,892.50</b>
<b>III PEKERJAAN LANTAI</b>						
1	Pek. Pasir Urug Bawah Lantai	M <sup>3</sup>	1.80	110,100.00	198,180.00	
2	Pek. Cor Lantai Beton 1:2:3	M <sup>3</sup>	0.90	582,500.00	524,250.00	
						<b>JUMLAH</b>
						<b>722,430.00</b>
<b>INTEK</b>						
1	Galian Tanah Pondasi		4.05	20,400.00	82,620.00	
2	Urugan Pasir Lantai Kerja		0.81	110,100.00	89,181.00	
3	Aanstampang Batu kali		1.96	216,000.00	423,360.00	
4	Pas. Pondasi Batu Kali 1 : 2		14.30	811,400.00	11,603,831.40	
5	Pek. Timbunan Tanah Kembali		1.13	9,700.00	10,961.00	
6	Coran Lantai		0.90	568,200.00	511,380.00	
7	Urugan Tanah		-	9,700.00	-	
8	Plesteran		55.80	40,600.00	2,265,480.00	
						<b>JUMLAH</b>
						<b>14,986,813.40</b>
<b>SALURAN PEMBAWA</b>						
1	Galian Tanah Pondasi		442.00	20,400.00	9,016,800.00	
2	Urugan Pasir Lantai Kerja		0.20	110,100.00	22,020.00	
3	Aanstampang Batu kali		244.80	216,000.00	52,876,800.00	
4	Pas. Pondasi Batu Kali 1 : 2		520.20	811,400.00	422,090,280.00	
5	Pek. Timbunan Tanah Kembali		340.00	9,700.00	3,298,000.00	
6	Coran Lantai		340.00	568,200.00	193,188,000.00	
7	Urugan Tanah		340.00	9,700.00	3,298,000.00	
8	Plesteran		1,292.00	40,600.00	52,455,200.00	
						<b>JUMLAH</b>
						<b>736,245,100.00</b>
<b>PIPA PESAT</b>						
1	Pek. Pas. Acor Block	Ls	3.00	645,000.00	1,935,000.00	
2	Pek. Pas. Sliding Block	Ls	6.00	534,700.00	3,208,200.00	
3	Pek. Pas. Pipa Pesat	M <sup>1</sup>	35.00	1,160,000.00	40,600,000.00	
4	Pek. Pas. Perlengkapan Pipa	Ls	10.00	34,800.00	348,000.00	
						<b>JUMLAH</b>
						<b>46,091,200.00</b>

No	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	Harga Satuan (Rp)	JUMLAH SATUAN (Rp)	JUMLAH (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
<b>BAK PENENANG</b>						
<b>I PEKERJAAN PONDASI</b>						
1	Galian Tanah Pondasi	M <sup>3</sup>	-	20,400.00	-	
2	Urugan Pasir Lantai Kerja	M <sup>3</sup>	27.00	110,100.00	2,972,700.00	
3	Aanstampang Batu kali	M <sup>3</sup>	20.88	216,000.00	4,510,080.00	
4	Pas. Pondasi Batu Kali 1 : 2	M <sup>3</sup>	48.51	811,400.00	39,361,014.00	
5	Pek. Timbunan Tanah Kembali	M <sup>3</sup>	-	9,700.00	-	
<b>JUMLAH</b>						<b>46,843,794.00</b>
<b>II PEKERJAAN BETON &amp; DINDING</b>						
1	Pek. Plesteran Dinding 1:4	M <sup>2</sup>	167.25	40,600.00	6,790,350.00	
2	Pek. Balok 25/30	M <sup>3</sup>	6.98	3,639,100.00	25,382,722.50	
3	Pek. Plat	M <sup>3</sup>	0.88	4,211,400.00	3,684,975.00	
4	Pek. Pas. Saringan	Ls	1.00	2,470,000.00	2,470,000.00	
5	Pintu Air	Ls	1.00	1,500,000.00	1,500,000.00	
<b>JUMLAH</b>						<b>39,828,047.50</b>
<b>III PEKERJAAN LANTAI</b>						
1	Pek. Pasir Urug Bawah Lantai	M <sup>3</sup>	16.20	110,100.00	1,783,620.00	
2	Pek. Cor Lantai Beton 1:2:3	M <sup>3</sup>	6.75	582,500.00	3,931,875.00	
<b>JUMLAH</b>						<b>5,715,495.00</b>
<b>IV PEKERJAAN PELIMPAH</b>						
1	Pek. Urugan Tanah Bawah Lantai	M <sup>3</sup>	0.69	84,700.00	58,104.20	
2	Pek. Pasir Urug Bawah Lantai	M <sup>3</sup>	0.34	110,100.00	37,764.30	
3	Pas. Pondasi Batu Kali 1 : 4	M <sup>3</sup>	9.39	652,600.00	6,126,869.84	
4	Pek. Cor Lantai Beton 1:2:3	M <sup>3</sup>	0.31	582,500.00	179,817.75	
<b>JUMLAH</b>						<b>6,402,556.09</b>

No	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	Harga Satuan (Rp)	JUMLAH SATUAN (Rp)	JUMLAH (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
<b>BENDUNGAN, SIKOCI DAN SAYAP</b>						
<b>I PEKERJAAN PONDASI</b>						
1	Galian Tanah Pondasi	M <sup>3</sup>	42.91	20,400.00	875,404.80	
2	Urugan Pasir Lantai Kerja	M <sup>3</sup>	3.80	110,100.00	418,159.80	
3	Aanstampang Batu kali	M <sup>3</sup>	30.38	216,000.00	6,562,944.00	
4	Pas. Pondasi Batu Kali 1 : 2	M <sup>3</sup>	237.91	811,400.00	193,036,117.00	
5	Pek. Timbunan Tanah Kembali	M <sup>3</sup>	10.73	9,700.00	104,061.60	
<b>JUMLAH</b>						<b>200,996,687.20</b>
<b>II PEKERJAAN BETON &amp; DINDING</b>						
1	Pek. Plesteran Dinding 1:4	M <sup>2</sup>	325.34	40,600.00	13,208,804.00	
2	Pek. Balok 20/25	M <sup>3</sup>	1.30	3,639,100.00	4,730,830.00	
<b>JUMLAH</b>						<b>17,939,634.00</b>
<b>III PEKERJAAN LANTAI</b>						
1	Pek. Pasir Urug Bawah Lantai	M <sup>3</sup>	11.70	110,100.00	1,288,170.00	
2	Pek. Cor Lantai Beton 1:2:3	M <sup>3</sup>	17.55	582,500.00	10,222,875.00	
<b>JUMLAH</b>						<b>11,511,045.00</b>

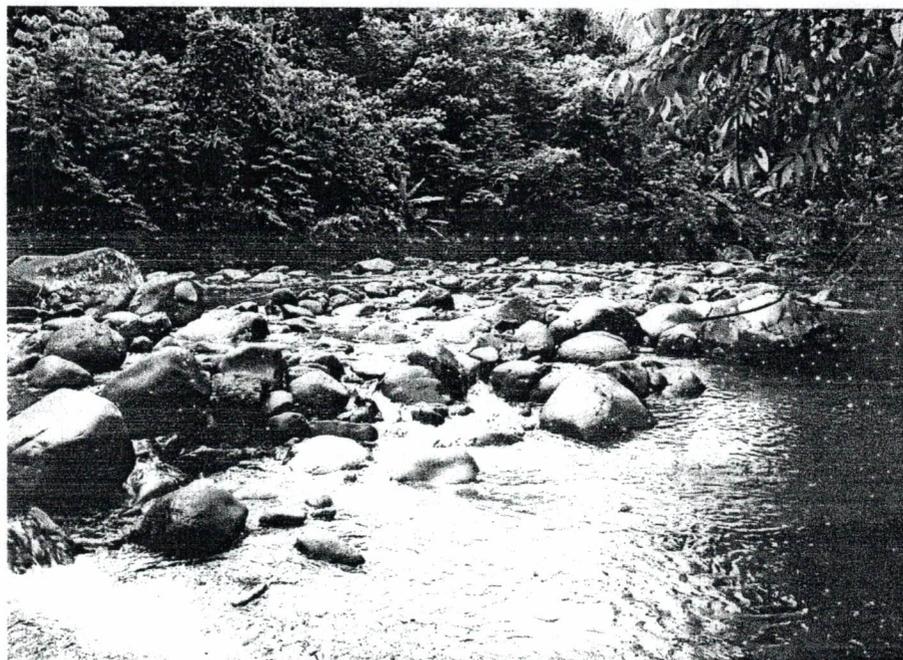
<b>JUMLAH</b>					<b>1,180,125,872.04</b>
---------------	--	--	--	--	-------------------------

Rincian Biaya E&M, Transmisi-Distribusi, Instalasi Rumah PLTMH Taming Julu

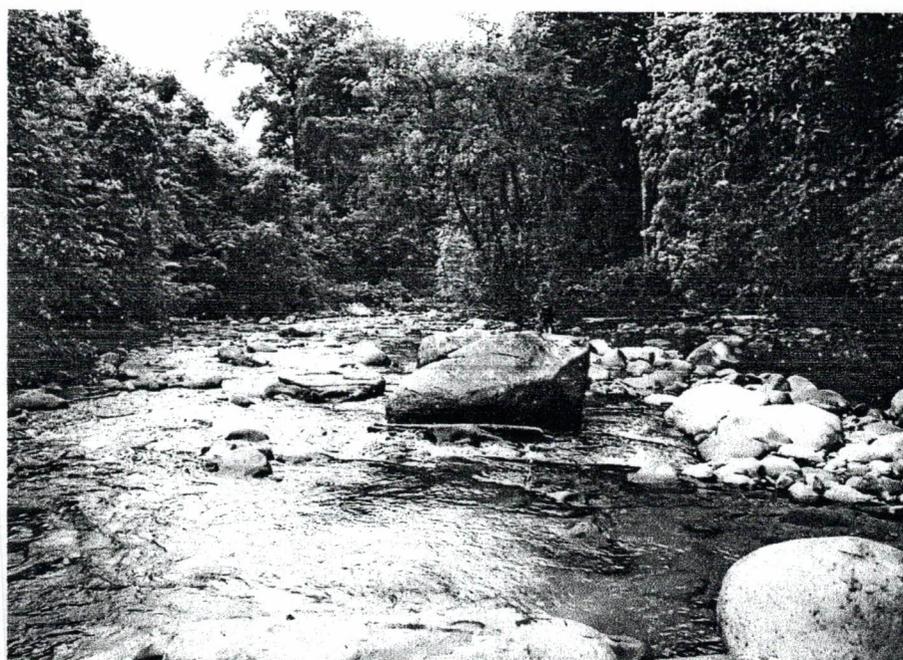
	Item	satuan	Quantity	Harga Satuan	Jumlah	Keterangan
<b>A</b>	<b>Peralatan Elektrikal - Mekanik</b>					
1	Turbin	unit	1	Rp 75,000,000	Rp 75,000,000	
2	Generator	kVA	50	Rp 1,200,000	Rp 60,000,000	
3	Switchgear / Panel Kontrol ELC	unit	1	Rp 55,000,000	Rp 55,000,000	
4	Ballast Load: air heater	kVA	50	Rp 150,000	Rp 7,500,000	
				<b>Total</b>	<b>Rp 197,500,000</b>	
<b>B</b>	<b>Jaringan Distribusi dan Instalasi Rumah</b>					
	<b>Jaringan Distribusi</b>					
1	Tiang beton 7m (lokal)	unit	34	Rp 1,500,000	Rp 51,000,000	
2	Kabel Twisted 3x 50 + 35 mm <sup>2</sup>	m	1,000	Rp 32,000	Rp 32,000,000	
3	Kabel Twisted 4 x 25 mm <sup>2</sup>	m	700	Rp 20,000	Rp 14,000,000	
4	Aksesoris	set	34	Rp 100,000	Rp 3,400,000	
5	Instalasi tiang dan kabel	set	34	Rp 100,000	Rp 3,400,000	
	<b>Instalasi Rumah</b>					
6	Jumlah Sambungan	Rumah	156			3 titik lampu per rumah
7	Kabel NYM 2 * 1.5 mm <sup>2</sup>	m	4680	Rp 2,580	Rp 12,074,400	30 m per rumah
8	Kabel NYM 3 * 1.5 mm <sup>2</sup>	m	3120	Rp 3,400	Rp 10,608,000	20 m per rumah
9	Kontak Tusuk	unit	156	Rp 5,500	Rp 858,000	
10	Switch : double	unit	156	Rp 6,000	Rp 936,000	
11	Switch : single	unit	156	Rp 5,000	Rp 780,000	
12	Konektor	unit	156	Rp 5,000	Rp 780,000	
13	"Service Wedge Clamp"	pcs	312	Rp 5,000	Rp 1,560,000	
14	Klem Kabel	pack	78	Rp 2,000	Rp 156,000	
15	Fitting Plafond	pcs	156	Rp 4,850	Rp 756,600	
16	Fitting : overhang	pcs	312	Rp 4,750	Rp 1,482,000	
17	Rosset wood	pcs	936	Rp 400	Rp 374,400	
18	Insulation	set	156	Rp 2,100	Rp 327,600	
19	Screw	pack	13	Rp 5,260	Rp 68,380	
20	T - dus	pcs	312	Rp 4,000	Rp 1,248,000	
21	MCB + box	unit	156	Rp 20,200	Rp 3,151,200	0,5 A/220 V per rumah
22	Kabel Twisted 2 * 10 mm <sup>2</sup>	m	4680	Rp 2,740	Rp 12,823,200	30 m per rumah
23	Earthing	unit	156	Rp 76,000	Rp 11,856,000	
24	Instalasi	unit	156	Rp 95,000	Rp 14,820,000	
				<b>Total</b>	<b>Rp 178,459,780</b>	

