

PEMERINTAH KABUPATEN PASAMAN BARAT
DINAS PERTAMBANGAN DAN ENERGI
Jalan Simpang Empat Padang tujuh KM 1 Kpg.Cubadak Pasaman Barat

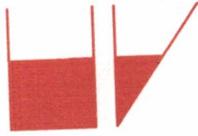
LAPORAN PEKERJAAN FS DAN DED PLTMH

JORONG :
NAGARI :
KECAMATAN :
KABUPATEN :
PROPINSI :
LUBUK SARIAK :
KAJAI :
TALAMAU :
PASAMAN BARAT :
SUMATERA BARAT :

TAHUN 2008



CV. ARSINDAH KONSULTAN
JASA KONSULTANSI PERENCANAAN & PENGAWASAN KONSTRUKSI
JASA KONSULTANSI NON - KONSTRUKSI



JALAN ARU INDAH NO. 21C LUBUK BEGALUNG - PADANG TELP. (0751) 71197

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 Talamau, 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 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 elektrikal. 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 bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Padang, Desember 2008

Bab 6 KESIMPULAN DAN SARAN

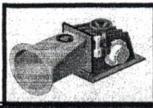
6.1	Kesimpulan.....	6.1
6.2	Saran Pengembangan	6.1

LAMPIRAN

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

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
Abstrak.....	a&iu.1
Informasi Umum.....	a&iu.2
Bab 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1.1
1.2 Tujuan.....	1.3
1.3 Ruang lingkup studi	1.3
1.4 Lokasi.....	1.4
1.5 Metodologi	1.4
1.6 Sistematika Laporan.....	1.5
Bab 2 GAMBARAN UMUM PLTMH	
2.1 Pendahuluan.....	2.1
2.2 Gambaran Umum PLTMH.....	2.4
2.3 Sistim Koneksi dan Pengontrolan PLTMH	2.7
2.4 Hubungan Antara Daya, Ketinggian dan Debit Air	2.8
Bab 3 GAMBARAN UMUM WILAYAH	
3.1 Umum.....	3.1
3.2 Lokasi dan Aksesibilitas.....	3.3
3.3 Kondisi Topografi dan Geologi.....	3.4
3.4 Kondisi Hidrologi	3.5
3.5 Penggunaan Tanah	3.5
3.6 Kondisi Sosial – Ekonomi	3.5
Bab 4 PERENCANAAN PLTMH LUBUK SARIK KAJAI	
4.1 Umum	4.1
4.2 Kebutuhan Energi Listrik	4.1
4.3 Proyeksi jumlah penduduk dan kebutuhan daya listrik....	4.8
4.4 Potensi Sumber Daya Air.....	4.9
4.5 Fasilitas Bangunan Sipil.....	4.14
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



ABSTRAK

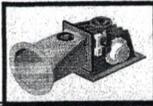
Keberhasilan pembangunan dan keberlanjutan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro dilihat dari survey studi kelayakan pembangunan PLTMH yang telah dilakukan. Karena kegiatan survey meliputi penjajagan, studi kelayakan, Desain teknis, perencanaan pembangunan, keberlanjutan dan biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan PLTMH. Sehingga hasil survey sudah dapat menjadi indikator sebuah PLTMH layak dibangun.

Laporan studi perencanaan 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 PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro)

Pekerjaan Study perencanaan PLTMH di Kabupaten Pasaman Barat dari Dinas Pertambangan Dan Energi Kabupaten Pasaman Barat perencanaan telah dilakukan penjajagan daerah yang ada potensi air, kesediaan masyarakat, sehingga ditetapkan lokasi yang akan disurvey yaitu Jorong Lubuk Sariak kenagarian Kajai Kecamatan Talamau Kabupaten Pasaman Barat Propinsi Sumatera Barat.

Kegiatan Survey meliputi persiapan sebelum kelokasi, survey kelokasi, melakukan pengukuran pengamatan pengambilan data, analisa dan evaluasi data, disain teknis, perencanaan pembangunan, penyusunan rencana anggaran biaya, penyempurnaan Program dan Laporan.

Dari Studi perencanaan ini, di Jorong Lubuk Sariak didapatkan potensi air untuk PLTMH dengan debit air 600 liter/detik. Potensi ini dimanfaatkan dari Batang Tinggam yang dialirkan melalui saluran pembawa sepanjang 201 meter. Tinggi jatuh air mempunyai ketinggian (head) 7 meter yang membangkitkan kapasitas daya sebesar 21 kW.



INFORMASI UMUM

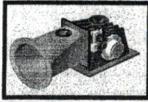
Lokasi Studi

• Provinsi	: Sumatera Barat
• Kabupaten	: Pasaman Barat
• Kecamatan	: Talamau
• Nagari	: Kajai
• Jorong	: Lubuk Sariak
• Nama Sungai	: Batang Tinggam
Tinggi jatuh kotor	: 7 meter
Tinggi Jatuh Bersih	: 4,91 meter
Disain Debit Air	: 600 liter / detik
Desain Out Put	: 21 kW
Jumlah Sambungan Rumah	: 154 rumah penduduk, 10 fasos dan fasum
Jenis PLTMH	: Run Of River
Jenis Turbin	: Propeller
Spesifikasi Tenaga Listrik	: 220 V / 50 Hz, sambungan untuk rumah
Biaya Pembangunan	: Rp. 1,632,200,000,-

**LAPORAN PEKERJAAN
FS DAN DED PLTMH LUBUK SARIAK KAJAI**

BAB 1. PENDAHULUAN





BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) pada awalnya merupakan bentuk pemanfaatan tenaga air dalam skala kecil, yang biasanya dibangun di daerah pedesaan yang tidak 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 dikeluarkannya Keputusan Menteri Energi Sumber Daya Mineral mengenai Pembangkit Listrik Skala Kecil (PSK) 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 telah mendapatkan dukungan kuat pemerintahan Kabupaten hal ini terlihat telah dibangun beberapa PLTMH dengan dana APBN, APBD dan PPK. 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. Jika kajian kelayakan sudah didapat bagaimana pembangunannya PLTMH memenuhi standarisasi agar mampu beroperasi dan dapat dimanfaatkan sampai keanak cucu.

Dan yang lebih penting dari hasil pembangunan bagaimana ada 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 di wilayah 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 $P_g = 9,8 * Q * h_g$ (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 (TO) guna menentukan beda tinggi.

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 yang diperoleh dari studi geologi 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.

1.2. Tujuan

Adapun tujuan FS dan DED ini adalah :

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 dan perencanaan pembangunan PLTMH di Kabupaten Pasaman Barat .

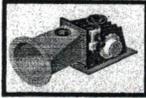
Basic — Lay out dan spesifikasi teknis dan lokasi yang layak dibangun, dapat dijadikan kerangka acuan bagi perencanaan pembangunan PLTMH selanjutnya.

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 perencanaan Pembangunan PLTMH Lubuk Sariak di Kabupaten Pasaman Barat sebagai berikut:

- Review data sekunder dan identifikasi lapangan.
- Pengukuran hidrologi dan Survey topologi untuk mendapatkan ukuran debit air , tinggi jatuhan 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)

1.4. Lokasi

Lokasi kegiatan perencanaan " PLTMH" di Lubuk Sariak Kenagarian Kaji, Kecamatan Talamau Kabupaten Pasaman Barat , Propinsi Sumatera Barat. Lokasi pembangunan PLTMH Lubuk Sariak ini terletak pada sekitar koordinat 00.11'.10,8" LU dan 99^o.54'.55,7" BT dengan ketinggian ± 300 meter dari permukaan laut.

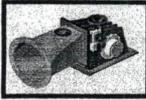
1.5. Metodologi

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 FS dan DED Pembangunan PLTMH Lubuk Sariak di Kabupaten Pasaman Barat terdiri dari yaitu:

1. **Bab 1. Pendahuluan**, yang berisikan latar belakang, tujuan dan sasaran, ruang lingkup studi, lokasi, metodologi dan sistematika laporan.
2. **Bab 2. Gambaran Umum PLTMH**, menguraikan tentang lay out PLTMH secara umum berikut dengan komponen-komponennya.
3. **Bab 3. Gambaran Umum Wilayah**, yang membahas tinjauan lokasi, aksesibilitas, kondisi topografi dan geologi, hidrologi, kondisi dan kebijakan penggunaan tanah / lahan dan menjelaskan tentang **Kondisi Sosio-ekonomi**, yang meliputi tentang kependudukan, mata pencarian, sarana, potensi ekonomi dan potensi sumber daya alam setempat.
4. **Bab 4. Perencanaan PLTMH** berisikan tentang **Kondisi Elektrifikasi**, menguraikan tentang pengadaan dan pelayanan tenaga listrik yang terdapat dilokasi studi, kebutuhan listrik saat ini dan masa yang akan datang serta kondisi kelistrikan di lokasi studi. **Potensi Sumber Daya Air**, berisikan mengenai ketersediaan air, disain head dan layout system PLTMH Lubuk Sariak. **Disain PLTMH Lubuk Sariak**, berkaitan dengan desain teknis system PLTMH. Uraian meliputi tentang komponen-komponen PLTMH Lubuk Sariak yang terdiri dari bangunan sipil, perlengkapan elektro-mekanik dan fasilitas jaringan distribusi listrik.
5. **Bab 5. Rencana Anggaran Biaya pembangunan**, berisikan Rencana Anggaran Biaya Pembangunan PLTMH Lubuk Sariak. **Penggunaan Energi untuk Kegiatan Pembangunan**, berisi rencana penggunaan listrik (tambahan pendapatan) bagi masyarakat jorong Lubuk Sariak.
6. **Bab 6. Kesimpulan**

**LAPORAN PEKERJAAN
FS DAN DED PLTMH LUBUK SARIAK KAJAI**

BAB 2. GAMBARAN UMUM PLTMH





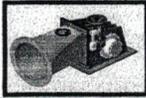
BAB 2 . GAMBARAN UMUM PLTMH

2.1 PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), biasa disebut **mikrohidro**, adalah suatu pembangkit listrik kecil yang menggunakan tenaga air dari saluran irigasi, sungai, atau air terjun alam, dengan cara memanfaatkan tinggi terjunnya (head, dalam m) dan jumlah debit airnya ($m^3/detik$). Umumnya PLTMH yang dibangun jenis run of river di mana head diperoleh tidak dengan cara membangun bendungan besar, melainkan dengan mengalihkan aliran air sungai ke satu sisi dari sungai dan menjatuhkannya lagi ke sungai pada suatu tempat dimana beda tinggi yang diperlukan sudah diperoleh. Dengan menggunakan pipa, air dialirkan ke power house (rumah pembangkit) yang dibangun biasanya dipingir sungai. Melalui nosel air akan menyembrot keluar dan memutar roda turbin (runner), kemudian air tersebut dikembalikan ke sungai asalnya. Energi mekanik dari putaran poros turbin akan diubah menjadi energi listrik oleh sebuah generator.