**3. FOTO – FOTO KEGIATAN DAN  
LOKASI – LOKASI PERENCANAAN**

*PHOTO –PHOTO KEGIATAN*



Gambar 1. Potensi Sungai Batang Taming



Gambar 2. Rencana Lokasi Bendungan



**Gambar 3. Lokasi Rencana Intake**



**Gambar 4. Lokasi Rencana Saluran Pembawa**

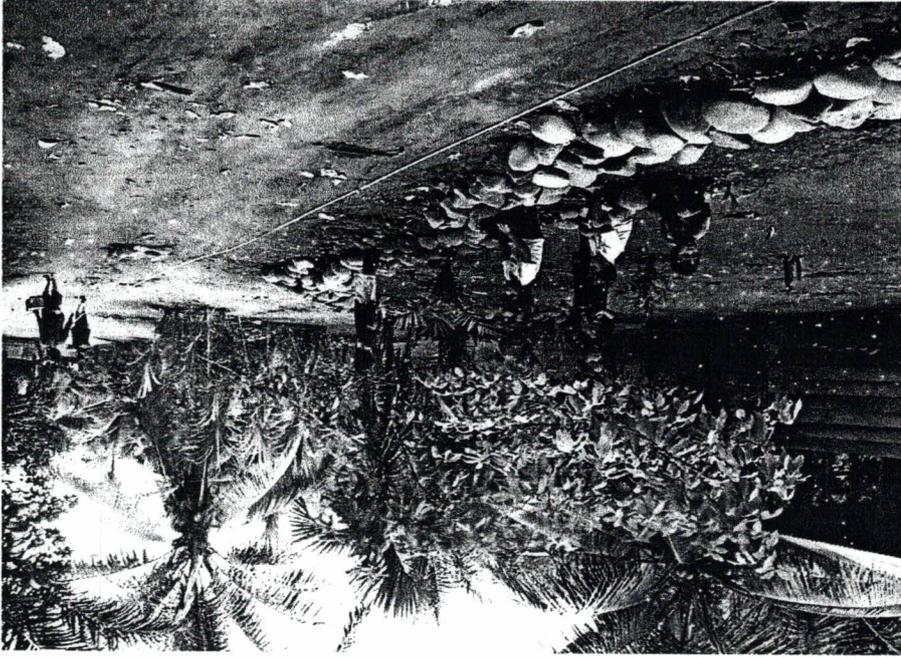


**Gambar 5. Lokasi Rencana Bak Penenang**

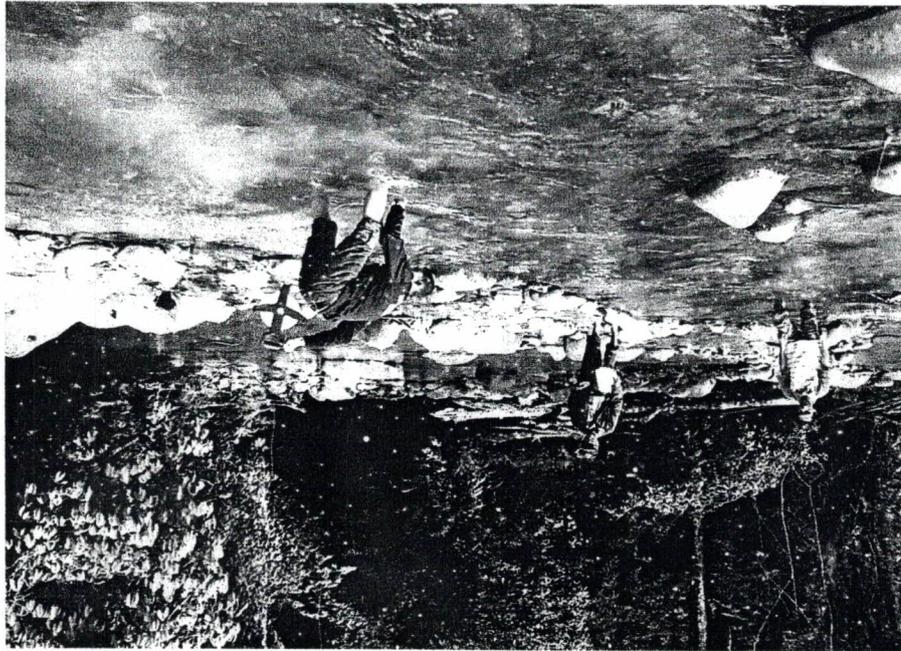


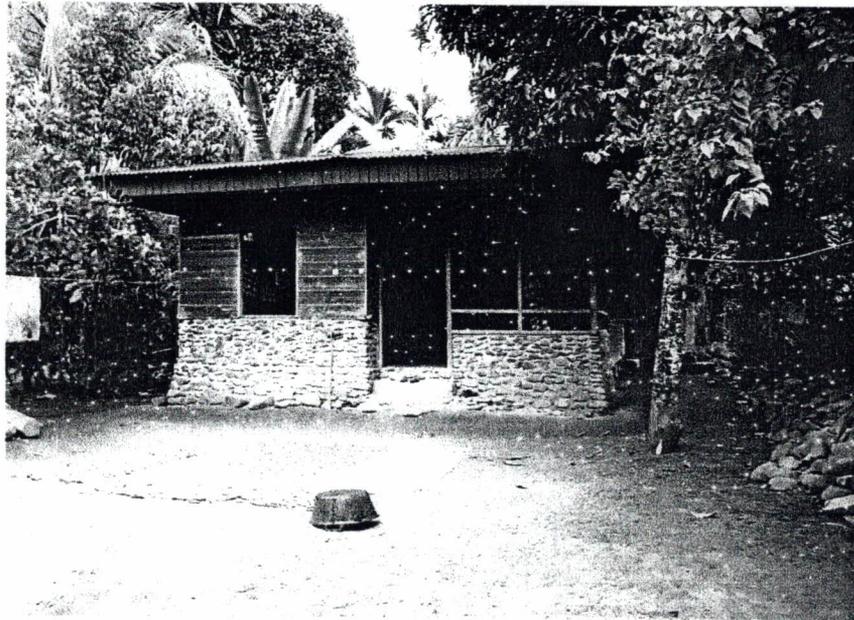
**Gambar 6. Rencana Posisi Rumah Pembangkit**

Gambar 9. Pengukuran Jaringan Distribusi



Gambar 8. Pengukuran Aliran Air Batang Taming





**Gambar 10. Rumah yang akan dilistriki PLTMH Taming Julu**



**Gambar 11. Fasilitas Umum yang akan dialiri Listrik PLTMH Taming Julu**

4. CONTOH PRODUK GENERATOR  
YANG DISARANKAN

## 5. PENGELOLAAN PLTMH

---

## **PENGELOLAAN PLTMH**

Untuk tujuan pengoperasian, pemeliharaan dan perbaikan PLTMH serta keberlanjutannya diperlukan pengelolaan yang terencana, terorganisir dan didukung oleh sumber-daya manusia yang tepat. Untuk itu aspek pengelolaan atau manajemen sangat dibutuhkan dan harus dipersiapkan dari tahap perencanaan pembangunan PLTMH sampai beberapa waktu setelah PLTMH itu beroperasi dengan baik. Pengelolaaan PLTMH sebaiknya berbentuk badan hukum seperti koperasi ataupun berbentuk badan usaha lainnya. Pengelolaan harus transparan dan mengundang partisipasi aktif masyarakat sehingga segala kesulitan dalam pengelolaan dapat diselesaikan dengan baik dan tidak menimbulkan masalah baru. Beberapa kasus kegagalan PLTMH adalah tidak siapnya pengurus PLTMH dengan segala resiko dan kesulitan yang mengelola PLTMH. Berikut ini salah contoh model pengelolaan PTMH. Untuk menyiapkan tenaga-tenaga ini diperlukan pembekalan yang terkait dengan aspek pengelolaan PLTMH. Disamping itu, masyarakat juga perlu diberi penyuluhan langsung sehingga keberadaan PLTMH memberi manfaat yang luas bagi mereka.

### **1. ADMINISTRASI KESEKRETARIATAN**

#### **Pencatatan Aktivitas**

Pencatatan Aktivitas penting dilakukan khususnya untuk mencatat:

1. Aktivitas operasional umum
2. Keluhan dan rekomendasi dari pelanggan
3. Kejadian lain seperti kunjungan, pertemuan, tamu dll.

Di bawah ini adalah contoh untuk pengisian formulir catatan aktivitas:

A. Jika terjadi kerusakan pada turbin maka operator harus melaporkannya kepada ketua dan mencatat kejadian tersebut dalam buku catatan aktivitas sedetil mungkin. Contoh:

- a. Tanggal dari kejadian saat operator menemukan masalah
- b. Waktu saat operator menemukan masalah
- c. Nama Aktivitas harus diisikan dalam kolom nama kejadian contoh "Generator Terbakar"
- d. Nama Penanggungjawab diisikan dalam kolom yang sesuai
- e. Detil kejadian diisikan dalam kolom Catatan

B. Contoh lain adalah adanya kunjungan dari pejabat pemerintah maka sekretaris harus memasukkan kejadian tersebut dalam buku catatan aktivitas sebagai berikut:

- a. Nama aktivitas bisa disebutkan "Kunjungan Pejabat Daerah"
- b. Tanggal dan Waktu kunjungan
- c. Lokasi yang dikunjungi seperti misalnya intake, saluran, power house dll
- d. Penanggungjawab adalah ketua PLTMH khususnya untuk memberi keterangan kepada pejabat
- e. Dalam kolom Catatan sekretaris harus mengisikan detil kegiatan atau agenda kegiatan

#### Catatan Surat Masuk

Buku catatan surat masuk adalah untuk mendaftarkan semua surat yang diterima pengelola PLTMH.