Sebuah skema hidro memerlukan dua hal yaitu debit air dan ketinggian jatuh (biasa disebut 'Head') untuk menghasilkan tenaga yang bermanfaat. Ini adalah sebuah system konversi tenaga, menyerap tenaga dari bentuk ketinggian dan aliran, dan menyalurkan tenaga dalam bentuk daya listrik atau daya gagang mekanik. Tidak ada sistem konversi daya yang dapat mengirim sebanyak yang diserap, sebagian daya hilang oleh sistem itu sendiri dalam bentuk gesekan, panas, suara dan sebagainya.

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 tahun.

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 :

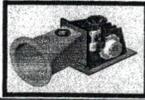
- Debit minimum yang mengalir pada saluran air/ sungai
- Perencanaan debit yang dapat digunakan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)
- Debit air pada saat banjir
- Tinggi terjun (beda tinggi/head) yang tersedia.

Potensi daya suatu lokasi dapat dihitung secara sederhana dengan persamaan:

Potensi daya air,

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

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



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

Kapasitas daya listrik terbangkit

$$P = \eta_t \cdot \eta_g \cdot \eta_{tm} \cdot 9.8 \cdot Q \cdot H_g \cdot \eta_{hloss}$$

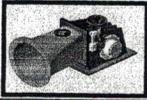
$$P = 0.5 \cdot Q \cdot H_g$$

- P = Daya listrik yang keluar dari generator (kW)
 Q = Debit aliran air (m^3/s)
 η_t = Efisiensi turbin
 η_g = Efisiensi generator
 η_{tm} = Efisiensi transmisi mekanik
 η_{hloss} = Efisiensi head (faktor head losses)
 H_g = Head kotor (tinggi terjun) (m)
0.5 = Konstanta dengan memperhitungkan efisiensi total sistem 50%

CONTOH PERHITUNGAN TEKNIS

- Suatu lokasi memiliki tinggi jatuh air = $H = 30$ meter
- Memiliki jumlah air = $Q = 500$ liter per detik atau sama dengan $0.5 m^3$ per detik
- Jika percepatan gravitasi = $G = 9,8$ m per detik²
- Efisiensi pembangkitan = $E = 50\%$, maka, Power = P

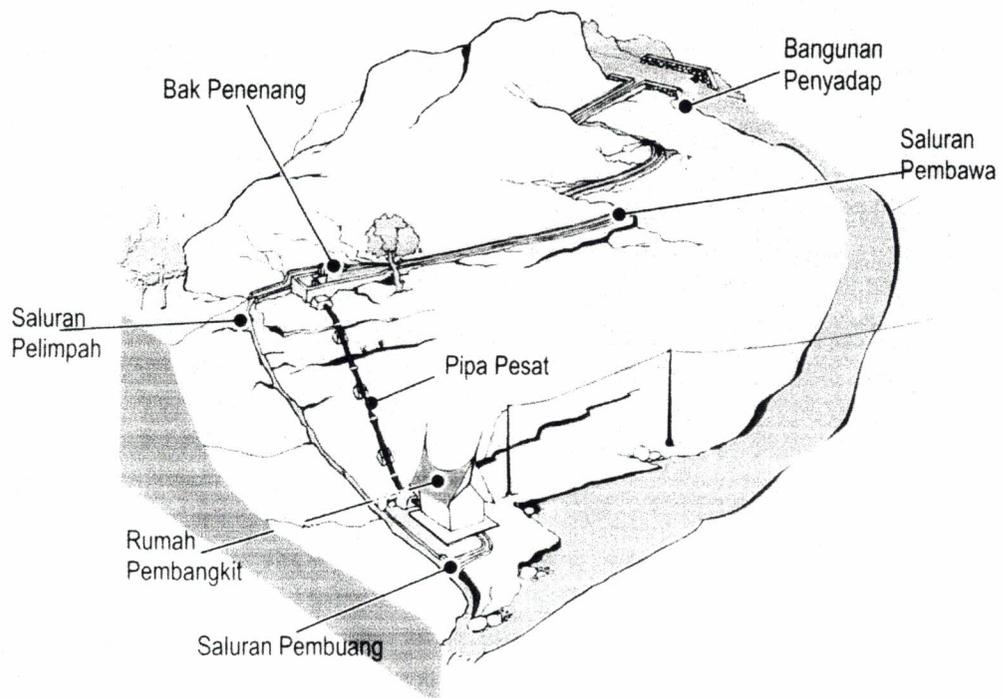
$$P = E \times Q \times H \times G \text{ kilo Watt}$$



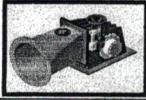
$$P = 0,5 \times 0,5 \times 30 \times 9,8 \text{ kW} = 73,5 \text{ kW}$$

2.2. GAMBARAN UMUM PLTMH

Situasi umum PLTMH yang biasa ditemui di Indonesia dapat di lihat pada gambar II.1. PLTMH mempunyai beberapa bagian penting yang mendukung kemampuan kerjanya. Peralatan penting yang ada antara lain:



Gambar 2.1 Bagan lay-out sebuah PLTMH



Bendungan (Weir) dan Bangunan Intake (Bangunan penyadap)

Bendungan untuk instalasi PLTMH dapat berupa bendungan beton atau bendungan beronjong. Bendungan tersebut berfungsi untuk menampung aliran air sungai. Sebuah bendungan dilengkapi dengan pintu air untuk membuang kotoran / lumpur yang mengendap. Perlengkapan lainnya adalah : penjebak / saringan sampah. PLTMH, umumnya 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 ini berfungsi untuk mengalirkan air yang diambil dari intake dengan menjaga ketinggian muka airnya. Ada berbagai macam saluran penghantar, antara lain terowongan, saluran terbuka & saluran tertutup. 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 terbangun 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.

Kolam Atas (Bak Penenang)

Saluran penghantar akan berujung pada kolam atas yang berfungsi menenangkan air yang akan masuk turbin serta kemudian mengarahkannya untuk masuk ke pipa pesat (penstock) sesuai dengan debit yang diinginkan. Kolam atas ini harus dibuat dengan konstruksi beton.



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

Pipa Pesat (Penstock)

Pipa pesat (penstock) berfungsi untuk mengubah energi potensial air di kolam atas menjadi energi kinetik air didalam pipa pesat, kemudian mengarahkan energi kinetik tersebut untuk memutar roda gerak tubin air. Umumnya pipa pesat dibuat dari plat baja yang diroll dan kemudian di las. Pipa dilengkapi dengan flens baja guna menyambung antara pipa yang satu dengan yang lainnya.. Bila perlu pipa pesat harus dilengkapi dengan expansion joint.

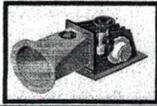
Pondasi dan Dudukan Pipa Pesat

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)

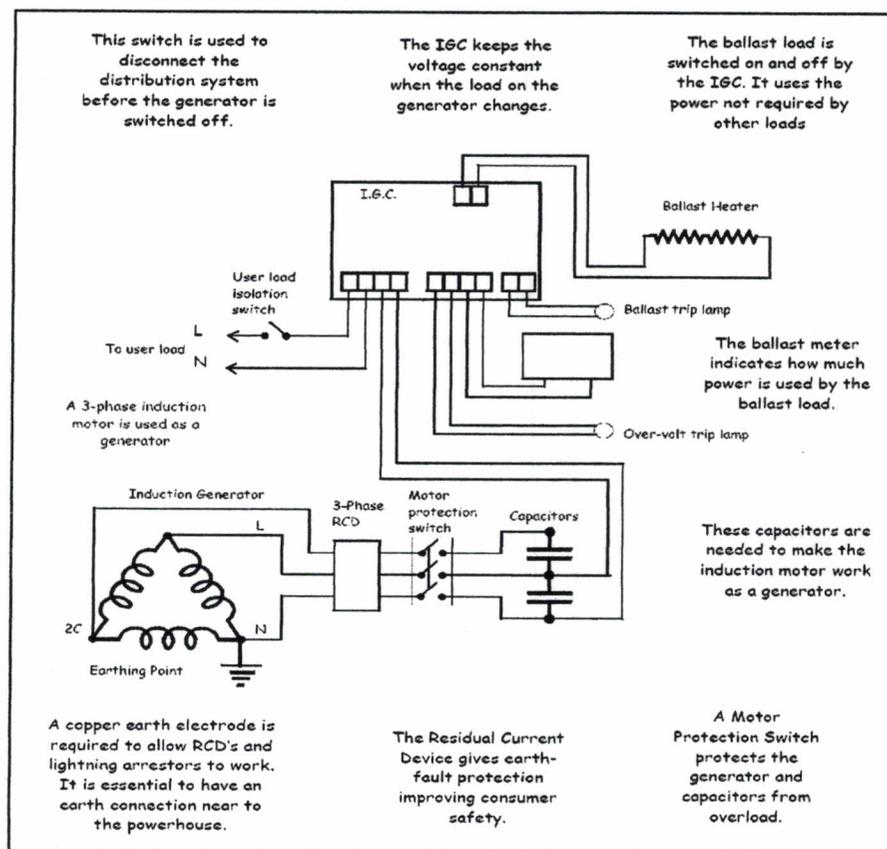
Di dalam rumah pembangkit (power house), dipasang turbin dan generator yang selalu mendapat beban dinamis dan bergetar, Dalam desain powerhouse, pondasi turbin - generator harus dipisahkan dari pondasi bangunan power house. Di samping itu perlu dipikirkan keleluasaan bongkar pasang turbin dan generator.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



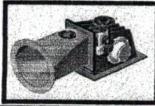
2.3. SISTIM KONEKSI DAN PENGONTROLAN PLTMH

Secara garis besar peralatan pembangkitan dapat dilihat pada gambar 2.2.

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 kopling. Generator di pasang di atas frame atau kerangka untuk memposiskanya agar bisa berputar dengan stabil.

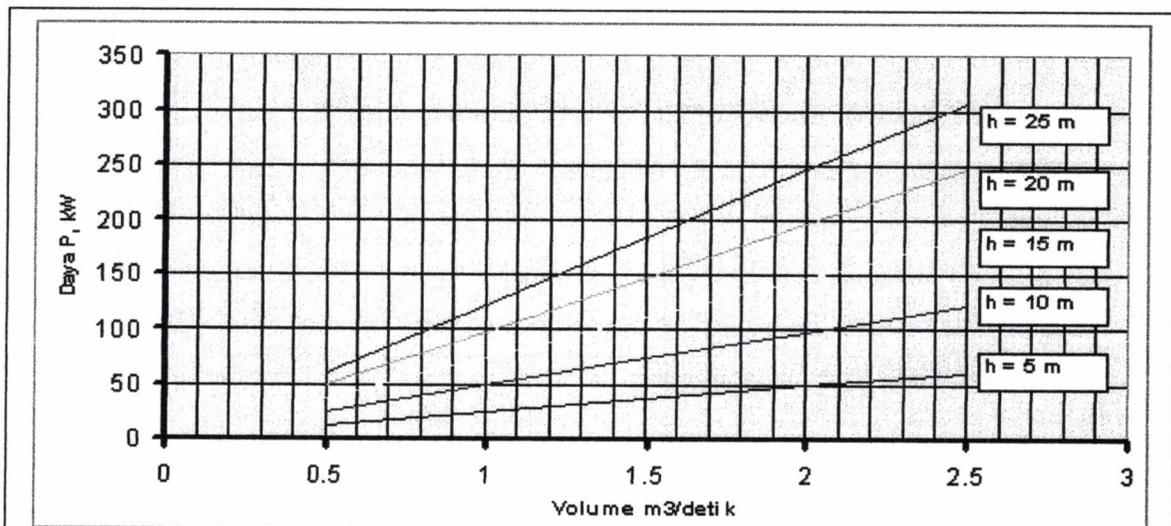


Gambar 2.2 Koneksi Generator dan kontroler



2.4. HUBUNGAN ANTARA DAYA, KETINGGIAN DAN DEBIT AIR

Hubungan antara daya listrik, debit air dan ketinggian jatuh air dari potensi lokasi yang direncanakan. Gambar 2.3. memperlihatkan daya yang dapat dihasilkan dengan debit air antara 0.5 sampai 2.5 m³/detik pada ketinggian yang berbeda. Besar daya yang dapat dihasilkan dengan debit air 2.5 m³/detik itu berbeda pada setiap ketinggian. Semakin tinggi titik jatuh air maka semakin tinggi pula besarnya daya yang akan diperoleh. Pada ketinggian 5 meter dapat dihasilkan daya sekitar 63 kW sedangkan pada ketinggian 25 meter dapat diperoleh daya sebesar 306 kW.