1. Berikan nomer urut sesuai dengan urutan kedatangan surat dalam kolom Nomer

- 
2. Tuliskan nomer surat (jika yang dikirim surat resmi) dalam kolom **Nomer Surat**
  3. Catat tanggal pengiriman dalam kolom **Tanggal Pengiriman**
  4. Catat tanggal penerimaan dalam kolom **Tanggal Penerimaan**
  5. Catat nama dan alamat pengirim dalam kolom **Pengirim**
  6. Catat perihal surat dalam kolom **Perihal**
  7. Catat nama dan jumlah lampiran, jika ada, dalam kolom **Lampiran**
  8. Catat apa saja yang penting dari surat tersebut dalam kolom **Catatan**

Jika surat bukan surat resmi maka data yang paling tidak tercatat antara lain adalah nomer, tanggal pengiriman.

#### Catatan Surat Keluar

Buku ini untuk mencatat semua surat keluar yang dikirim ke pengelola PLTMH

1. Isi nomer secara urut sesuai urutan pengiriman surat
2. Catat nomer surat sesuai dengan kode yang telah ditentukan pengelola
3. Catat tanggal surat tersebut dibuat
4. Catat penerima surat
5. Catat perihal surat (harus sesuai dengan kode yang diberikan)
6. Jika ada lampiran catat nama dan jumlahnya
7. Juga catat semua hal yang perlu dicatat dalam kolom catatan.

Surat keluar harus dibuat salinannya. Salinan akan menjadi arsip pengelola

#### Data Pelanggan

Buku catatan data pelanggan berisi data detil mengenai pelanggan. Pencatatan dapat menggunakan urutan sebagai berikut:

1. Beri nomer urut sesuai dengan urutan pelanggan menandatangani surat kontrak dalam kolom **Nomer**
2. Catat nama lengkap pelanggan dalam kolom **Nama**
3. Tulis nomer kontrak dari pelanggan dalam kolom **Nomer Kontrak**
4. Catat alamat lengkap pelanggan dalam kolom **Alamat**
5. Catat kategori/kelompok pelanggan apakah rumah tangga, social, komersil atau industri dalam kolom **Kategori**
6. Catat tanggal instalasi dalam kolom **Tanggal**
7. Catat pada fase apa koneksi dilakukan (R, S atau T) dalam kolom **Fasa**. Jika sambungan merupakan koneksi 3 fasa maka catat dalam kolom **catatan**
8. Catat kapasitas sambungan dalam satuan Volt Ampere (VA) dalam kolom **kapasitas daya**
9. Catat kemungkinan waktu penggunaan dalam kolom **waktu penggunaan**
10. Catat kepemilikan alat listrik dalam kolom **Alat Listrik yang Dimiliki**
11. Jika ada hal-hal yang perlu dicatat maka catat dalam kolom **Catatan**

#### Catatan Rapat

Catatan rapat atau bisa disebut berita acara berfungsi untuk mencatat semua proses dan hasil setiap pertemuan yang diselenggarakan. Tulis topic rapat dengan jelas setelah menulis tanggal, jam, waktu dan nama pemimpin rapat. Juga catat proses rapat serta hasilnya dan jika ada kesimpulan atau kesepakatan yang diambil. Nama-nama yang menghadiri rapat harus ditulis dalam daftar absensi. Setiap orang yang hadir harus menandatangani daftar absensi. Sebelum rapat ditutup bacakan kembali hasil-hasil rapat. Pastikan semua yang hadir mengetahuinya.

---

## Perencanaan Kegiatan

Rencana kegiatan harus menjadi catatan khusus. Catatan tersebut akan dipakai untuk mengukur kemajuan dan jika perlu merubah rencana kerja supaya tujuan tercapai. Rencana kegiatan bisa dibuat tiap bulan dan tahunan. Ada empat kolom utama yaitu kolom aktivitas, waktu, penanggungjawab dan catatan.

1. Masukkan nama kegiatan dalam kolom aktivitas
2. Masukkan nama kegiatan utama dahulu baru kemudian nama kegiatan lanjutan di bawahnya

Contoh:

Kegiatan utama bernama "Perbaikan Intake". Kegiatan detil di bawahnya adalah: mengalihkan aliran air, membeli semen dan bahan lainnya, kerjabakti pembersihan intake, dan perbaikan intake. Nama "Perbaikan Intake" ditulis pertama sebelum nama kegiatan lanjutan lain

3. Detil aktivitas harus ditulis secara urut contoh: setelah membelokkan aliran maka pengelola harus membeli semen dan peralatan konstruksi dan setelah itu harus ada kerjabakti untuk membersihkan intake dst.
  4. Jadwal harus diatur sesuai kegiatan masyarakat
  5. Kegiatan utama harus mencakup semua aktivitas detil
  6. Aktivitas detil harus memiliki jadwal yang berurutan pula
  7. Catat nama penanggungjawab di kolom terakhir.
-

No	Aktifitas	Bulan 1				Bulan 2	Mingg u#	Mingg u5	Mingg u#	Mingg u52	Penanggungjwab	Catatan
		Mingg u1	Mingg u2	Mingg u3	Mingg u4							
1	Perbaikan Intake									Ketua		
2	Pengaliran Aliran									Operator		
3	Pembelian Bahan									Operator		
4	Pembersihan Intake									Operator		
5	Perbaikan Intake									Operator		

## 2. CONTOH ANGGARAN DASAR

### Bab 1. DEFINISI DASAR

1. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) adalah pembangkit listrik yang bekerja dengan menggunakan air dan terdiri dari komponen berikut ini: intake, saluran pembawa, bak pengendap, bak penenang, pipa penstock, rumah pembangkit, turbin, generator, control dan transmisi/distribusi (trafo, tiang, MCB atau kWh meter)
2. PLTMH dibangun dengan bantuan dari...../PLTMH dibangun dengan dana sendiri oleh warga desa .....(desa, kecamatan, kabupaten, provinsi, negara)
3. Pengelola PLTMH adalah sebuah organisasi yang mengoperasikan PLTMH, memelihara, melakukan pengelolaan administrative, dan melaksanakan kegiatan lain yang berhubungan dengan operasi PLTMH
4. Pengelola PLTMH dipilih oleh pelanggan PLTMH
5. Pelanggan diwakili oleh badan perwakilan
6. Anggota Pengelola PLTMH adalah ketua, sekretaris, bendahara dan operator
7. Pemimpin formal desa duduk di badan penasehat

### Bab 2. NAMA DAN SIFAT

1. Masyarakat pemakai dan pengelola PLTMH berhimpun dalam wadah perkumpulan yang diberi nama .....(nama pengelola)
2. Pengelolaan .....(nama pengelola)dilakukan secara gotong royong dan

---

berkelanjutan

### **Bab 3. TEMPAT KEDUDUKAN**

1. Pengelola .....(nama pengelola) Bertempat dan berkedudukan di Desa .....(nama desa, kecamatan, dan kabupaten serta provinsi)

### **Bab 4. WAKTU DAN LAMANYA BERDIRI**

1. Pengelola .....(nama pengelola) ini dimulai sejak tanggal .....dan didirikan untuk waktu yang tidak terbatas

### **Bab 5. ASAS DAN TUJUAN**

1. Pengelola .....(nama pengelola) ini berasaskan gotong royong, musyawarah dan mufakat berdasarkan Pancasila dan UUD 1945
2. Pengelola.....(nama pengelola) ini bertujuan untuk mensukseskan penyelenggaraan pengelolaan PLTMH dalam rangka meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan membangun kesadaran masyarakat terhadap masalah lingkungan

### **Bab 6. KEKAYAAN DAN SUMBER DANA**

1. PLTMH yang kurang lebih bernilai.....(jumlah uang)
2. Bangunan yang beralamat di .....(alamat) yang kurang lebih bernilai .....(jumlah uang)
3. Aset lain?
4. Sumber dana diperoleh dari:
  1. Iuran dari pelanggan
  2. Dana gotong royong
  3. Hasil usaha lain yang dilakukan pengurus PLTMH
  4. Sumbangan yang tidak mengikat dan halal

### **Bab 7. USAHA-USAHA**

1. Pelayanan listrik kepada seluruh pelanggan rumah tangga secara profesional
  2. Pelayanan listrik kepada seluruh pelanggan industri/bisnis secara profesional
  3. Pelayanan listrik kepada seluruh pelanggan social secara profesional
  4. Melakukan usaha-usaha lain yang berhubungan dengan listrik kepada pelanggan
  5. Melakukan usaha lain yang berkaitan erat dengan listrik
-

---

## **Bab 8. ANGGOTA**

1. Anggota adalah setiap pelanggan baik individu maupun kelompok masyarakat yang menggunakan listrik PLTMH dan terdaftar sebagai anggota
2. Untuk menjadi anggota maka calon anggota harus menyepakati AD/ART
3. Anggota akan mempunyai kontrak dengan Pengelola PLTMH

## **Bab 9. HAK DAN KEWAJIBAN ANGGOTA**

1. Berhak memperoleh jasa layanan listrik dengan baik
2. Berhak mengikuti rapat anggota dengan aktif
3. Berhak menjalankan usaha produktif yang berbasis listrik
4. Wajib mengikuti peraturan Pengelola PLTMH
5. Wajib membayar iuran dengan jumlah yang cukup dan tepat waktu
6. Wajib mengingatkan Pengelola PLTMH jika terjadi sesuatu yang tidak beres

## **Bab 10. BADAN PERWAKILAN**

1. Badan perwakilan mewakili anggota (pelanggan PLTMH)
2. Badan perwakilan dipilih melalui rapat anggota (pelanggan PLTMH)
3. Anggota Badan perwakilan maksimal .....(jumlah) orang
4. Badan perwakilan bekerja secara sukarela
5. Badan perwakilan memberikan pelayanan selama .....tahun dan dapat dipilih kembali

## **Bab 11. HAK DAN KEWENANGAN BADAN PERWAKILAN**

1. Berhak untuk mengingatkan pengurus PLTMH jika terjadi sesuatu yang tidak beres
  2. Berhak untuk mewakili suara anggota
  3. Berhak untuk menerima laporan rutin dari pengurus PLTMH
  4. Wajib menyelesaikan perselisihan antara pengurus PLTMH dan anggota, dan antar anggota
  5. Wajib mengembangkan peraturan bersama pengurus PLTMH
  6. Wajib meresmikan pengurus PLTMH
  7. Wajib memberikan nasehat kepada pengurus PLTMH
-

---

## **Bab 12. PENGURUS PLTMH**

1. Pengurus PLTMH terdiri dari ketua, sekretaris, bendahara dan operator
2. Pengurus PLTMH dipilih oleh anggota dan diangkat oleh Badan Pengawas
3. Tugas pengurus PLTMH dijelaskan dalam Anggaran Dasar
4. Masa bakti pengurus PLTMH adalah .....tahun dan dapat dipilih kembali khususnya operator

## **Bab 13. HAK DAN KEWAJIBAN PENGURUS PLTMH**

1. Pengurus berhak menerima honorarium untuk kerja mereka dengan syarat berikut ini:
  - a. Honorarium untuk ketua, sekretaris, dan bendahara ditentukan oleh anggota dalam rapat anggota dan harus diterima baik oleh ketua, sekretaris, dan bendahara
  - b. Honorarium untuk operator ditentukan oleh anggota dalam rapat anggota. Jumlah honorarium harus mempertimbangkan tugas-tugas operator
2. Pengurus berhak melakukan kerjasama dengan organisasi lain
3. Pengurus berhak mengusulkan tariff baru kepada badan perwakilan untuk didiskusikan dalam rapat anggota
4. Pengurus wajib menarik iuran secara teratur kepada para anggota
5. Pengurus wajib untuk menyimpan dana untuk keadaan darurat dan perbaikan
6. Pengurus wajib mengelola PLTMH secara professional untuk mencapai tujuan
7. Pengurus wajib memberikan pelayanan listrik kepada anggota secara adil
8. Pengurus wajib melakukan koordinasi dengan Badan Perwakilan dalam membuat keputusan penting berkaitan dengan PLTMH
9. Pengurus wajib melaksanakan selurus tugasnya dengan baik
10. Mengelola kekayaan secara bertanggung jawab
11. Membuat dan menyampaikan laporan pertanggungjawaban kepada anggota