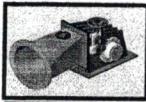
Gambar 2.3.

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

**LAPORAN PEKERJAAN
FS DAN DED PLTMH LUBUK SARIAK KAJAI**

BAB 3. GAMBARAN UMUM WILAYAH





BAB 3 . GAMBARAN UMUM WILAYAH

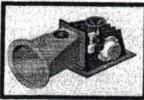
3.1 UMUM

Kabupaten Pasaman Barat berada pada geografis $99^{\circ} 10' BT$ hingga $100^{\circ} 04' BT$ dan antara $0^{\circ} 33' LU$ hingga $0^{\circ} 11' LS$ dengan luas wilayah daerah $3887,77 \text{ km}^2$ dengan Ibu Kabupaten di Simpang Empat yang terletak sejauh kurang lebih 178 km kearah Utara Kota Padang dan dapat ditempuh selama 4 jam melalui jalan negara yang beraspal baik. Kabupaten ini terletak di bagian selatan propinsi Sumatera Barat dan berbatasan langsung dengan :

1. Sebelah Utara : Kabupaten Mandailing Natal Prop.Sumatera Utara
2. Sebelah Selatan : Kabupaten Agam
3. Sebelah Timur : Kabupaten Pasaman
4. Sebelah Barat : Samudra Indonesia

Kabupaten Pasaman Barat terletak membujur dari arah Barat Laut ke arah Tenggara. Secara administratif wilayah Kabupaten Pasaman Barat terdiri dari 11 Kecamatan, 19 Nagari dan 202 Jorong/Desa. Dari jumlah kecamatan yang ada, yang terluas adalah Kecamatan Koto Balingka yaitu $486,51 \text{ km}^2$ dan yang terkecil Kecamatan Sasak Ranah Pasisie seluas $123,31 \text{ km}^2$.

Untuk lebih jelasnya jumlah penduduk serta kepadatan penduduk per kecamatan dapat dilihat pada tabel 2.1 di bawah ini :

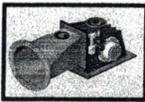


Tabel 2.1 Kepadatan Penduduk Per Kecamatan (DATA 2007)

No	Kecamatan	Luas Daerah (km ²)	Jumlah Penduduk	Jumlah Rumah Tangga	Kepadatan (per km ²)
1.	Sungai Beremas	183.47	20.231	4.749	110
2.	Ranah Batahan	429.22	21.746	4.892	51
3.	Koto Balingka	486.51	22.713	6.149	47
4.	Lembah melintang	212.21	38.674	8.125	182
5.	Sungai Aur	471.72	28.779	6.851	61
6.	Gunung Tuleh	453.97	19.051	5.050	42
7.	Pasaman	388.10	52.712	11.332	136
8.	Sasak Rnah Pasisie	123.31	12.542	2.581	102
9.	Luhak Nan Duo	278.00	33.265	7.626	120
10	Kinali	482.69	53.367	8.844	111
11	Talamau	378.57	25.575	6229	68

Topografi daerah Kabupaten Pasaman Barat adalah datar dan sedikit bergelombang, sedangkan daerah bukit dan bergunung terdapat di Kecamatan Talamau dan Gunung Tuleh dengan ketinggian yang berkisar antara 0 hingga 913 meter dari permukaan laut. Wilayah datar dengan kemiringan 0° - 3° , datar bergelombang dengan kemiringan 3° - 8° , berombak dan bergelombang dengan kemiringan lereng 8° - 15° dan wilayah bukit bergunung dengan kemiringan lereng $>15^{\circ}$.

Disamping itu di Kabupaten Pasaman Barat banyak terdapat sungai besar dan kecil yang sebagian besar diantaranya sudah dimanfaatkan untuk keperluan irigasi pengairan, sumber air bersih, pembangkit listrik skala kecil, skala mikro dan kepentingan lainnya.



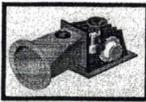
Iklm adalah suatu hasil dari pengamatan cuaca yang harganya dirata-ratakan dalam jangka waktu yang lama dimana unsur-unsur iklim adalah terdiri dari curah hujan, hari hujan, temperatur udara atau suhu, prosentase penyinaran matahari dan kecepatan angin. Kabupaten Pasaman barat beriklim tropis basah dengan suhu antara 22.50°C hingga 32.30°C dimana pada daerah dataran rendah suhu udara berkisar antara $28,50^{\circ}\text{C}$ sampai dengan $31,30^{\circ}\text{C}$, sedangkan pada daerah dataran tinggi suhu udara berkisar antara $22,50^{\circ}\text{C}$ sampai dengan $24,60^{\circ}\text{C}$.

Curah hujan di Kabupaten Pasaman Barat rata-rata berkisar antara 1600 mm dengan 4000 mm/tahun dan hampir merata sepanjang tahun dengan banyaknya antara 86-120 hari hujan dalam setahunnya. Daerah bagian utara mempunyai curah hujan lebih rendah dibandingkan dengan daerah bagian tengah dan selatan. Bulan Juli merupakan bulan yang paling rendah curah hujannya, sementara bulan November hingga Februari tercatat cukup banyak turun hujan.

3.2 Lokasi dan Aksesibilitas

Jorong Lubuk Sariak berada pada wilayah kenagarian Kajai di kecamatan Talamau, berjarak lebih kurang 68 km dari pusat Pemerintah Kabupaten Pasaman Barat. Untuk mencapai Jorong ini dari Simpang Empat Kabupaten) dapat menggunakan kendaraan roda empat dengan rute Padang Tujuh, Kajai dan Lubuk Sariak selama 1,5 jam dengan kondisi jalan beraspal mulus hingga ke Kajai, jalan pengerasan sirtukil yang telah rusak sepanjang 10 km hingga ke Kajai, jalan tanah sampai ke jorong Lubuk Sariak. Jarak Lokasi PLTMH dari perkampungan penduduk sekitar 0,5 km.

Selain kebutuhan listrik di jorong ini adalah kebutuhan akses jalan dimana untuk menuju jorong ini kondisi jalan kurang memadai.

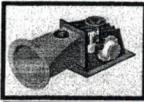


3.3 Kondisi Topografi dan Geologi

Topografi Nagari Kajai agak berbukit-bukit dan berlembah-lembah. Sedangkan Jorong Lubuk Sariak relatif datar dimana terdapat pemukiman penduduk. Sebagian besar pemukiman penduduk berada pada daerah yang agak datar dan sebagian lagi pada lereng bukit. Air sungai Batang Tinggam pada daerah hulu bendungan merupakan hutan lindung dengan pohon-pohon besar pada area yang luas. Dataran dan perbukitan daerah catchment area sungai Batang Tinggam. Kondisi topografi di sebelah kiri dan kanan bantaran sungai merupakan kemiringan yang agak landai dan ada yang agak terjal.

Kondisi sungai Batang Tinggam ke arah hulu yaitu Perbukitan landai dan diselingi dengan kemiringan agak terjal di beberapa tempat sehingga aliran sungai mempunyai ketinggian. Lebar kering rata-rata sungai 22 m dan lebar basah rata-rata 8,5 m .

Secara umum geologi di wilayah Sumatera Barat bagian barat dibentuk oleh hasil gunung api, batuan granit dan endapan alluvial. Apabila ditinjau secara geomorfologi wilayah Pasaman Barat terdiri antara lain : geomorfologi Pegunungan Tinggi seperti yang terdapat di daerah Bukit Barisan, geomorfologi Perbukitan bergelombang yang terdapat hampir seluruh luas wilayah dan umumnya disusun oleh batuan sedimen, vulkanik dan batuan malihan, dan geomorfologi daerah perdataran yang disusun oleh batuan sedimendan endapan aluvial. Nagari Kajai terletak pada daerah di kaki Bukit Barisan sehingga pada daerah ini terdapat patahan-patahan. Oleh karenanya jika pembangunan PLTMH ini akan menggunakan pembuatan bendung maka perencanaan bendung ini harus memperhitungkan gaya akibat gempa. Percepatan gempa diasumsikan sangat besar yaitu sama besar dengan percepatan gravitasi bumi.



3.4 Kondisi Hidrologi

Secara umum kondisi hidrologi di lokasi studi khususnya di jorong Lubuk Sariak cukup baik untuk menjamin ketersediaan sumber daya air sepanjang tahun. Aliran DAS Batang Tinggam mempunyai " catchment area " yang masih luas. Dari aspek potensi sumber daya air Batang Tinggam yang didapat dari hasil pengukuran debit aliran sesaat pada musim kering mencapai $1,5 \text{ m}^3/\text{dt}$ dan tinggi jatuh maksimal yang ditemukan pada saat pengukuran mencapai 5 m. Debit air yang tersedia pada sungai ini secara optimal dapat digunakan sepenuhnya untuk pembangkit tenaga listrik karena tidak akan mempengaruhi saluran irigasi pertanian masyarakat.

3.5 Penggunaan Tanah

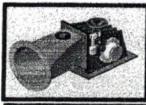
Dari pola penggarapan tanah di jorong Lubuk Sariak ada beberapa jenis penggunaan tanah yaitu, perkampungan, persawahan, kebun, ladang, hutan, belukar.

Sebagian besar penggunaan lahan adalah sebagai padi, karet, kopi, sedikit kayumanis.

3.6 KONDISI SOSIO – EKONOMI

1. Kependudukan

Jumlah penduduk Jorong Lubuk Sariak adalah sebanyak 800 jiwa. Penduduk jorong ini merupakan masyarakat asli etnis Minang dan Mandailing yang memeluk agama Islam dan sedikit perantau dari etnis Jawa . Jumlah ini merupakan data yang diperoleh dari Kepala Jorong Lubuk Sariak dan Walinagari Kajai. Tingkat pendidikan bervariasi mulai dari tidak tamat SD sampai sarjana. 5% dari jumlah penduduk tidak tamat Sekolah Dasar.