## **Bab 14. BADAN PENASEHAT**

1. Badan penasehat terdiri dari pemimpin formal desa seperti kepala desa atau ketua perwakilan masyarakat desa
  2. Badan penasehat tidak dipilih oleh anggota. Kepala desa dan kepala
-

---

perwakilan masyarakat desa secara otomatis merupakan anggota dari badan penasehat

3. Badan penasehat akan memberikan nasehat mengenai pengoperasian PLTMH jika diminta oleh badan perwakilan dan pengurus PLTMH

#### **Bab 16. RAPAT ANGGOTA**

1. Rapat anggota adalah sama dengan rapat pelanggan
2. Rapat anggota minimal dilakukan satu tahun sekali
3. Keputusan tertinggi terdapat pada rapat anggota/pelanggan
4. Rapat anggota biasa adalah membahas masalah rutin PLTMH, kemajuan, masalah dan kebijakan atau peraturan baru
5. Rapat anggota luar biasa adalah membahas masalah darurat seperti pengunduran diri pengelola atau kejadian penting lain
6. Rapat tahunan adalah rapat untuk membahas kinerja pengurus PLTMH
7. Setiap rapat harus ditulis berita acaranya yang akan menjadi bagian dari laporan pengurus PLTMH
8. Keputusan yang diambil dalam rapat anggota berlaku hanya bila setengah dari anggota ditambah satu orang anggota hadir
9. Rapat anggota tahunan harus dilaksanakan pada bulan Desember

#### **Bab 17. RAPAT BADAN PENGURUS**

1. Rapat badan perwakilan terdiri dari rapat biasa dan rapat tahunan
2. Rapat biasa adalah rapat koordinasi dan membahas permasalahan PLTMH dan kebijakan yang perlu dibentuk
3. Rapat tahunan adalah rapat yang membahas kinerja pengurus PLTMH
4. Badan pengurus berhak untuk mengundang badan penasehat dan pengelola PLTMH dalam pertemuan
5. Jika lebih dari setengah anggota badan perwakilan tidak bisa hadir maka pertemuan harus dibatalkan

#### **Bab 18. RAPAT PENGURUS PLTMH**

1. Rapat pengurus PLTMH minimal dilakukan sebulan sekali
  2. Rapat pengurus PLTMH dilakukan untuk mengkoordinasikan kegiatan dan juga memantapkan rencana kegiatan serta rencana keuangan kepengurusan PLTMH
  3. Pengurus PLTMH diperbolehkan untuk mengundang anggota badan perwakilan dan badan penasehat
-

### **Bab 19. RAPAT BADAN PENASEHAT**

1. Rapat harus paling tidak dilaksanakan sekali dalam setahun untuk mengevaluasi kinerja pengurus PLTMH

### **Bab 20. TAHUN BUKU**

1. Tahun buku berjalan dari satu Januari hingga tigapuluh satu desember pada tahun yang sama

### **Bab 21. PEMBUBARAN**

1. Pembubaran hanya dapat dilakukan melalui mekanisme rapat anggota yang dilaksanakan khusus untuk tujuan pembubaran dan hanya berlaku jika 2/3 dari total jumlah anggota/pelanggan menyetujuinya
2. Jika terjadi pembubaran dan tidak terdapat pengurus PLTMH baru selama lebih dari 6 bulan maka seluruh asset dan kekayaan diserahkan kepada pemerintah daerah

### **Bab 22. ANGGARAN RUMAH TANGGA**

1. Anggaran Rumah Tangga adalah penjabaran dari Anggaran Dasar dan tidak boleh bertolak belakang dengan isi Anggaran Rumah Tangga
2. Badan perwakilan diwajibkan menyusun Anggaran Rumah Tangga dengan persetujuan anggota
3. Anggaran Rumah Tangga merupakan bagian tak terpisahkan dari Anggaran Rumah Tangga

### **Bab 23. KETENTUAN LAIN**

1. Anggaran Dasar ini berlaku jika disepakati oleh anggota dalam rapat anggota
2. Isi dari Anggaran Dasar bisa dirubah dengan persetujuan dari anggota dalam rapat anggota
3. Anggaran Dasar ini berlaku sejak ditetapkan

---

Desa, tanggal

<b>Badan Perwakilan</b>	<b>Tanda Tangan</b>		<b>Pengelola</b>	<b>Tanda Tangan</b>

---

### 3. CONTOH ANGGARAN RUMAH TANGGA

#### Bab 1. ORGANISASI PENGELOLA PLTMH

##### Badan Perwakilan

Wakil 1:

Wakil 2:

Wakil 3:

##### Badan Penasehat

Kepala Desa:

Ketua Wakil Warga Desa:

##### Pengelola PLTMH

Ketua:

Sekretaris:

Bendahara:

##### Kewajiban Pengurus Harian

##### Tugas Ketua Pengurus PLTMH

- Memberikan penerangan masalah PLTMH kepada pelanggan baik mengenai teknis maupun non-teknis
- Membina hubungan baik dengan pelanggan
- Membina hubungan baik dengan pengurus desa dan aparat departemen terkait dan badan pendukung lain (Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM), pabrik turbin, penjual perangkat pendukung dll)
- Merencanakan garis besar kegiatan kepengurusan PLTMH seperti rapat rutin, rapat tahunan, pelaporan dan lain-lain
- Merencanakan pengeluaran dan penerimaan PLTMH
- Merencanakan pengembangan usaha PLTMH
- Memberikan keterangan rencana pengeluaran dan rencana penerimaan pengurus PLTMH kepada masyarakat
- Memberikan persetujuan setiap rencana pengeluaran keuangan bagi kepentingan PLTMH
- Memberikan persetujuan kepada laporan pengeluaran PLTMH

- 
- Melakukan perencanaan pengembangan pelayanan listrik PLTMH bersama masyarakat pelanggan
  - Memimpin penyelesaian masalah teknis besar dalam keadaan darurat
  - Memimpin rapat pengurus, rapat umum dengan pelanggan dan rapat darurat lain dalam masalah yang berhubungan dengan PLTMH
  - Menjadi penengah bersama Badan Pengawas, jika terjadi kesalahpahaman antar pelanggan mengenai listrik PLTMH
  - Mempertanggungjawabkan hasil kerja pengurus di depan masyarakat pelanggan PLTMH

#### **Tugas Sekretaris**

- Merencanakan acara rapat bersama kepala PLTMH dan pihak lain
- Mencatat semua bahan pembicaraan dalam rapat
- Melaporkan hasil keputusan rapat kepada kepala PLTMH
- Menyimpan semua hasil tertulis dari setiap rapat
- Mencatat dan menyimpan semua surat masuk
- Mencatat semua surat keluar dan menyimpan salinannya
- Menyimpan bahan dokumentasi yang ada seperti foto, brosur, surat-surat dan lain lain
- Menulis surat
- Membuat proposal budget untuk bagian kesekretariatan

#### **Tugas Bendahara**

- Menulis semua bahan perencanaan PLTMH (pengeluaran dan pemasukan uang) dalam bentuk yang mudah dimengerti baik bulanan maupun tahunan
- Mengeluarkan uang dengan persetujuan kepala PLTMH dari bank
- Menyimpan uang dengan persetujuan kepala PLTMH ke bank
- Mengeluarkan uang untuk kepentingan operasional dengan persetujuan kepala PLTMH
- Meminta bahan perencanaan keuangan dari tiap bagian PLTMH, misalnya dari pengurus teknis/operator dan sekretaris
- Menyusun perencanaan pengeluaran untuk bagian administrasi keuangan
- Menyimpan bukti pembayaran atau pengeluaran sebagai bahan laporan
- Membuat laporan keuangan
- Menerima dan menyimpan pemasukan uang iuran pelanggan
- Dan melakukan tugas-tugas yang diperintahkan oleh ketua PLTMH, sesuai dengan lingkup administrasi
- Menarik Iuran (bisa menjadi tugas staf lain)

---

## **Tugas Operator**

- Menangani masalah keselamatan kelistrikan (elektrikal, mekanikal dan sipil)
- Melakukan pemeriksaan bangunan sipil PLTMH secara rutin
- Mengoperasikan PLTMH yaitu menghidupkan dan mematikan turbin
- Melakukan perawatan rutin terhadap mesin pembangkit/turbin seperti menambahkan pelumas, mencat turbin, membersihkan turbin dan lain-lain yang dianggap perlu
- Melakukan pengecekan terhadap jaringan listrik hingga ke rumah pelanggan
- Melakukan pemasangan jaringan baru atau instalasi baru di rumah-rumah
- Melakukan instalasi penambahan daya baik tetap maupun sementara (pada acara-acara khusus)
- Memberikan penerangan teknis mengenai keterbatasan PLTMH khususnya pada saat musim kemarau
- Melakukan pengecekan rutin terhadap instalasi rumah pelanggan
- Melakukan perbaikan kecil yang bisa ditangani terhadap bangunan dan peralatan PLTMH
- Menghubungi penyalur peralatan pendukung dan membina hubungan baik dengan mereka (seperti toko kabel, komponen listrik dan lain-lain)
- Membina hubungan baik dengan pabrik turbin
- Merencanakan pemeliharaan besar turbin dan perlengkapannya
- Merencanakan pengeluaran untuk bagian teknis
- Memelihara dan menjaga alat bantu kerja dan mencatat jumlah dan keadaannya (alat Bantu seperti kunci pas dan lain-lain)
- Mencatat semua kejadian yang ada berkaitan dengan PLTMH dalam buku catatan harian / log book
- Melakukan penagihan iuran bulanan kepada pelanggan
- Memberikan pelayanan tambahan jika diperlukan seperti penyewaan listrik pada acara besar, pengisian baterai aki dan lain-lain

## **Hak Pengurus Harian**

- Ketua Pengurus berhak mendapat honor bulanan sebesar Rp. ....
- Sekretaris dan Bendahara berhak mendapatkan honor bulanan sebesar Rp.....
- Operator berhak mendapat gaji bulanan sebesar Rp.... Per orang
- Honor dan gaji dapat disesuaikan jumlahnya jika disetujui oleh pelanggan melalui rapat tahunan
- Honor diberikan setiap akhir bulan

## **Pengangkatan Pengurus Baru**

### **Pemilihan Pengurus Baru**

- Pengurus baru dapat dipilih jika pengurus yang berjalan sudah melakukan ..... kali berturut-turut periode kepengurusan
- Pengurus baru dapat dipilih jika pengurus yang berjalan mengundurkan diri atau tidak mampu lagi melakukan tugasnya
- Pengurus baru dapat dipilih jika pengurus yang berjalan telah melakukan penyelewengan tanggung jawab
- Badan Pengawas dapat mengajukan usul pemilihan pengurus baru jika terdapat pengurus yang menyelewengkan tanggung jawab
- Pemilihan pengurus baru dilakukan dengan mekanisme pemilihan yang terbuka pada rapat anggota bersama seluruh pelanggan
- Pemilihan pengurus baru bisa dilakukan jika 2/3 jumlah pelanggan hadir dalam rapat anggota

### **Syarat Pengurus Baru**

- Beragama
- Lebih banyak bekerja daripada bicara
- Dikenal oleh masyarakat dalam hal yang baik dan benar
- Memiliki kepribadian yang dipercaya oleh masyarakat
- Mempunyai pendidikan yang cukup, minimal lulus Sekolah Menengah Pertama (SMP) atau sederajat dan mau belajar
- Khusus bagi operator, paling tidak mengenal permesinan dan kelistrikan atau memiliki pendidikan sekolah teknik menengah (STM) listrik atau mesin
- Mampu mengajak masyarakat untuk bergotong royong
- Mau berjanji untuk menjalankan tugas dengan baik dan benar
- Sesuai dengan tugasnya, memiliki kemampuan dasar tata buku, surat menyurat, dan teknis (mengetahui mesin)

---

## Bab 2. OPERASI PLTMH

### Waktu Operasi

PLTMH dioperasikan dari jam .....hingga jam.....