2. Mata Pencarian

Secara umum mata pencarian penduduk Lubuk Sariak adalah bergerak dibidang pertanian Pengolahan lahan diutamakan untuk persawahan untuk padi, getah / karet (ada yang baru ditanam), kopi, kayu manis, nilam dan tanaman lain yang diusahakan adalah , sayuran dan cabe. Hampir semua masyarakat remaja dan dewasa di Jorong ini bekerja sehingga tingkat pengangguran relatif tidak ada. Umumnya mereka bekerja sebagai petani padi atau sebagai buruh tani.

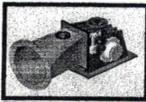
Dengan tingkat harga gabah yang relatif baik, penghasilan dari sektor ini juga berdampak kepada tingkat kesejahteraan penduduknya yang juga relatif baik. Peningkatan ekonomi ini ternyata berdampak negatif kepada sektor pendidikan. Hal ini dapat dilihat tingkat pendidikan masyarakatnya yang masih relatif rendah dan dukungan dari keluarga yang tidak sepadan.

Selain itu mata pencarian mereka adalah sebagai pedagang, toke /getah dan pegawai negeri. Pada dasarnya di jorong ini tersedia tukang kayu, tukang batu dengan upah Rp. 40.000,- per hari untuk tukang dan Rp. 30.000,- per hari untuk pembantu tukang.

3. Sarana Sosial dan umum

Di Jorong Lubuk Sariak terdapat beberapa sarana sosial dan umum antara lain, Satu buah Sekolah Dasar , satu Pukesri , 3 TPA , 1 mesjid dan 4 buah mushalla .Masyarakat juga mempunyai organisasi seperti Kelompok Tani.

Sarana lainnya yang dapat menunjang perekonomian adalah terdapatnya sebuah pasar tradisional yang diramaikan sekali dalam sepekan, sedangkan untuk mendukung mobilitas masyarakat tersedia kendaraan roda dua.



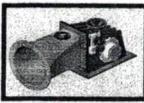
4. Potensi Sumber daya alam

Kegiatan ekonomi lainnya selain sektor pertanian dan perkebunan, di jorong Lubuk Sariak dimana mengalir Tinggam dapat pula menghasilkan sedikit galian C yaitu pasir dan batu kali. Hal ini menjadi sangat penting dalam melaksanakan kegiatan pembangunan PLTMH untuk menekan biaya dan mempermudah penyediaan bahan – bahan material secara lokal. dengan harga rata-rata ; batu : Rp. 95.000 per m³ dan pasir : Rp. 120.000 per m³, sedangkan harga semen mencapai Rp. 65.000,- per zak.

**LAPORAN PEKERJAAN
FS DAN DED PLTMH LUBUK SARIAK KAJAI**

BAB 4. PERENCANAAN PLTMH





BAB 4 . PERENCANAAN PLTMH

4.1. Umum

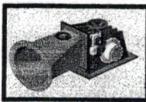
Jorong Lubuk Sariak yang terletak di jorong Lubuk Sariak Nagari Kajai hingga saat ini belum terjangkau oleh jaringan PLN. Jarak terdekat dengan tiang terakhir PLN adalah 40 km, untuk beberapa tahun kedepan pihak PLN belum memprogramkan untuk mensuplai energi listrik untuk sebagian Nagari Kajai dan jorong Lubuk Sariak. Hal ini disebabkan karena krisis energy yang masih melanda Negara kita dan akses ke lokasi juga mempunyai tingkat kesulitan transportasi yang masih tinggi.

Untuk keperluan penerangan, masyarakat menggunakan lampu petromak, lampu tolok dan pembangkit listrik genset (*generator set*) skala kecil sebanyak 6 unit. Dari jumlah ini ada sebanyak 4 unit yang rutin hidup setiap hari selama 2-5 jam dengan perkiraan daya terpakai total sebesar 2 kW. Rata-rata konsumsi bahan bakar bensin untuk pembangkit kecil tersebut adalah 15 liter semalam. Dengan harga bensin sebesar Rp 10.000/liter di Jorong ini, maka biaya pengoperasian sebanyak unit genset kecil tersebut adalah sebesar Rp 150.000/malam atau Rp 4.500.000 ribu/bulan.

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 ditaksir dan dibatasi hingga 110 VA (0.5 Ampere, 220 Volt, 1 phasa) dan
- b. Golongan konsumen II, yaitu konsumen dengan rencana konsumsi dan pemakaian daya yang ditaksir dan dibatasi hingga 220 VA (1 Ampere, 220 Volt, 1 phasa).

2. Kelompok konsumen tenaga listrik untuk kebutuhan sosial

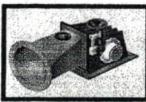
Adalah kelompok konsumen yang konsumsi energinya ditujukan untuk keperluan pelayanan sosial seperti ; untuk masjid/mushalla, sarana sekolah dan penerangan jalan umum. Waktu beban puncak untuk kategori konsumen ini bervariasi, untuk penerangan jalan beban puncak terjadi sepanjang malam (18.00 – 06.00),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

Dari data survei yang telah dilakukan, untuk lokasi jorong Lubuk Sariak Kenagarian Kajai, kondisi demografi tahun 2008 dapat diperlihatkan pada daftar berikut :

Jumlah penduduk	: ± 1200 jiwa
Total jumlah rumah tangga (RT)	: 210 kepala keluarga
Ukuran besar RT rata-rata	: 5 Jiwa/RT
Jumlah bangunan yang akan dilistriki	: 164 Bangunan

Terdiri dari

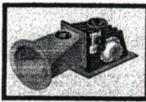
Jumlah bangunan untuk rumah tangga	: 154 Rumah
------------------------------------	-------------



Jumlah sekolah (SD)	: 1 buah
Jumlah masjid/mushalla	: 5 buah
Jumlah TPA	: 3 buah
Pukesri	: 1 buah
Jumlah penerangan jalan	: 20 buah

Untuk lokasi studi, ada beberapa skema dan asumsi yang digunakan antara lain sebagai berikut :

- 1) Jumlah bangunan yang akan dihubungkan ke jaringan listrik adalah 154 bangunan yang dianggap dihuni oleh masing-masing satu kepala keluarga serta 10 buah bangunan 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 90 % dari total beban rumah tangga dan konsumen rumah tangga Golongan II sejumlah 10 % 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) dan tipe III (40 Watt), beban radio sebesar 15 Watt, TV dan receiver (50 Watt), kulkas (75 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 energi 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 : 95 % dari total RT = 146 KK

Tabel 1. Simulasi Kebutuhan Untuk Masyarakat Kelas I

Tipe Beban	Daya setiap alat	Fp	P _{inst}	Of	P _{peak} =
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 _{inst} =	125	P _{peak}	115

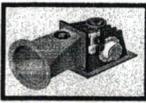
Catatan :

F P = Faktor penetrasi ; jumlah per bangunan

OF = Faktor operasi pada saat beban puncak (%)

P Peak = P Ins x OF

Dari tabel tersebut, maka :



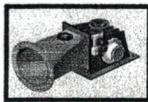
$$g_{\infty} = \frac{P_{peak}}{P_{inst}} = \frac{115}{125} = 0,92$$
$$g_n = g_{\infty} + \frac{1-g_{\infty}}{\sqrt{n}} = 0,92 + \frac{1-0,92}{\sqrt{146}} = 0,93$$
$$P_{load \max} = n \times g_n \times P_{inst}$$
$$= \frac{146 \times 0,93 \times 125}{1000}$$
$$= 16,910 \text{ kW}$$

Jumlah beban Maksimum beban RT Kelas I Pada saat beban puncak : 16,910 kW

b. Rumah tangga Kelas II, 220 VA, jumlah : 5 % dari total RT = 8 KK

Tabel 2. Simulasi Kebutuhan Untuk Masyarakat Kelas II

Type Beban	Daya setiap alat	F _p	P _{inst}	Of	P _{peak}
Penerangan Tipe 1	10	2	20	90	18
Penerangan Tipe 2	20	1	20	90	18
penerangan tipe 3	36	1	36	90	32,4
Radio	15	1	15	60	9
TV	50	1	50	100	50
Kulkas	75	1	75	100	75
Cadangan	15	1	15	100	15
		P _{inst} =	231	P _{peak}	217,4



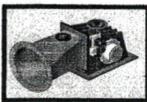
Dari tabel tersebut, maka :

$$g_{\infty} = \frac{P_{peak}}{P_{inst}} = \frac{217,4}{231} = 0,94$$
$$g_n = g_{\infty} + \frac{1-g_{\infty}}{\sqrt{n}} = 0,94 + \frac{1-0,94}{\sqrt{5}} = 0,95$$
$$P_{load \max} = n \times g_n \times P_{inst}$$
$$= \frac{5 \times 0,95 \times 231}{1000}$$
$$= 1,777 \text{ kW}$$

Jumlah beban Maksimum beban RT Kelas II Pada saat beban puncak : 1,777 kW

Tabel 3. Simulasi Kebutuhan Maksimum Untuk Penggunaan Sosial

Type Beban	Daya (Watt)	Fp	Pins (Watt)	OF (%)	Ppeak (Watt)
MUSHALLA (4 buah)					
Lampu Tipe I	10	3X4	120	90	108
Lampu tipe II	20	4X4	320	90	288
Radio / Casette	30	1X4	120	50	60
Cadangan	40	1X4	160	100	160
Sekolah SD (1 buah)					
Lampu Tipe I	10	2	20	90	18
Lampu tipe II	20	2	40	90	36
Radio / Casette	30	2	60	30	18



Penerangan Jalan					
Lampu Tipe II	20	20	400	100	400
		Jumlah	1240	Jumlah	1088

Dari tabel tersebut, maka :

Jumlah beban tersambung beban sosial : 1,240 KW

Keb. pada saat beban puncak : 1,088 kW

Tabel 4. Simulasi Kebutuhan Maksimum Untuk Pemakaian Sendiri

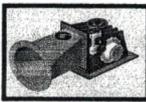
Type Beban	Daya (Watt)	Fp	P _{ins}	OF	P _{peak} (Watt)
Lampu Tipe II	20	4	40	100	40
		Jumlah	40	Jumlah	40

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 Lubuk Sariak adalah 13685 watt.

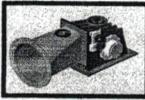


Tabel 5. Kebutuhan Energi listrik di jorong Lubuk Sariak

No	Tipe beban	Jumlah	Kebutuhan maksimum (Watt)
1	Konsumsi Rumah Tangga		
	a. Kelas 110 Watt	146	16910
	b. Kelas 220 Watt	8	1777
	Jumlah		18688
2	Konsumsi Untuk Pelayanan sosial	1	1088
3	Pemakaian Sendiri	1	40
	Jumlah		1128
	Jumlah Kebutuhan maksimum (1+2+3)		19816

4.3. Proyeksi jumlah penduduk dan kebutuhan daya listrik.

Perkembangan penduduk jorong Lubuk Sariak diasumsikan bertambah 0,45% pertahun, hingga 15 tahun kedepan kebutuhan akan listrik akan menjadi 20999 watt.