## Bab 3. SAMBUNGAN LISTRIK

### Penyambungan Baru

#### Penyambungan Baru

- Penyambungan baru adalah pemasangan jaringan listrik di dalam rumah pelanggan, industri atau fasilitas sosial yang sebelumnya belum menjadi pelanggan PLTMH
- Sambungan baru yang diberikan dikategorikan
  - 220 VA dengan ....(angka) buah titik lampu lengkap bersama tempat lampu (fitting) dan ....(angka) buah stop kontak (colokan listrik)
  - 110 VA dengan ....(angka) buah titik lampu lengkap bersama tempat lampu (fitting) dan ....(angka) buah stop kontak (colokan listrik)
  - 1000 VA 3 fasa atau lebih besar untuk kegiatan produktif tanpa kabel dan perlengkapan lain
  - 1000 VA 3 fasa atau lebih untuk pemakaian komersil tanpa kabel dan perlengkapan lain
- Lampu disediakan oleh pengurus PLTMH berupa lampu hemat energi

#### Iuran awal

- Setiap penyambungan baru untuk rumah tangga dikenakan iuran awal sebesar .....(jumlah uang). Iuran awal ini akan menutup biaya-biaya antara lain
  - Fitting Lampu
  - Stop Kontak
  - Kabel
  - Lampu
  - Tabungan awal untuk keadaan darurat dan sebagai modal awal pengelola PLTMH
- Sambungan untuk kegiatan produktif dan kegiatan komersil akan dikenakan iuran awal sebesar .....(jumlah uang) untuk setiap 1000 VA. Iuran awal ini akan menutup biaya-biaya antara lain:
  - Instalasi

- 
- Alat keamanan (MCB dll.)
  - Tabungan awal untuk keadaan darurat dan sebagai modal awal pengelola PLTMH

Kelebihan iuran akan disimpan di dalam rekening bank dan merupakan modal awal pengelola PLTMH. Dana tersebut akan meningkat jumlahnya dengan tambahan pendapatan dari iuran bulanan hanya boleh digunakan untuk perbaikan dan perawatan.

#### Syarat teknis

- Penyambungan baru boleh dilakukan jika daya tersambung yang ada belum mencapai 9/10 kapasitas pembangkitan nominal PLTMH
- Jarak penyambungan baru dari tiang terdekat tidak lebih dari .....(maksimum 25 meter) meter

#### Siapa yang melakukan penyambungan

- Yang berhak melakukan penyambungan adalah pengurus PLTMH dalam hal ini operator (untuk sambungan rumah, industri, komersil maupun social)

### Penambahan Daya

#### Penambahan Daya

- Penambahan daya adalah meningkatkan besar sambungan ke rumah dari watt kecil ke watt yang lebih besar misalnya dari 110 VA menjadi 220 VA
- Penambahan daya boleh dilakukan jika kapasitas daya tersambung ke PLTMH tidak lebih dari 9/10 kapasitas pembangkitan nominal PLTMH
- Tarif harus diatur kembali jika melakukan penambahan daya

#### Siapa yang melakukan instalasi

- Yang berhak melakukan instalasi penambahan daya adalah pengurus PLTMH dalam hal ini adalah operator

### Penggunaan Listrik Pada Acara-Acara Khusus

#### Biaya Penambahan Daya Pada Acara Khusus

- Dalam kesempatan-kesempatan tertentu seperti hajatan dimungkinkan untuk menambah daya secara temporer

- 
- Penambahan daya temporer diperbolehkan maksimal .....VA
  - Biaya penambahan daya adalah .....(jumlah uang)

#### Siapa yang melakukan instalasi

- Yang berhak melakukan instalasi penambahan daya sementara adalah pengurus PLTMH dalam hal ini adalah operator

#### Syarat teknis

- Penambahan daya boleh dilakukan jika kapasitas daya tersambung ke PLTMH tidak lebih dari 9/10 kapasitas pembangkitan nominal PLTMH

## Bab 4. INSTALASI RUMAH DAN PENCURIAN LISTRIK

### Instalasi Jaringan Rumah

#### Siapa yang berhak pasang

- Instalasi jaringan baru di dalam rumah harus dilakukan oleh operator
- Setiap pelanggan berhak memasang sendiri jaringan di dalam rumah dengan pengawasan dari pengurus PLTMH dalam hal ini operator
- Pengawasan operator penting untuk menjaga aspek keamanan instalasi dalam rumah
- Setiap pelanggan yang ingin memasang jaringan tambahan di dalam rumah harus melaporkan kepada pengurus PLTMH
- Operator berhak mencek instalasi jaringan dalam rumah

### Pencurian Listrik

#### Definisi Pencurian Listrik

- Mengambil sambungan listrik dari rumah tetangga
- Meningkatkan daya dengan tidak melapor secara resmi
- Mendapatkan aliran listrik tanpa mendaftar kepada pengurus PLTMH
- Definisi dapat dikembangkan untuk dapat mencakup cara pencurian listrik baru

---

### Sanksi Pelanggaran

- Sambungan akan diputus oleh pengurus PLTMH dengan disaksikan oleh perwakilan anggota
- Bagi yang mencuri hanya akan diperkenankan menyambung kembali setelah .....bulan sejak diputuskan, dan harus membayar biaya sambungan baru sebesar .....kali biaya sambungan normal

## Bab 5. TARIF LISTRIK

### Tarif Listrik PLTMH

#### Dasar perhitungan

Dasar perhitungan tariff adalah bahwa tariff harus mampu menutup semua biaya-biaya. Biaya tergantung kepada kondisi spesifik lokasi dan skema pendanaan PLTMH (apakah dari pemerintah atau komersil).

#### Tarif pada saat ini

#### Perubahan Tarif

#### Penarikan Iuran Listrik

#### Kapan

- Penarikan iuran listrik dilakukan setiap bulan
- Penarikan dilakukan pada awal bulan berikutnya contoh:
  - Pemakaian bulan Januari ditagihkan pada awal bulan Februari
  - Pemakaian bulan Juni ditagihkan pada awal bulan Juli
- Penarikan dilakukan oleh .....(siapa) hingga .....(tanggal) bulan berjalan
- Pelanggan diminta untuk membayar ke lokasi tertentu kecuali jika ada aturan lain

#### Tunggakan dan Sanksi

- Jika pelanggan telat membayar maka denda pembayaran adalah .....(jumlah uang).
- Jika pelanggan tidak membayar tagihan untuk .....bulan sambungan akan diputus sementara. Jika tagihan dan denda sudah dibayar maka sambungan akan dikembalikan lagi

- 
- Jika pelanggan tidak membayar tagihan berturut-turut selama .....bulan maka sambungan diputus sama sekali dan untuk menyambung kembali calon pelanggan akan dianggap sebagai pelanggan baru

## **PENGELOLAAN PLTMH**

### **Pengelolaan Dana PLTMH**

#### **Penyimpanan Dana**

- Dana hasil iuran awal maupun iuran bulanan maupun dari pendapatan lain harus disimpan di bank
- Rekening bank harus di atasnamakan lembaga pengelola dan bukan perseorangan
- Rekening bank harus ditandatangani oleh 2 orang yaitu Ketua Pengurus PLTMH dan Bendahara PLTMH
- Jika ketua PLTMH telah diganti maka pengurus baru harus mengurus penggantian tanda tangan ke bank bersangkutan

#### **Penggunaan Dana**

- Penggunaan dana PLTMH harus berdasarkan perencanaan pengeluaran yang disusun oleh tiap bagian kepengurusan PLTMH
- Sekretaris harus menyusun rencana pengeluaran bulanan dan tahunan untuk bidang kesekretariatan seperti:
- Bendaharan harus menyusun rencana pengeluaran dan pendapatan total kepengurusan PLTMH baik secara tahunan maupun bulanan dan memberikan persetujuan
- Operator harus menyusun rencana pengeluaran bulanan dan tahunan untuk bidang teknis seperti:
- Rencana penggunaan dana harus disetujui oleh ketua pengurus PLTMH dan Bendahara
- Rencana pengeluaran bulan yang akan datang harus diserahkan kepada bendahara .....minggu sebelum tanggal 1 bulan baru

---

## **PERTANGGUNGJAWABAN**

### **Pertanggungjawaban Pengurus Harian**

#### **Pertanggungjawaban rutin**

- Pengurus wajib memberikan laporan pertanggungjawaban rutin kepada pelanggan minimal satu kali dalam sebulan
- Pertanggungjawaban rutin bisa diberikan secara lisan di depan pelanggan
- Pertanggungjawaban tertulis diberikan khususnya untuk pertanggungjawaban keuangan bulanan melalui media papan pengumuman terbuka yang bisa dilihat pelanggan dengan leluasa

#### **Laporan keuangan**

- Laporan keuangan dibagi menjadi laporan tahunan dan laporan bulanan
- Laporan tahunan dibuat pada akhir tahun yaitu pada bulan desember
- Laporan bulanan dibuat setiap akhir bulan
- Laporan keuangan baik tahunan maupun bulanan harus dilaporkan kepada pelanggan
- Laporan bulanan melaporkan mengenai pendapatan dan pengeluaran bulan berjalan dan jumlah tunggakan jika ada
- Laporan bulanan juga diletakkan di lokasi yang mudah dijangkau sebagian besar pelanggan seperti di papan pengumuman di kantor kepala desa atau di masjid
- Laporan tahunan melaporkan pendapatan dan pengeluaran tahun berjalan dan jumlah tunggakan jika ada
- Laporan tahunan dijabarkan dalam rapat tahunan yang dilaksanakan paling tidak 1 tahun sekali pada akhir tahun

#### **Pelaporan Rutin**

- Laporan rutin terdiri dari laporan rutin bulanan dan laporan rutin tahunan
- Laporan rutin melaporkan mengenai hal-hal berikut ini:
  - Jumlah pelanggan
  - Keadaan fisik PLTMH
  - Jumlah pelanggan yang menunggak
  - Aktivitas pengurus PLTMH yang lain
  - Aktivitas pemeliharaan dan perbaikan yang telah dilakukan
  - Kejadian-kejadian yang patut dicatat berkaitan dengan PLTMH

- 
- Laporan rutin diberikan oleh pengurus kepada pelanggan paling tidak secara lisan dalam acara-acara formal maupun informal di desa setiap bulan sekali
  - Laporan rutin tahunan diberikan secara tertulis setahun sekali oleh pengurus kepada pelanggan dalam rapat tahunan bersama-sama laporan keuangan tahunan
  - Laporan rutin tahunan berisi antara lain
    - Perkembangan jumlah pelanggan
    - Besar daya yang telah tersambung
    - Keadaan peralatan PLTMH dan sarana pendukung lainnya
    - Perkembangan aktivitas pengurus PLTMH
    - Aktivitas pemeliharaan dan perbaikan yang telah dilakukan dalam satu tahun
    - Kejadian penting yang patut dicatat berkaitan dengan PLTMH lengkap dengan waktu dan tanggal
    - Berita acara setiap rapat yang dilakukan oleh pengurus PLTMH
    - Keputusan-keputusan yang telah ditetapkan oleh pengurus PLTMH.

Nama Desa, Tanggal.....