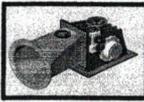
Tabel 6. Proyeksi perkembangan penduduk dan kebutuhan listrik

No	Tahun	Kebutuhan Maksimum (watt)		Jumlah
		Rumah Tangga	Kebutuhan Sosial & pem. Sendiri	
0	2008	18688.50	1009.00	19697.50
1	2009	18772.60	1009.00	19781.60
2	2010	18857.07	1009.00	19866.07
3	2011	18941.93	1009.00	19950.93
4	2012	19027.17	1009.00	20036.17
5	2013	19112.79	1009.00	20121.79
6	2014	19198.80	1009.00	20207.80
7	2015	19285.19	1009.00	20294.19
8	2016	19371.98	1009.00	20380.98
9	2017	19459.15	1009.00	20468.15
10	2018	19546.72	1009.00	20555.72
11	2019	19634.68	1009.00	20643.68
12	2020	19723.03	1009.00	20732.03
13	2021	19811.79	1009.00	20820.79
14	2022	19900.94	1009.00	20909.94
15	2023	19990.49	1009.00	20999.49

4.4 POTENSI SUMBER DAYA AIR

1. Potensi daya Listrik

Sungai Batang Kajai berdasarkan survey dan pengukuran yang telah dilakukan diperoleh lebar basah rata-rata 3.65 m (pengukuran 3.7, 3,6 dan 3.5 m), kecepatan air rata-rata 0.9297 m/dt (pengukuran dengan pelampung 0.99978, 0.9902, 0.9816 dan 0.9992 meter/detik) dan tinggi basa rata-rata 0.40 m

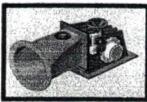


(pengukuran 39, 41 dan 42 cm) setelah dihitung didapat debit air Batang Kajai adalah $1,3181 \text{ m}^3/\text{detik}$ dibulatkan kebawa $1,45 \text{ m}^3/\text{detik}$. Rencana PLTMH Lubuk Sariak akan menggunakan bendungan (weir) sepanjang 22 meter dan mercu setinggi 1 meter, yang mengarahkan air melalui intake menuju saluran pembawa. Intake saluran ini terletak pada sisi kanan pembawa. Daya listrik yang dapat dibangkitkan PLTMH Lubuk Sariak dengan debit 600 liter/detik dan tinggi jatuh air 5 meter didapat daya dibangkitkan besar 20 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 tersedianya 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.

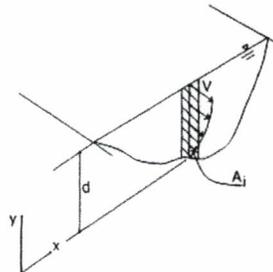
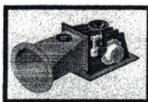
Q_{ker} pada kegiatan ini diukur pada puncak musim kering pada bulan September dan Oktober dengan menggunakan metoda kecepatan luas penampang (velocity-area). Debit air di sungai Tinggam 1.4 m³/s. Debit terendah adalah 0,7 x 1.4 yaitu sebesar 1.08 m³/s. Walau pun seluruh debit tersebut dapat digunakan 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 0,50 m³/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 :

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

Debit total selanjutnya dihitung sebagai jumlah debit pada keseluruhan segmen:

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



Gambar .1. Distribusi kecepatan air pada penampang sungai

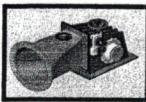
Sumber air untuk PLTMH Lubuk Sariak dari Batang Kajai merupakan aliran air yang mempunyai ketinggian yang cukup. Pengukuran debit air pada musim kemarau serta informasi masyarakat menunjukkan tersedianya sumber daya air yang relatif terjamin sepanjang tahun dalam jumlah yang memadai. Berdasarkan survey lapangan debit air Batang Kajai yang terukur pada musim kemarau $\pm 1,3 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan ini diprediksi bisa terpenuhi sepanjang tahun.

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

Berdasarkan analisa kebutuhan energi listrik untuk jorong Lubuk Sariak, PLTMH Lubuk Sariak di disain untuk memanfaatkan debit air sebanyak 500 liter atau $0,5 \text{ m}^3/\text{detik}$, yaitu 30 % dari debit air terukur Batang Kajai. Potensi konflik penggunaan air Tinggam 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 ada yang terjal. Kondisi Tinggam 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 10 meter. Head tersebut diperoleh setelah membawa aliran air melalui saluran pembawa sepanjang 271 m.

4. Layout PLTMH Lubuk Sariak

PLTMH Lubuk Sariak adalah merupakan pembangkit Run Off River yang memanfaatkan aliran Batang Tinggam. Rencana PLTMH Lubuk Sariak akan menggunakan saluran pembawa sepanjang lebih kurang 201m, intake saluran terletak pada sisi kanan sungai Batang Tinggam pada koordinat 00.11'.08,5" LU dan 99^o.11'.59,2" BT, rencana lokasi bak penenang dan rumah pembangkit masing-masing pada koordinat 00.11.05,6" LU dan 99^o.54'.48,8" BT dan koordinat 00.11'.19,1" LU dan 99^o.54'.48,8" BT.

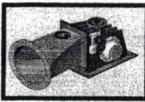
Prakiraan kebutuhan energi listrik untuk jorong Lubuk Sariak ditunjukkan pada tabel 6. Daya listrik yang dapat dibangkitkan dengan debit air 600 l / detik dan net head 8,78 m adalah sebesar 27 kw. PLTMH Lubuk Sariak sangat dapat memenuhi kebutuhan listrik masyarakat.

Tabel 7. Prakiraan Kapasitas daya rencana PLTMH Lubuk Sariak

No	Uraian	Simbol	Unit	Nilai
1	Prakiraan Tinggi Kotor	H g	m	5
2	Prakiraan Head Bersih	H n	m	4,8
3	Desain Debit	Q d	Ltr/s	600
4	Potensi Hidrolik	P w	kW	40
5	Prakiraan Efisiensi Turbin	Eff t		70%
6	Prakiraan sistem tranmisi mekanik	Eff tm		97 %
7	Prakiraan Efisiensi Generator	Eff g		90 %
8	Prakiraan Kapasitas daya terbangkit	P el1	kW	21
9	Prakiraan kehilangan Daya di jaringan, 2%	P loss	kW	0,54
10	Prakiraan Daya listrik dipusat beban	P el2	kW	20
11	Prakiraan kebutuhan daya listrik di jorong	P d	kW	19,8

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^3 / detik

H_g = Gross Head, m

G = Konstanta gravitasi, $9,8 \text{ m} / \text{det}^2$

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

4.5 FASILITAS BANGUNAN SIPIL

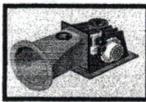
Fasilitas utama bangunan sipil PLTMH adalah terdiri dari bendungan, bangunan penyadap air (intake), saluran pembawa (head race), bak penenang (forebay), pipa pesat (penstock), rumah pembangkit (power house), dan saluran pengeluaran / buang (tail race).

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 20 m dengan ketinggian 200 cm dari permukaan air normal. Bendung 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 ke saluran pembawa. Rencana bangunan penyadap air yaitu intake berada pada sisi kiri 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 Lubuk Sariak sepanjang 271 m, dimensi saluran berukuran penampang dalam lebar 0,8 m dan penampang atas lebar 0,8 m dan tinggi 0.72 m, dengan ketebalan pasangan batu kali 30 cm. Ketinggian air yang mengalir pada kondisi normal adalah 50 cm dari dasar saluran. Slope saluran pembawa sebesar 1/1000 dengan kecepatan aliran air rata-rata direncanakan 1,2 m/detik. Saluran pembawa berupa saluran terbuka (open chanel).

4. Bak Penenang

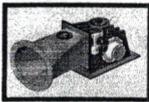
Bak penenang (forebay) terletak di ujung saluran pembawa. Struktur bak penenang berupa pasangan batu kali (1:2) terdiri dari bak pengendap (settling basin), saluran pelimpah (spillway), pipa penguras, trashrak, dan bak penenang sendiri. Bangunan ini sering kali dikenal dengan istilah head tank, sebagai reservoir air yang terletak pada sisi atas untuk dialirkan ke penstock. Beda tinggi jatuhan 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.

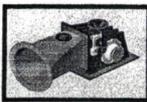
Bak penenang sekurang-kurangnya dilengkapi dengan bagian-bagian konstruksi sebagai berikut : Bangunan pelimpah, pintu penguras, Lobang sadap untuk pipa pesat, pintu pengatur dan ruang saringan sesuai dengan jenis turbin. Diperlukan instalasi pipa lubang angin dan Spillway pada bak penenang.

Dimensi Bangunan bak penenang untuk PLTMH Lubuk Sariak berukuran panjang 8 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 akan mengalirkan air ke sawah melalui saluran pembawa. Struktur saluran pelimpah berupa pasangan batu kali. Sebagai finishing adalah lapisan plester semen mencegah rembesan.

5. Pipa pesat (penstock)

Pipa penstock tidak dibutuhkan pada kajian ini lantaran jenis turbin yang cocok untuk lokasi ini adalah turbin Propeller.



6. Rumah Pembangkit dan Saluran buang

Power House atau rumah pembangkit berfungsi untuk menyediakan tempat bagi peralatan elektrik dan mekanikal yang akan dipasang. Turbin beserta sistem transmisi mekanikal, generator, panel kontrol dan ballas load terpasang di dalam bangunan ini. Rumah pembangkit direncanakan berupa bangunan permanen dengan ukuran 4 x 4 meter. Selain berfungsi sebagai tempat peralatan rumah ini dilengkapi dengan ruang jaga. Dinding rumah menggunakan pasangan batu bata merah atau Hollow Brick dengan plesteran semen. Bagian lantai rumah menggunakan struktur beton bertulang yang berfungsi untuk dudukan turbin.

Posisi rumah pembangkit berada pada ketinggian 1,5 meter dari muka sungai. Daerah sekitar rumah pembangkit relatif lapang dan bersih, sehingga tidak diperlukan tambahan akses jalan disana.

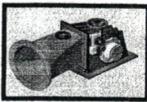
Air yang tidak digunakan lagi diturbin dialirkan ke saluran pembuang (tail race) yang menuju sungai. Panjang saluran pembuang ini sepanjang 12 meter, namun yang dipasang dengan pasangan batu kali cukup 8 meter saja. Saluran pembuang menggunakan saluran terbuka yang terbuat dari pasangan batu. Debit disain untuk saluran ini adalah sebesar $0,5 \text{ m}^3 / \text{dt}$, 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

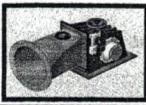
Ada banyak pilihan turbin yang mungkin digunakan untuk kondisi tertentu. Sehingga untuk mendapatkan pilihan yang tepat perlu ditetapkan kriteria pemilihan. Kriteria yang digunakan pada kegiatan ini adalah:

- 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^3 , head bersih adalah 8,78 m. Berdasarkan data tersebut ada tiga pilihan turbin Pelton, Turgo atau Banki. Turbin



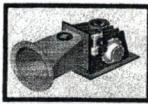
banki mempunyai beberapa kekurangan di banding roda Pelton atau Turgo terutama menyangkut efisiensi yang relatif lebih rendah dan efisiensi tersebut sangat sensitif terhadap perubahan debit. Namun, turbin banki mempunyai harga lebih murah, mudah dalam perawatan, pengoperasian dan sudah diproduksi di 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 di operasikan 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-pertimbangan diatas 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 menaikkan 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.

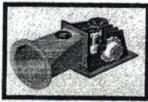
Oleh karena itu, fasilitas transmisi tenaga (speed increaser) biasanya diadopsi untuk menyamakan kecepatan turbin dan generator dan menghemat biaya total.

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}): 26 kW

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

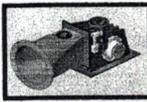
Diameter puli II (D) = 22,5 inch

Jarak poros (C) = 80 cm

Desain transmisi mekanik PLTMH Lubuk Sariak 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 kopling 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 20 kW, maka besarnya daya output generator dapat diselesaikan sebagai berikut :

$$P_{out(generator)} = 30 \times \eta_{transmekanik} \times \eta_{generator}$$

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

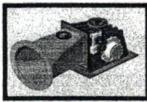
$$P_m = 20 \times 0,95 \times 0,92 = 26,22 \text{ kw}$$

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

$$kVA(generator) = \frac{1,2 \times 26,22}{0,8} = 39,33 \text{ kVA}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas direkomendasikan generator sinkron dalam kapasitas yang mudah ditemukan dipasar, yaitu kapasitas 22 kW atau 30 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

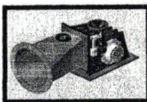
Untuk pengontrolan tegangan output generator menggunakan AVR, yang biasanya sudah sepaket dengan generator. Selain itu, pada paket generator yang juga dilengkapi dengan komponen proteksi standard untuk generator. Sistem kontrol bertugas mengatur kompensasi beban untuk menyeimbangkan beban dengan daya 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 37kW 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

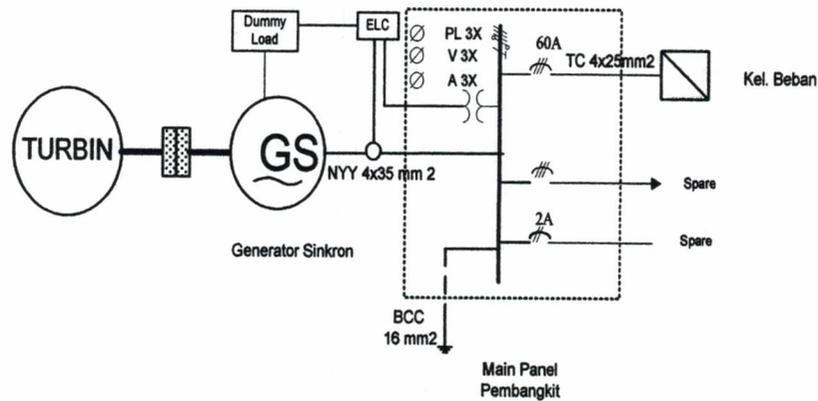
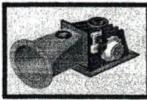


2. NFB dan Fuse untuk masing-masing cabang distribusi masing-masing jalur distribusi
3. Bus bar, digunakan sebagai titik sambungan antara incoming daya dari generator melalui saklar utama dan outgoing saluran menuju masing-masing jalur distribusi. Bus bar juga digunakan sebagai titik sambungan bagi peralatan-peralatan 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.

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.

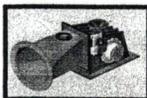


Gambar 4.2 Generator Sinkron dan Sistem Kontrolnya (ELC)

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.



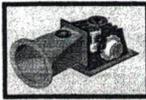
Pemukiman penduduk di Jorong Lubuk Sariak merupakan perumahan yang letaknya saling berpencar. Panjang jalur utama distribusi dari rumah pembangkit (Power House) ke tengah pemukiman adalah sekitar 0,25 km. Panjang jaringan distribusi pada pusat beban sekitar 2 km.

Sistem distribusi ini Jaringan Tegangan Rendah 220 V dan mengacu pada Standarisasi Kelistrikan Indonesia. Jaringan distribusi PLTMH Lubuk Sariak melayani \pm 194 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.

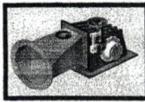
1. Desain Teknis Fasilitas Distribusi

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



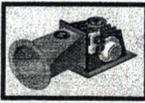
Secara umum, jalur distribusi dibangun di sepanjang jalan pemukiman pemakai listrik suatu PLTMH. Hal ini menjadi pilihan karena adanya kemudahan dan pembangunan sehingga mengurangi biaya pengerjaan. Untuk pemilihan posisi dan lokasi struktur pendukung harus dipilih pada tempat-tempat dimana faktor-faktor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

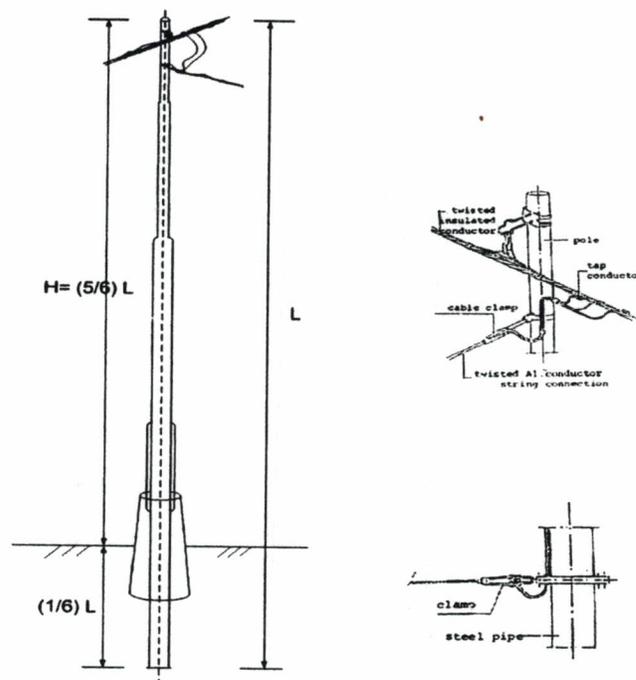
(f) Jika tiang dipasang disekitar slope curam atau pada dasar jurang, maka harus dipertimbangkan hal tersebut. Hindarkan memasang tiang yang ada gundukan tanah yang cukup tinggi, karena akan memperpendek jarak antara titik terendah andongan saluran dengan tanah sehingga akan menjadi rawan terhadap gangguan. 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

**7. PHOTO – PHOTO KEGIATAN DAN LOKASI-
LOKASI PERENCANAAN**

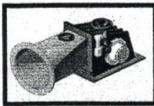
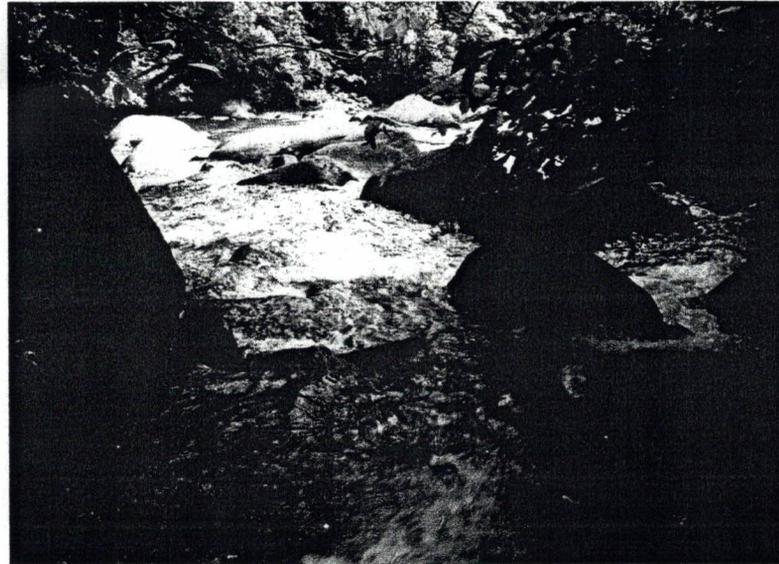


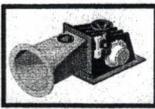
PHOTO –PHOTO KEGIATAN



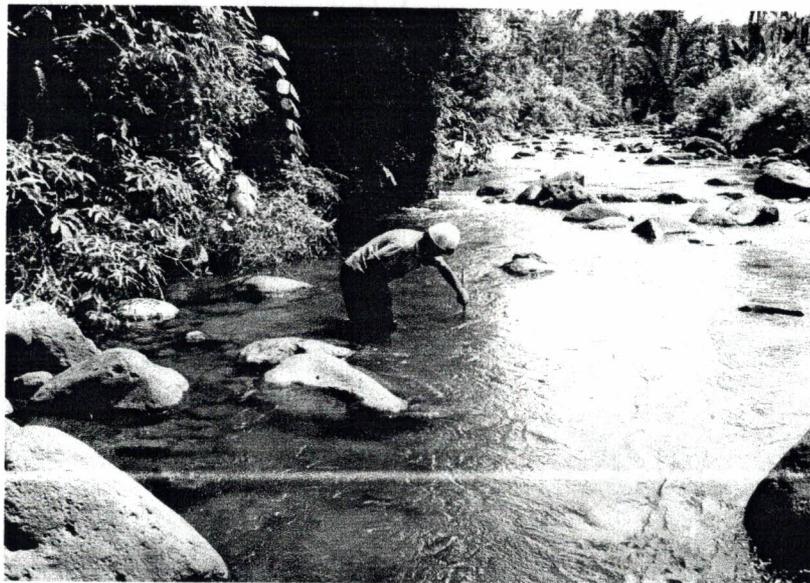
Gambar 1. Potensi Sungai Jorong Lubuk Sariak & Rencana Intake



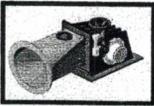
Gambar 2. Salah satu Rute Saluran Pembawa



Gambar 3. Rencana Bak Penenang



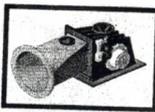
Gambar 4. Pengukuran kedalaman air sungai



Gambar 5. Pengukuran Lebar sungai



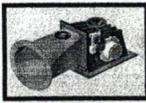
Gambar 6. Methoda Pengukuran untuk mencari ketinggian Head



Gambar 7. Methoda Pengukuran (manual) untuk mencari Head



Gambar 8. Salah satu fasilitas umum yang akan dilistriki



berlainan polaritas, tidak kurang dari 3 cm. Untuk kabel NYA atau NGA ukuran 1,5 mm² dan 2,5 mm², 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

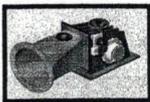
Untuk instalasi di dalam gedung/rumah sering digunakan kabel rumah yang dipasang dalam pipa instalasi. Pipa instalasi yang umumnya Instalasi konsumen (Consumer Installation) dimulai dari kabel distribusi dari tiang terdekat ke instalasi rumah hingga titik keluaran. Peralatan yang digunakan dalam instalasi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

- Kabel sambungan rumah
- Kabel instalasi
- Pembatas Daya (MCB)
- Sekering
- 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 Aluminium 2 x 10 mm². 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 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.