**Badan Perwakilan**

Nama 1.....tanda tangan

Nama 2.....tanda tangan

Nama #.....tanda tangan

**Badan Penasehat**

Kepala Desa.....tanda tangan

Kepala Perwakilan Desa.....tanda tangan

**Pengelola**

Ketua.....tanda tangan

Sekretaris .....tanda tangan

Bendahara .....tanda tangan

Operator.....tanda tangan

---

## 4. CONTOH PERHITUNGAN TARIF

Prinsip perhitungan tarif

Perhitungan tariff pada dasarnya adalah sederhana. Hal pertama yang perlu diketahui adalah apa saja biaya yang rutin dikeluarkan. Biaya rutin atau bisa disebut pengeluaran operasional adalah semua pengeluaran untuk operasi PLTMH. Yang termasuk dalam jenis pengeluaran ini adalah:

1. Gaji
2. Biaya perawatan rutin
3. Transport
4. Administrasi.

Jenis pengeluaran lain adalah cicilan hutang. Jika memiliki hutang maka pengelola PLTMH perlu membayarnya. Cicilan dianggap sebagai biaya.

Jenis pengeluaran ketiga adalah pengeluaran wajib. Yang termasuk dalam jenis pengeluaran ini adalah:

1. Pajak pendapatan
2. Sumbangan ke desa atau ke masyarakat.

Setelah mengetahui semua pengeluaran yang mungkin dan jumlah tiap pengeluaran itu langkah selanjutnya adalah mengetahui jumlah uang yang harus masuk ke tabungan.

Aturan utama adalah biaya operasional akan ditutupi sebesar 60% dari pendapatan rutin karena 40% dari pendapatan rutin harus dimasukkan ke bank.

Untuk mendapatkan jumlah pendapatan rutin yang harus diperoleh maka rumus berikut ini bisa dipergunakan:

$$\text{Kebutuhan Pendapatan} = \frac{\text{Pengeluaran Operasional} \times 100}{60}$$

Dengan rumus di atas akan diketahui jumlah pendapatan yang diperlukan.

Selanjutnya diperlukan informasi mengenai jumlah pelanggan atau potensi jumlah pelanggan. Dengan mengetahui jumlah pelanggan maka tariff tetap

---

diketahui yaitu dengan membagi nilai **Kebutuhan Pendapatan dengan Jumlah Pelanggan.**

Informasi apa yang perlu didapatkan?

Jenis informasi yang diperlukan tergantung kepada implementasi tariff. Jika tariff berdasarkan penggunaan energi (kWh) maka informasi yang dibutuhkan lebih banyak. Informasi yang diperlukan antara lain:

**Biaya-Biaya**

1. Berapa banyak pengeluaran gaji
2. Berapa banyak pengeluaran administrasi
3. Berapa banyak pengeluaran perawatan
4. Berapa banyak pengeluaran hutang
5. Berapa banyak pengeluaran wajib
6. Berapa banyak pengeluaran lainnya.

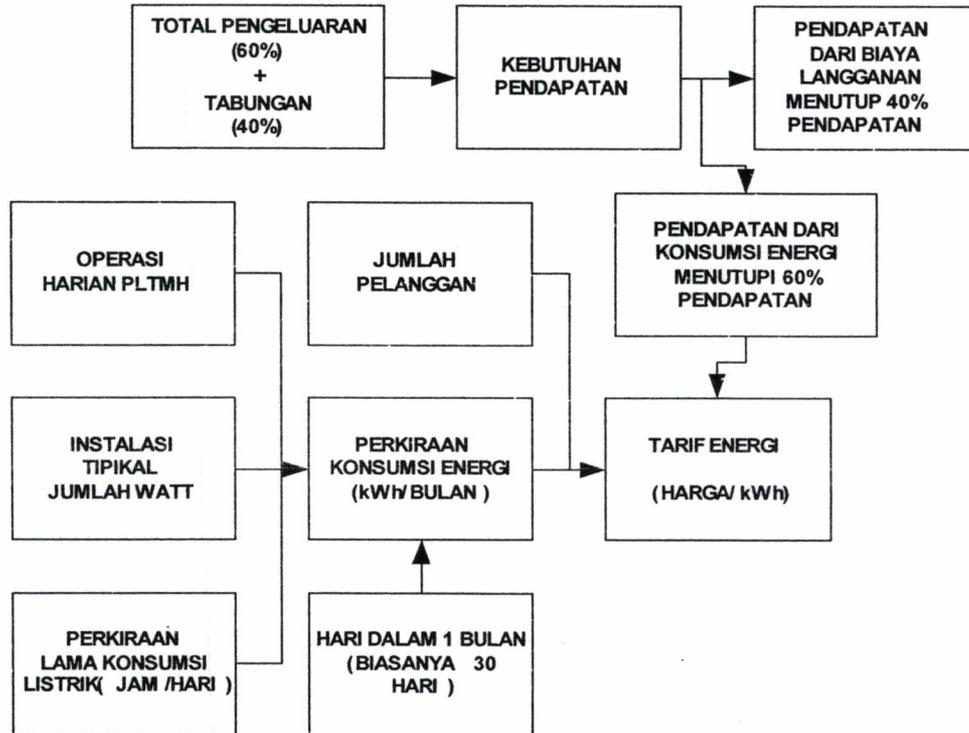
**Pelanggan**

1. Berapa banyak jumlah pelanggan
2. Berapa banyak pelanggan untuk tiap jenis sambungan (rumah tangga, komersil, industri)
3. Apa saja standar instalasi untuk tiap jenis pelanggan (jumlah lampu, watt dll.)
4. **Kemampuan membayar pelanggan**

**Operasi PLTMH (berkaitan erat dengan skema tariff berdasar penggunaan energi)**

1. Berapa lama dalam sehari PLTMH akan beroperasi
2. Berapa lama dalam sehari pelanggan PLTMH akan menggunakan listriknya.

### Penjelasan perhitungan tariff berdasarkan penggunaan energi



Dalam perhitungan tariff berdasar penggunaan energi terdapat 2 komponen utama yaitu:

1. **Tariff dasar atau Iuran Langganan.** Adalah seperti tariff tetap bulanan. Semakin besar kelas sambungan maka besar tariff dasar juga meningkat. Contoh 450 VA membayar Rp.10.000 per bulan dan 900 VA membayar Rp.20.000 per bulan untuk tariff dasar. Tarif dasar harus mampu menutup 40% dari pendapatan rutin khususnya untuk simpanan untuk keadaan mendesak
2. **Tariff energi atau tariff konsumsi listrik.** Tarif ini merupakan pendapatan yang berubah-ubah tergantung kepada konsumsi listrik pelanggan. Diharapkan 60% dari pendapatan rutin diperoleh dari tariff energi ini. Dalam menghitung tariff energi menggunakan nilai perkiraan konsumsi listrik yang paling aman.

**Contoh:**

- PLTMH beroperasi selama 12 jam
- Instalasi tipikal mempunyai 50 watt untuk lampu
- Perkiraan waktu pemakaian adalah 6 jam. Angka 6 jam dianggap aman karena tidak selamanya (12 jam) pelanggan akan menggunakan listrik
- Ada 30 hari dalam satu bulan
- Ada 150 orang pelanggan

Menggunakan angka-angka di atas maka perkiraan konsumsi energi adalah 1.350.000 watt jam atau 1.350 kWh. Mengetahui nilai perkiraan pendapatan dari penggunaan energi maka tariff per kWh bisa ditentukan yaitu dengan membagi nilai perkiraan pendapatan dengan nilai perkiraan konsumsi energi per bulan.

Pengelola PLTMH harus menghitung dengan scenario lain untuk memperhitungkan jenis sambungan yang lain.

Penjelasan perhitungan tariff tetap

Perhitungan untuk tariff jenis ini lebih mudah karena informasi yang dibutuhkan lebih sedikit:

1. Jumlah pelanggan
2. Kebutuhan pendapatan.

Setelah memiliki informasi tariff dapat dihitung dengan membagi kebutuhan pendapatan (lihat rumus di atas) dengan jumlah pelanggan. Jika terdapat kelas sambungan yang berbeda misalnya 110 VA, 220 VA, 450 VA dan seterusnya, maka prosedur di bawah ini bisa dipergunakan:

1. Kumpulkan data jumlah pelanggan setiap kelas sambungan
2. Pakai kelas sambungan paling kecil (misal 110 VA seperti contoh di atas) sebagai dasar perhitungan

---

Prinsipnya adalah tariff untuk kelas sambungan yang lebih tinggi harus lebih mahal daripada tariff kelas sambungan yang lebih rendah. Contoh: tariff 110 VA adalah Rp.10.000 maka tariff untuk 220 VA adalah Rp.20.000

3. Jadikan jumlah pelanggan kelas sambungan tinggi menjadi setara untuk kelas sambungan paling rendah
4. Bagi besar kebutuhan pendapatan dengan jumlah total pelanggan (jumlah pelanggan perhitungan bukan jumlah pelanggan yang asli).

Contoh:

1. Ada dua macam kelas sambungan yaitu 110 VA dan 220 VA. Jumlah pelanggan 110 VA adalah 100 orang, 220 VA adalah 75 orang. Pergunakan 110 VA sebagai dasar hitungan
2. Karena tariff 220 VA harus dua kali lebih besar daripada tariff 110 VA maka satu pelanggan kelas 220 VA setara dengan dua pelanggan kelas 110 VA
3. Konversi jumlah pelanggan untuk kelas 220 VA menjadi 75 pelanggan setara dengan 150 pelanggan 110 VA sehingga jumlah pelanggan total adalah 250 pelanggan ( $100+150 \rightarrow$  terhitung dan bukan yang asli)
4. Kebutuhan pendapatan adalah Rp.7.500.000 per bulan sehingga tariff untuk kelas 110 VA adalah Rp.7.500.000 dibagi 250 sama dengan Rp.30.000 per bulan
5. Tarif akhirnya menjadi Rp.30.000 per bulan untuk kelas 110 VA dan Rp.60.000 per bulan untuk kelas 220 VA (2 kali Rp.30.000).

#### Perubahan Tarif

Tarif harus dirubah sesuai dengan perubahan biaya-biaya seperti contohnya perubahan harga suku cadang. Perubahan pada umumnya adalah berarti peningkatan besar tariff. Perubahan tariff harus sesuai dengan sinyal harga yang ada. Sinyal harga bisa menggunakan berbagai macam harga seperti: harga beras, harga minyak tanah, harga transportasi dll. Sinyal harga harus dipilih yang tidak terlalu sering berubah-ubah (misalnya harga minyak tanah) dan

---

tidak ada kemungkinan untuk turun. Umumnya dipergunakan sinyal harga berupa harga minyak tanah.

Perubahan tariff harus mempertimbangkan kemampuan membayar dari pelanggan.

## 5. PENGOPERASIAN DAN PEMELIHARAAN PLTMH

### A. PETUNJUK PENGOPERASIAN

#### A.1. Pengontrolan Berkala Harian

- ☐ Kontrol tingkat pemanasan (temperatur) bearing (bantalan poros).
- ☐ Kontrol Turbin (frame) dan katup jika terjadi kebocoran.
- ☐ Kontrol tegangan (voltage) generator, arus beban, tegangan ballast dan frekuensi (terutama pada sore hari pada saat beban puncak) untuk over load, hubungan pendek (short circuit) dan kelainan yang ada.

#### A.2. Pengontrolan Berkala Mingguan

- ☐ Perhatikan panjang saluran pembawa dan kontrol apakah terdapat kelainan-kelainan seperti kebocoran, hambatan, dan kemungkinan longsor.
- ☐ Kontrol bak penenang dan bak pengendap, perhatikan apakah terdapat kebocoran, kerusakan, hambatan atau erosi tanah.

#### A.3. Pengontrolan Berkala Bulanan

- ☐ Perhatikan sepanjang pipa pesat (penstock) dan periksa apakah terdapat kebocoran pada flange, tempat pengelasan serta erosi tanah pada pasangan dudukan penstock.
- ☐ Sentuh dan rasakan kabel pada generator, NFB, ELC dan Ballast, apakah terjadi pemanasan yang berlebihan dan periksa sambungan-sambungan kabel apakah terjadi perubahan warna (pernah mengalami panas yang berlebihan).