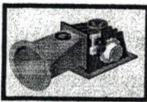
Selain menggunakan kabel NYA, juga dapat digunakan kabel instalasi berselubung. Dibandingkan dengan instalasi dalam pipa, kabel instalasi berselubung lebih mudah dibengkokkan. Kabel standar instalasi berselubung yang banyak dipakai adalah kabel NYM yang memiliki penghantar tembaga polos berisolasi PVC 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° C kabel ini dapat digunakan sampai suhu penghantar maksimum 70° 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° C .

e. Isolator



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

f. Pembatas Daya (Mini Circuit Breaker/MCB)

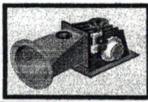
Pembatas daya (MCB) digunakan untuk membatasi agar daya yang digunakan konsumen tidak melebihi daya yang dipesan. MCB adalah suatu pengaman pemutus rangkaian yang dilengkapi dengan pengaman termal (bimetal) untuk beban lebih dan juga dilengkapi pengaman relai untuk arus lebih atau arus hubung singkat. 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 putusnya 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 mm² atau NYA 2,5 mm². Kabel ini untuk mendistribusikan listrik hingga ke titik keluaran yang memiliki 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 dimiliki oleh rumah tangga.
- 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).

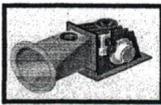
h. Kotak Sambungan

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.

**LAPORAN PEKERJAAN
FS DAN DED PLTMH LUBUK SARIAK KAJAI**

BAB 5. RENCANA ANGGARAN BIAYA

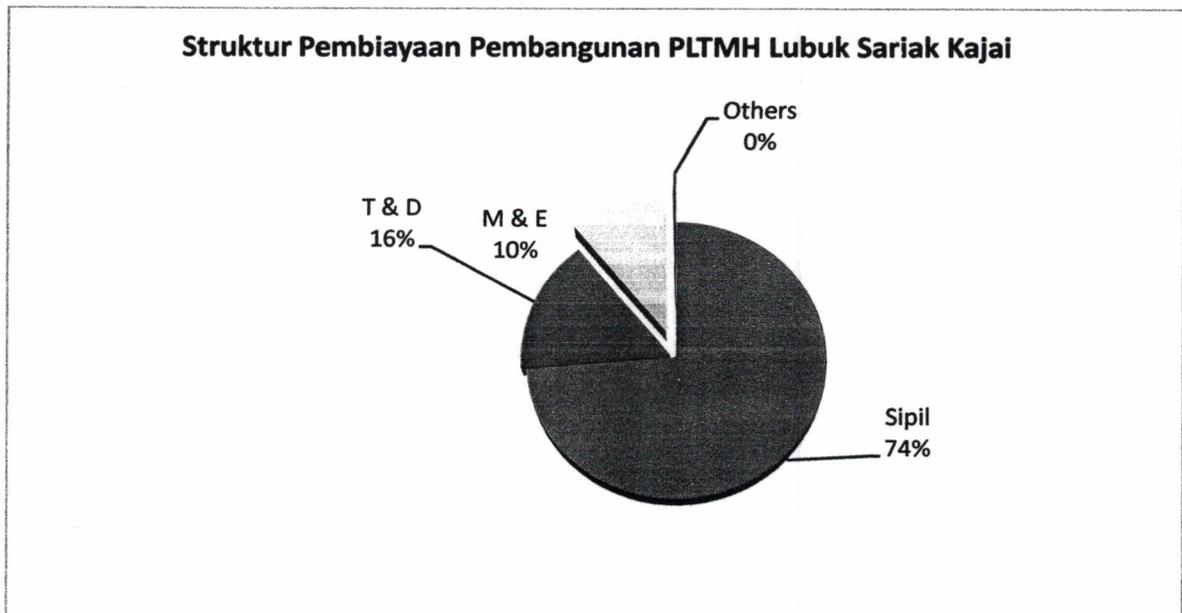




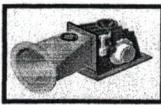
BAB 5. RENCANA ANGGARAN BIAYA

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. (Taksiran rencana anggaran biaya terlampir) .



Biaya pembangunan yang tertinggi didominasi oleh fasilitas sipil yaitu 74 % disusul oleh biaya untuk Tranmisi dan Distribusi.



5.2. Penggunaan Energi Untuk Kegiatan Pembangunan

Rencana pemanfaatan energi listrik yang di hasilkan PLTMH Banai 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.

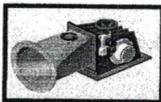
Kondisi tersebut memungkinkan penggunaan listrik PLTMH pada siang hari untuk kegiatan ekonomi produktif (end-use productive). Kegiatan ini di samping memberikan nilai tambah kegiatan masyarakat juga sebagai sumber pendapatan tambahan bagi pengelolaan PLTMH. Pendapatan rutin PLTMH yang utama adalah dari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

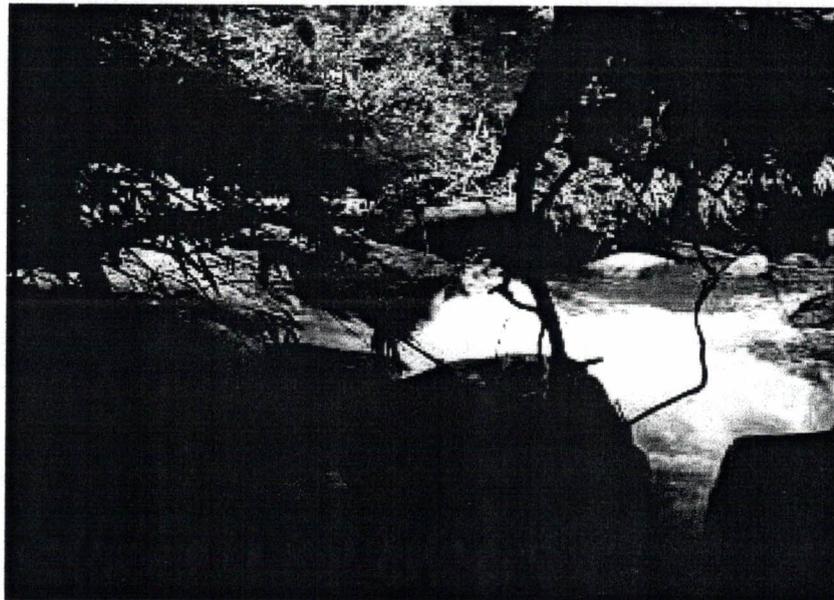
“ Community and Bussines Development Service ”

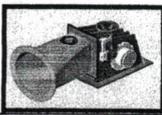


keberadaan Lembaga Swadaya Masyarakat, pemerintah, perangkat adat dan masyarakat merupakan potensi besar dalam mengenalkan kegiatan yang berbasis pengembangan masyarakat. Potensi sumber daya ekonomi yang akan di kembangkan memerlukan studi lebih dalam. Sebagai contoh kegiatan end-use yang sangat layak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

**LAPORAN PEKERJAAN
FS DAN DED PLTMH LUBUK SARIAK KAJAI**

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN





BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari studi yang dilakukan pada aliran Batang Tinggam yang berlokasi di jorong Lubuk Sariak Kecamatan Talamau , diperoleh kemampuan daya yang dapat dibangkitkan dengan Pembangkit Listrik Skala Mikrohidro sebesar ± 21 KW, dengan debit disain $0,6 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan tinggi terjun 7 meter.

Analisis finansial menunjukkan investasi untuk merealisasikan PLTMH ini diperkirakan sebesar Rp. 1,632,200,000,-

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

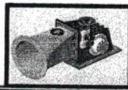
6.2 Saran Pengembangan

Daya output total generator dari PLTMH ini mencapai ± 20 kW, sedangkan kebutuhan maksimum saat ini untuk mengaliri rumah sebanyak 154 adalah sekitar 19,575 kW sehingga tidak 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.

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. 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. Pengelolaan 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.

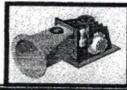
1. ADMINISTRASI KESEKRETARIATAN

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:
- Tanggal** dari kejadian saat operator menemukan masalah
 - Waktu** saat operator menemukan masalah
 - Nama Aktivitas** harus diisikan dalam kolom nama kejadian contoh "Generator Terbakar"
 - Nama Penanggungjawab** diisikan dalam kolom yang sesuai
 - 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:
- Nama** aktivitas bisa disebutkan "Kunjungan Pejabat Daerah"
 - Tanggal dan Waktu** kunjungan
 - Lokasi** yang dikunjungi seperti misalnya intake, saluran, power house dll
 - Penanggungjawab** adalah ketua PLTMH khususnya untuk memberi keterangan kepada pejabat
 - 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.

- Berikan nomer urut sesuai dengan urutan kedatangan surat dalam kolom **Nomer**
- 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, komersial 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**

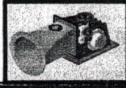
Catatan Rapat

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. 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

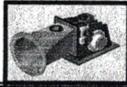
1. Pengelola(nama pengelola) Bertempat dan berkedudukan di Desa(nama desa, kecamatan, dan kabupaten serta provinsi)

Bab 4. WAKTU DAN LAMANYA BERDIRI

1. Pengelola(nama pengelola) ini dimulai sejak tanggaldan 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 professional
2. Pelayanan listrik kepada seluruh pelanggan industri/bisnis secara professional
3. Pelayanan listrik kepada seluruh pelanggan social secara professional
4. Melakukan usaha-usaha lain yang berhubungan dengan listrik kepada pelanggan
5. Melakukan usaha lain yang berkaitan erat dengan listrik

Bab 8. ANGGOTA

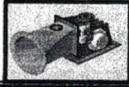
1. Anggota adalah setiap pelanggan baik individu maupun kelompok masyarakat yang menggunakan listrik PLTMH dan terdaftar sebagai anggota
2. Untuk menjadi anggota maka calon anggota harus menyepakati AD/ART
3. Anggota akan mempunyai kontrak dengan Pengelola PLTMH

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 selamatahun 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 adalahtahun 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 seluruh 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

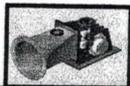
1. Pembubaran hanya dapat dilakukan melalui mekanisme rapat anggota yang dilaksanakan khusus untuk tujuan pembubaran dan hanya berlaku jika 2/3 dari total jumlah anggota/pelanggan menyetujuinya
2. Jika terjadi pembubaran dan tidak terdapat pengurus PLTMH baru selama lebih dari 6 bulan maka seluruh asset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

Badan Perwakilan	Tanda Tangan		Pengelola	Tanda Tangan



3. CONTOH ANGGARAN RUMAH TANGGA

Bab 1. ORGANISASI PENGELOLA PLTMH

Badan Perwakilan

Wakil 1:

Wakil 2:

Wakil #:

Badan Penasehat

Kepala Desa:

Ketua Wakil Warga Desa:

Pengelola PLTMH

Ketua:

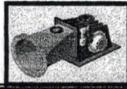
Sekretaris:

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

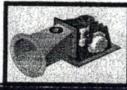
- Ketua Pengurus berhak mendapat honor bulanan sebesar Rp.
- Sekretaris dan Bendahara berhak mendapatkan honor bulanan sebesar Rp.....
- Operator berhak mendapat gaji bulanan sebesar Rp.... Per orang
- Honor dan gaji dapat disesuaikan jumlahnya jika disetujui oleh pelanggan melalui rapat tahunan
- Honor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

**6. CONTOH PRODUK GENERATOR YANG
DISARANKAN**



- 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 jamhingga 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 maksimalVA
- 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 setelahbulan sejak diputuskan, dan harus membayar biaya sambungan baru sebesarkali 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 untukbulan sambungan akan diputus sementara. Jika tagihan dan denda sudah dibayar maka sambungan akan dikembalikan lagi
- Jika pelanggan tidak membayar tagihan berturut-turut selamabulan 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 bendaharaminggu 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

Sekretaristanda tangan

Bendaharatanda tangan

Operator.....tanda tangan



4. CONTOH PERHITUNGAN TARIF

Prinsip perhitungan tariff

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

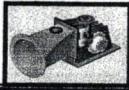
1. Berapa banyak pengeluaran gaji
2. Berapa banyak pengeluaran administrasi
3. Berapa banyak pengeluaran perawatan
4. Berapa banyak pengeluaran hutang
5. Berapa banyak pengeluaran wajib
6. Berapa banyak pengeluaran lainnya.