---

#### A.4. Proses Menyalakan dan Mematikan

##### ☞ Menyalakan

- Ubah posisi NFB menjadi OFF
- Buka penutup pintu air (*gate valve*) pada bak penenang
- Buka katup Turbin (*guide vane*) secara 'perlahan-lahan'. Tekan tombol START pada Overvoltage trip pada waktu yang bersamaan. Pada saat tegangan generator menunjukkan angka 150 volt akan terdengar bunyi 'klik' yang menandakan bahwa relay eksitasi telah berfungsi.
- Lepaskan tombol START dan secara 'perlahan-lahan' buka katup Turbin. Ballast Voltmeter akan mulai bekerja, sementara tegangan dan kecepatan generator tetap. Keadaan ini harus berlangsung selama 10 detik atau lebih untuk kemudian membuka katup Turbin sepenuhnya.
- Sambungan beban utama dengan merubah posisi NFB menjadi ON.
- Jika tegangan Ballast menurun menjadi '0' volt, maka terdapat cukup daya yang dibangkitkan atau terlalu banyak beban pada sistem. Load kontrol tidak dapat menahan generator agar berkecepatan konstan.
- Kontrol tekanan air (*head pressure*) pada pressure gauge 30 menit kemudian untuk memastikan apakah tidak terjadi penurunan muka air di bak. Jika terjadi penurunan dibawah tekanan statik (*static pressure*) maka katup Turbin telah dibuka terlalu besar atau tidak terdapat cukup air yang masuk ke dalam bak penenang (periksa dan pastikan). Bila hal ini terjadi maka tutup katup Turbin secara 'perlahan-lahan' sampai tekanan air menjadi normal kembali.
- Sepanjang siang hari penggunaan beban biasanya lebih rendah dibanding sore dan malam hari (disebut 'beban puncak'). Oleh

---

sebab itu bukaan katup Turbin dapat diperkecil. Sebelum terjadi kenaikan beban pada beban puncak, bukaan katup Turbin harus diperbesar.

📁 **Mematikan**

- Tutup katup Turbin secara 'perlahan-lahan' (tidak lebih cepat dari 5 detik).
- Tutup katup bak penenang (pintu air).
- Ubah posisi NFB menjadi OFF.

**A.5. Optimasi Daya Keluaran (Debit Rendah pada Musim Kemarau)**

Sepanjang musim kemarau perhatian khusus harus diberikan untuk menjamin bahwa seluruh air yang dibutuhkan dapat masuk pada saluran intake dan tidak terdapat kebocoran. Jika terjadi penurunan debit dari yang direncanakan maka akan terjadi penurunan keluaran daya pada saat normal. Untuk memelihara keluaran daya maksimum yang memungkinkan, sangat penting untuk membuka katup Turbin pada posisi yang tepat. Kalau bukaan kecil maka keluaran daya akan rendah meskipun terdapat air yang cukup di bak penenang. Kalau bukaan terlalu besar, tekanan air (*head pressure*) akan menurun dan udara akan masuk sehingga daya keluaran akan menurun secara tajam.

**A.6. Pembacaan Meteran (untuk Beban ke Konsumen dan Daya Keluaran)**

Meteran (alat ukur) di rumah pembangkit dapat dipergunakan untuk menghitung secara kasar beban ke konsumen dan total daya keluaran dari fasilitas pembangkit.

❖ **Untuk beban ke konsumen**

Baca tegangan generator serta beban arus R, Y, B yang tercantum pada masing-masing meter.

Sebagai contoh :

---

Tegangan generator	= 226 Volt
Arus R	= 63 Ampere
Arus Y	= 71 Ampere
Arus B	= 55 Ampere

Maka beban ke konsumen dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P &= [(V_g \times A_1) + (V_g \times A_2) + (V_g \times A_3)] \\ &= [(226 \times 63) + (226 \times 71) + (226 \times 55)] \\ &= [14.238 + 16.046 + 12.430] \\ &= 42.714 \text{ Watt} \quad \Leftrightarrow \quad 42.7 \text{ kW} \end{aligned}$$

❖ **Daya keluaran**

Jika switch utama pada posisi OFF, baca tegangan ballast R, Y, B sebagai contoh :

Tegangan ballast R (A1) = 183 Volt

Tegangan ballast Y (A2) = 176 Volt

Tegangan ballast B (A3) = 183 Volt

Tegangan statis ballast (V<sub>b</sub>) adalah 240 Volt

Setiap fasa ballast load total 15 kW

Maka daya yang dibangkitkan dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P &= \left[ \left( \frac{A_1}{V_b} \right)^2 + \left( \frac{A_2}{V_b} \right)^2 + \left( \frac{A_3}{V_b} \right)^2 \right] \times 15 \text{ kW} \\ &= \left[ \left( \frac{183}{240} \right)^2 + \left( \frac{178}{240} \right)^2 + \left( \frac{183}{240} \right)^2 \right] \times 15 \text{ kW} \end{aligned}$$

---

$$\begin{aligned} &= [0.581 + 0.550 + 0.653] \times 15 \text{ kW} \\ &= [1.694] \times 15 \text{ kW} \\ &= 25.4 \text{ kW} \end{aligned}$$

#### A.7. Putaran Turbin Terhambat

Jika benda yang cukup besar masuk ke dalam *penstock*, benda tersebut dapat menghambat Turbin. Benda ini dapat menghalangi semburan air, sehingga daya keluaran menjadi turun. Hambatan Turbin dapat dideteksi dengan putaran yang tidak beraturan dan suara normal putaran Turbin yang mengalami perubahan.

Untuk menghilangkan hambatan ini, *penstock* harus dikosongkan dengan menutup pintu air pada bak penenang. Jika tidak terdapat, pintu air dapat disumbat. Setelah itu, penutup bagian atas (*top cover*) Turbin dapat diangkat dan runner dapat dibersihkan dari segala macam kotoran.

### B. PETUNJUK PERAWATAN

#### B.1. Bendung

##### *Deskripsi*

Bendung (*weir*) diletakkan/dibuat melintang arah aliran air untuk mendapatkan jumlah air yang dibutuhkan oleh turbin. Pada bendung biasanya terdapat pintu air untuk membersihkan sedimen-sedimen kasar yang terbawa oleh air.

##### *Pekerjaan perawatan*

Setelah setiap musim hujan berlalu, bendung (*weir*) harus diperhatikan secara seksama, bendung yang menggunakan bronjong seringkali harus mengalami perbaikan-perbaikan. Sepanjang musim kemarau kontrol, apakah terdapat kebocoran-kebocoran pada bendung. Jika terjadi

banyak kebocoran 'harus' segera diperbaiki. Biasanya bendung bronjong dapat tahan selama 5 tahun sebelum harus diperbaiki kembali, sedangkan untuk bendung tetap biasanya dapat tahan untuk jangka waktu 20 tahun.

## B.2. Intake

### *Deskripsi*

Intake adalah bangunan untuk menyadap air yang akan dialirkan ke Turbin. Pada intake biasanya terdapat saringan untuk menahan kotoran.

### *Pekerjaan perawatan*

Periksa apakah pada bangunan intake terdapat kebocoran. Bersihkan kotoran-kotoran yang menyangkut pada saringan yang menghalangi air untuk masuk.

## B.3. Bak Penutup

### *Deskripsi*

Pada bak pengendap, air akan mengalami perlambatan sehingga partikel yang kecil (diatas 0,3 mm) dapat mengendap di dasar kolam. Partikel ini harus dihilangkan dari air yang akan memasuki turbin karena dapat menyebabkan runner turbin mengalami pengerusan (terganggu). Bak pengendap ini kadang kadang juga berfungsi sebagai bak penenang. Pintu air yang terdapat pada bak ini dimaksudkan untuk menguras endapan-endapan yang terjadi. Pengurasan harus dilakukan setiap 2 atau 3 hari sekali.

### *Pekerjaan perawatan*

Pengontrolan secara berkala untuk melakukan pengurasan.

---

#### B.4. Saluran Pembawa ( Bila ada pada sistem PLTMH )

##### *Deskripsi*

Saluran pembawa adalah saluran yang membawa air dari intake ke bak pengendap atau bak penenang sehingga mengurangi daya infiltrasi.

##### *Pekerjaan perawatan*

Saluran pembawa biasanya berlokasi pada daerah yang cukup terjal dan mempunyai kecenderungan untuk longsor. Oleh sebab itu pengontrolan secara berkala harus dilakukan untuk mencegah kebocoran atau kelemahan kelemahan lainnya.

#### B.5. Pipa Pesa (Penstock)

##### *Deskripsi*

Penstock berfungsi untuk menghantarkan air dari bak penenang ke turbin tanpa kehilangan massa maupun tekanan. Diameter penstock tergantung dari debit maksimum yang dibutuhkan. Setiap segmen penstock dihubungkan dengan flange dan disambungkan dengan mur dan baut. Karet packing dipasang diantara flange. Pada kondisi tertentu dimana pemuaian dan pengerutan penstock sangat besar sehingga tidak dapat terakomodir oleh penstock sehingga penstock tidak dapat tersangga dengan baik pada tempatnya. Maka dari itu dibutuhkan penyangga penstock yang memiliki spesifikasi tertentu yang dapat menjaga penstock agar tetap tersangga dengan baik dan dapat berfungsi dengan baik pula.

##### *Pekerjaan perawatan*

Kontrol penstock setiap minggu, apakah terdapat kebocoran atau keretakan. Jika keluar melalui flange, kencangkan baut dan mur. Jika

kebocoran masih terjadi atau terdapat keretakan pipa hubungi perusahaan yang terkait. Kontrol setiap 1 tahun sekali dan pastikan bahwa tidak ada air yang mengalir melalui bagian bawah dudukan penstock. Secara berkala potonglah rumput/tumbuhan lainnya yang tumbuh disekitar pipa. Pastikan pula tidak ada tanah atau gundukan tanah yang menempel pada pipa karena ini akan mempermudah proses karat (korosi). Lakukanlah pegecatan paling lambat 2 tahun sekali, hal ini untuk memperlambat proses karat.

## B.6. Turbin

### *Deskripsi*

Di dalam turbin terjadi konversi energi air menjadi energi mekanik yang akan menggerakkan generator. Air bertekanan memasuki turbin melalui adapter (nozzle). Pada nozzle dipasang alat untuk mengukur besarnya tekanan air.

### *Pekerjaan perawatan*

Bearing turbin (2 buah) harus dikontrol setiap hari untuk mengetahui adanya pemanasan yang melebihi kewajaran atau adanya kebisingan/keretakan. Tambahkan pelumas sesuai dengan yang dibutuhkan. Seminggu sekali lumasi bearing. Setelah 5 tahun sebaiknya bearing tersebut diganti meskipun bearing yang ada masih dapat digunakan. Jangan biarkan turbin bekerja dengan bearing yang usang, hal tersebut akan merusak turbin bahkan generatornya. Hal ini perlu dihindarkan sebab kedua barang tersebut harganya sangat mahal. Dudukan turbin (*housing*) harus dikontrol setiap minggu untuk mencegah hal hal yang mengganggu lancarnya pengoperasian turbin. Jika terdapat kelainan perbaiki sesuai dengan kadar rusaknya.

## B.7. Generator

### *Deskripsi*

Generator mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik. Generator ini digerakan secara langsung melalui perantara belt. Untuk menghasilkan listrik, generator menghubungkan magnet permanen yang ada.

### *Pekerjaan perawatan*

Kontrol generator setiap hari untuk tingkat pemanasan yang melebihi kewajaran. Badan generator boleh menjadi hangat, tetapi seandainya telapak tangan sudah tidak dapat diletakkan di badan generator secara wajar maka hal ini sudah diluar kebiasaan. Kontrol saluran saluran ventilasi, apakah terhalangi atau tidak. Buka jendela rumah turbin jika diperlukan. Bersihkan badan generator, jika hal ini masih belum dapat menolong, segera hubungi perusahaan terkait. Setiap setahun sekali buka tutup ventilasi generator dan bersihkan dari debu debu yang menempel, sarang laba laba dan kotoran lainnya agar dapat memungkinkan udara pendingin mengalir dengan baik. Bearing generator tidak memerlukan pelumasan karena telah dibuat sedemikian rupa dan dilindungi dari pabrik pembuanya. Setelah bekerja selama 5 tahun terus menerus, maka bearing perlu untuk diganti. Kontrol setiap hari adanya kemungkinan kebisingan atau getaran yang berlebihan, jika hal ini terjadi kencangkanlah baut dan mur serta koping yang longgar. Kontrol kelurusan tata letak dngan memutar poros dengan tangan, poros harus dapat berbutar dengan mudah tanpa dipaksa. Jika terdapat getaran yang mencurigakan, hal ini harus dilakukan oleh orang yang telah berpengalaman.

## B.8. Switch dan Kabel Penghantar Daya

### *Deskripsi*

Kabel penyalur daya adalah kabel yang menghubungkan generator ke panel kontrol. Siwtch NFB dipergunakan untuk mengalirkan listrik ke pusat beban (desa/konsumen) dan juga berfungsi untuk melindungi panel kontrol dan generator jika terjadi hubungan pendek di jaringan distribusi.

### *Pekerjaan perawatan*

Kontrol setiap minggu seluruh kabel penghantar daya dengan cara menyentuh dan menggenggamnya. Kabel ini harus cukup dingin dan agak hangat. Jika hangat kencingan semua sambungan, jika sepatu kabel menjadi hitam atau berubah warna, buanglah sepatu kabel tersebut dan ganti dengan yang baru. Jaga kebersihan NFB dengan lap setiap saat yang diperlukan.

## B.9. Automatic Voltage Regulator (AVR)

### *Deskripsi*

AVR berfungsi untuk mengatru tegangan agar tetap konstan pada besaran yang diinginkan dan tidak tegantung pada kecepatan generator.

### *Pekerjaan perawatan*

Perawatan yang diperlukan oleh alat ini hanya melakukan pembersihan kotak dari luar. Jika terjadi kelainan jangan melakukan pembongkaran kotak sendiri, hubungi perusahaan yang terkait.

## B.10. Overvoltage Trip

### *Deskripsi*

Alat ini mencegah konsumen dan generator dari kejadian adanya tegangan yang berlebihan (*over voltage*). Kejadian ini hanya mungkin terjadi kalau AVR gagal/tidak berfungsi dengan baik. Alat ini terdapat dalam kotak AVR.

### *Pekerjaan perawatan*

Untuk alat ini tidak diperlukan perawatan yang kontinue.

## B.11. Panel Kontrol dan Tangki Ballast

### *Deskripsi*

Alat ini menjaga turbin dan generator dengan cara menyesuaikan daya yang terbangkit di turbin dengan beban yang diterima oleh generator. Ketika katup dibuka perlahan lahan, maka daya yang dibangkitkan oleh generator semakin lama semakin membesar. Seluruh daya yang dibangkitkan ini disalurkan oleh panel kontrol melalui ballast load. Pada saat beban desa dihubungkan, maka panel kontrol mengatur hanya beban yang tidak termanfaatkan untuk disalurkan ke ballast load. Dengan cara ini, kecepatan dan frekuensi generator akan menjadi konstan. Jika tegangan di ballast load tinggi, maka jumlah daya yang dialirkan ke pemanas besar. Jika tegangan ballast load mendekati nol, maka tidak terdapat lagi daya yang disalurkan ke konsumen. Seandainya beban pada konsumen ditambah, maka hal ini menyebabkan kecepatan generator dan tegangan akan menurun.

### *Pekerjaan perawatan*

Kontrol setiap hari jumlah air yang mengalir melalui pipa/selang dari Nozzle yang mengalirkan ke tangki ballast dan perhatikan apakah terjadi kebocoran atau tidak. Kontrol pula tangki ballastnya. Pastikan pemanas pada ballast load selalu terendam oleh air, jika tidak maka pemanas tersebut akan terbakar karena panas yang berlebih. Kontrol bagian luar panel kontrol dengan cara membersihkan kotoran-kotoran yang ada, terutama pada lubang-lubang ventilasi, agar udara dapat bebas keluar masuk ke dalam panel. Bersihkan bagian dalam (matikan terlebih dahulu semua fasilitas pembangkit) dengan cara di lap. Kontrol pula tangki ballast load, apakah terdapat kotoran atau tidak, bersihkan dengan menghilangkan sedimen yang ada.

## **B.12. Pentanahan (Grounding/Earting)**

### *Deskripsi*

Alat ini berfungsi untuk mencegah terjadinya kejutan fisik (electric shock) pada manusia jika terjadi kegagalan fungsi alat. Alat ini terdiri dari satu pipa yang ditanam didalam tanah yang dihubungkan dengan kabel netral dan penangkal petir.

### *Pekerjaan Perawatan*

Kontrol setiap tahun kabel tanah di sekitar rumah pembangkit dan sambungan-sambungannya dengan seluruh kotak metal, swith, badan generator, badan turbin dan tangki ballast load. Periksa sambungan dan kencangkan bila longgar.

### B.13. Jaringan Distribusi

#### *Deskripsi*

Jaringan distribusi adalah jaringan kabel yang berfungsi untuk mengalirkan/ menghantarkan listrik dari rumah pembangkit ke pusat beban (konsumen) dengan drop maksimum sebesar 20 Volt. Kabel yang digunakan untuk tegangan rendah adalah kabel alumunium yang berisolasi, sedangkan untuk tegangan tinggi menggunakan kabel tanpa isolasi dengan diameter yang lebih besar. Rumah konsumen dihubungkan dengan kabel jaringan ini dan diperhitug dengan cermat agar dapat diterima oleh ketiga phasa yang ada dengan seimbang.

#### *Pekerjaan Perawatan*

Kontrol setahun sekali tiang jaringan terhadap gangguan-gangguan yang diakibatkan oleh adanya tumbuhan. Pada saat yang bersamaan, kontrol pula kerusakan yang terjadi pada tiang, tiang yang rusak/bengkok harus diganti sebelum terjadi keretakan/patah.

### B.14. Switch Pembatas Daya

#### *Deskripsi*

Kabel jaringan dihubungkan ke rumah konsumendengan melalui kotak swicth pembatas daya (MCB) yang berfungsi untuk membatasi penggunaan listrik di rumah konsumen sesuai dengan daya yang diinginkan oleh konsumen dan disepakati oleh pengelola rumah pembangkit. Jika penggunaan listrik dirumah melebihi batas kemampuan MCB, naka MCB tersebut secara otomatis akan memutuskan aliran di rumah tersebut.

### ***Pekerjaan Perawatan***

Kontrol setiap bulan, apakah sambungan kabel listrik di rumah konsumen dari jaringan distribusi melalui kotak MCB atau tidak. Untuk menghindari pencurian daya, kontrol MCB dengan memberi beban di rumah tersebut 20% lebih besar dari kemampuan MCB. Bila MCB tidak mati, ganti MCB tersebut dengan MCB baru yang sesuai dengan batasan dayanya.

## **C. JADWAL PERAWATAN BERKALA TAHUNAN**

### **C.1. Pekerjaan sebelum musim hujan**

Pada saat awal musim hujan, buka pintu penguras pada intake untuk membersihkan sedimen-sedimen yang ada.

### **C.2. Pekerjaan selama musim hujan**

Kontrol saluran pembawa dan intake sampai ke bak penenang, bersihkan dari kotoran dan sampah yang masuk. Kontrol setiap endapan pada intake, buka pintu penguras agar endapan dapat dihilangkan. Lakukan pemeriksaan yang lebih teliti pada kerusakan permukaan tanah atau erosi yang terdapat di sekitar intake, saluran pembawa, saluran pengendap, bak penenang dan pipa pesat (penstock). Buka saluran pembuang pada bak penenang untuk menghilangkan sisa endapan yang ada.

### **C.3. Pekerjaan setelah musim hujan**

Kontrol semua bangunan PLTMH untuk melihat adanya kemungkinan terjadi kerusakan akibat banjir. Bersihkan endapan pada semua saluran air. Bersihkan kotoran yang menyangkut di bendung. Kontrol secara keseluruhan saluran pembawa terutama yang rawan longsor,

---

juga pada kedudukan pipa pesat dan kedudukan lainnya yang dapat tergerus oleh air hujan.

#### C.4. pekerjaan selama musim kemarau

Kontrol apakah terjadi kebocoran pada intake. Perhatikan apakah terjadi keretakan pada bak. Perhatikan apakah terdapat tanah yang basah akibat kebocoran pada saluran pembawa. Lakukanlah perubahan pada katup turbin untuk menyesuaikan dengan jumlah air yang ada di bak.

#### C.5. Perawatan tahunan

Bersihkan dan periksa saringan halus. Apakah saringan halus perlu diganti atau tidak, jika diperlukan bersihkan bak. Dua kali setahun bantalan poros turbin harus dibersihkan dengan minyak tanah dan dilumasi kembali dengan stempet. Buka tutup generator, bersihkan kotoran kotorannya dan bagian dalam bersihkan dengan lap kering. Bersihkan dan lap bagian dalam dan luar dari kotak panel kontrol AVR/Overvoltage Trip dan kotak penunjuk AVR dari debu dan kotoran lainnya. Keluarkan dan bersihkan endapan dari bak ballast. Kontrol kabel pentanahan dan sambungan sambungan yang ada. Kontrol tiang jaringan, isolasi pada kabel jaringan dan potonglah dahan pohon yang menyentuh serta menghalangi kabel. Perhatikan juga kondisi tiang, mungkin ada yang perlu diganti. Kontrol kabel dan kotak MCB pada semua rumah konsumen.

#### C.6. Pekerjaan tahunan

Bersihkan tanah diatas timbunan kabel pentanahan setiap 2 tahun sekali untu mengontrol korosi (karat), setelah dilakukan pengecekan dan perbaikan, timbun kembali dengan tanah. Setiap 2 tahun sekali periksa turbin dan pipa pesat (*penstock*). Disarankan untuk melakukan pengecatan pada pipa pesat untuk mengurangi proses korosi serta

mengganti runner turbin jika diperlukan. Periksa juga bangunan intake dan disarankan untuk melakukan perbaikan/penggantian jika diperlukan. Kontrol dudukan generator dan sambungan sambungan, lakukan perbaikan dan jika perlu lakukan penggantian. Periksa dan ganti jika diperlukan, saringan box ballast setiap 3 tahun. Lakukan pengecatan pipa pesat setiap 2 tahun sekali. Rencanakan untuk mengganti runner turbin, bantalan poros turbin dan generator, kopling (*coupling dan plummer block*), belt serta bearing setiap 5 tahun sekali. Rencanakan untuk mengganti seluruh tiang jaringan setiap 5 atau 10 tahun sekali. Rencanakan untuk mengganti/memperbaiki rumah turbin dan pipa pesat setiap 10 tahun sekali.

#### D. DAFTAR PERALATAN

Peralatan yang berkualitas baik, penting dan dibutuhkan untuk perawatan yang baik. Peralatan yang murah cenderung berkualitas kurang baik, mudah patah serta memungkinkan kerusakan pada peralatan. Penggantian peralatan yang rusak harus dilakukan secepatnya. Peralatan untuk pemeliharaan disimpan di dalam lemari rumah pembangkit, manajer bertanggung jawab dan harus tetap mengontrol.

##### D.1. Peralatan mekanikal

- ❖ Ring Spanners
- ❖ Open Spanners
- ❖ Kunci inggris
- ❖ Obeng besar, sedang, kecil
- ❖ Tang
- ❖ Palu
- ❖ Gergaji besi

##### D.2. Peralatan elektrikal

- ❖ Testpen

- ❖ Multimeter
- ❖ Solder
- ❖ Tes kit berlampu untuk ECC
- ❖ Gunting (kecil)
- ❖ Tang (kecil)

## **6. PETA LOKASI KEGIATAN**