Pelanggan

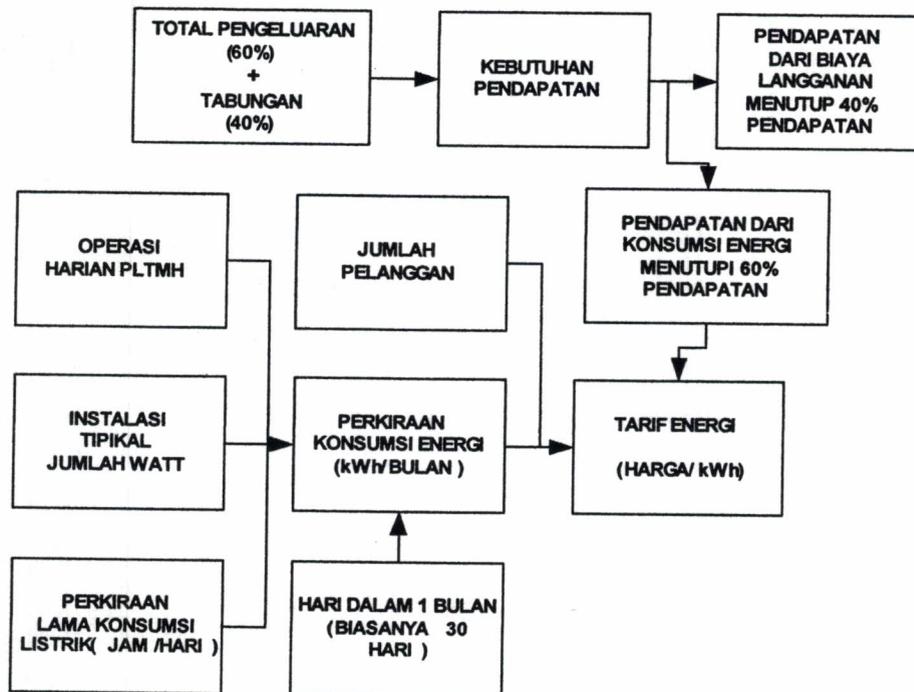
1. Berapa banyak jumlah pelanggan
2. Berapa banyak pelanggan untuk tiap jenis sambungan (rumah tangga, komersil, industri)
3. Apa saja standar instalasi untuk tiap jenis pelanggan (jumlah lampu, watt dll.)
4. **Kemampuan membayar pelanggan**

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

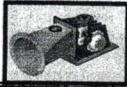
Perhitungan untuk tariff jenis ini lebih mudah karena informasi yang dibutuhkan lebih sedikit:

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).

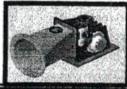
Contoh:

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 → 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 :

$$P = [(V_g \times A_1) + (V_g \times A_2) + (V_g \times A_3)]$$



$$= [(226 \times 63) + (226 \times 71) + (226 \times 55)]$$

$$= [14.238 + 16.046 + 12.430]$$

$$= \mathbf{42.714 \text{ Watt}} \quad \Leftrightarrow \quad \mathbf{42.7 \text{ kW}}$$

❖ Daya keluaran

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

$$\text{Tegangan ballast R (A1)} \quad = 183 \text{ Volt}$$

$$\text{Tegangan ballast Y (A2)} \quad = 176 \text{ Volt}$$

$$\text{Tegangan ballast B (A3)} \quad = 183 \text{ Volt}$$

Tegangan statis ballast (V_b) adalah 240 Volt

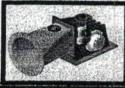
Setiap fasa ballast load total 15 kW

Maka daya yang dibangkitkan dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P &= \left[\left(\frac{A_1}{V_b} \right)^2 + \left(\frac{A_2}{V_b} \right)^2 + \left(\frac{A_3}{V_b} \right)^2 \right] \times 15 \text{ kW} \\ &= \left[\left(\frac{183}{240} \right)^2 + \left(\frac{178}{240} \right)^2 + \left(\frac{183}{240} \right)^2 \right] \times 15 \text{ kW} \\ &= [0.581 + 0.550 + 0.653] \times 15 \text{ kW} \\ &= [1.694] \times 15 \text{ kW} \\ &= \mathbf{25.4 \text{ kW}} \end{aligned}$$

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.

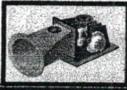
B.4. Saluran Pembawa (Bila ada pada sistem PLTMH)

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.

PENSTOCK BARU SANGAT MAHAL

PENGECATAN JAUH LEBIH MURAH !!!



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 kopling yang longgar. Kontrol kelurusan tata letak dngan memutar poros dengan tangan, poros harus dapat berputar 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 kencangkan 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.

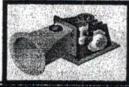
Pekerjaan perawatan

Untuk alat ini tidak diperlukan perawatan yang kontinu.

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, swich, 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 diperhitungkan dengan cermat agar dapat diterima oleh ketiga fasa 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 dudukan 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, kopleng (*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)

2. PETA LOKASI KEGIATAN

**4. RENCANA ANGGARAN BIAYA PLTMH
LUBUK SARIAK**

RENCANA ANGGARAN BIAYA
PEKERJAAN 1 (SATU) UNIT PEMBANGUNAN PLTMH
LUBUAK SARIAK, KENAGARIAN KAJAI, KEC. TALAMAU, KAB. PASAMAN BARAT

No.	Komponen Biaya PLTMH	Satuan	Quantity	Jumlah
A Peralatan Elektrikal & Mekanik				
1	Turbin	Unit	1	Rp 80,000,000
2	Generator	Unit	1	Rp 30,000,000
3	Switchgear / Panel Kontrol	Unit	1	Rp 20,000,000
4	Ballast Load: pemanas udara	Unit	1	Rp 9,000,000
5	Komponen Turbin & spare parts	%	5	Rp 6,950,000
6	Instalasi	%	5	Rp 6,950,000
7	Transportasi, Packing, Trucking	%	2.5	Rp 3,475,000
Sub Total:				Rp 156,375,000
B Pekerjaan Sipil				
1	Akses Jalan			
2	Persiapan lapangan, mobilisasi			Rp 20,000,000
3	Bendung (Weir)			Rp 279,392,004
4	Intake			Rp 41,105,284
5	Bak pengendap (Settlement Basin)			Rp 50,850,048
6	Saluran pembawa (Headrace)			Rp 430,685,082
7	Bak penenang (Head Tank)			Rp 93,019,357
8	Saluran pelimpasan (Spillway)			Rp 27,257,803
9	Pipa Pesat (Penstock)			Rp 83,322,400
10	Rumah Pembangkit (Powerhouse)			Rp 43,311,592
11	Saluran pembuang (Tailrace)			Rp 15,955,176
12	Plesteran dan Acian			Rp 6,330,000
Sub Total:				Rp 1,091,228,745
C Transmisi & Distribusi (T&D)				
1	Tiang Listrik beton (lokal) 7m			Rp 56,000,000
2	Kabel Transmisi			Rp 87,500,000
3	Sambungan rumah & Instalasi Rumah			Rp 73,703,480
4	Aksesoris Tiang dan Pemasangan			Rp 14,000,000
Sub Total:				Rp 231,203,480
D Lain-lain				
1	Training Operator	Ls	1	Rp 5,000,000
Sub Total:				Rp 5,000,000
Total				
				Rp 1,483,807,225
PPn		%	10	Rp 148,380,722.5
Grand Total (dibulatkan)				Rp 1,632,200,000

RINCIAN BIAYA ELEKTIRKAL MEKANIKAL DAN INSTALASI RUMAH
PEKERJAAN 1 (SATU) UNIT PEMBANGUNAN PLTMH
LUBUAK SARIAK, KENAGARIAN KAJAI, KEC. TALAMAU, KAB. PASAMAN BARAT

Item	satuan	Quantity	Harga Satuan	Jumlah	Keterangan
A Peralatan Elektrikal - Mekanik					
1	Turbin	unit	1	Rp 80,000,000	Rp 80,000,000
2	Generator	kVA	30	Rp 1,000,000	Rp 30,000,000
3	Switchgear / Panel Kontrol ELC	unit	20	Rp 1,000,000	Rp 20,000,000
4	Ballast Load: air heater	kVA	30	Rp 300,000	Rp 9,000,000
Sub Total				Rp 139,000,000	
B Transmisi dan Distribusi					
1	Tiang beton 7m (lokal)	unit	70	Rp 800,000	Rp 56,000,000
2	Kabel Twisted 3 x 35 + 25 mm ²	m	3,500	Rp 25,000	Rp 87,500,000
3	Kabel Twisted 4 x 25 mm ²	m	0	Rp 17,000	Rp -
4	Aksesoris	set	70	Rp 100,000	Rp 7,000,000
5	Instalasi tiang dan kabel	set	70	Rp 100,000	Rp 7,000,000
Sub Total				Rp 157,500,000	
C Instalasi Kabel Rumah					
1	Jumlah Sambungan	Rumah	154		3 titik lampu per rumah
2	Kabel NYM 2 * 1.5 mm ²	m	4620	Rp 2,580	Rp 11,919,600 30 m per rumah
3	Kabel NYM 3 * 1.5 mm ²	m	3080	Rp 3,400	Rp 10,472,000 20 m per rumah
4	Kontak Tusuk	unit	154	Rp 5,500	Rp 847,000
5	Switch : double	unit	154	Rp 6,000	Rp 924,000
6	Switch : single	unit	154	Rp 5,000	Rp 770,000
7	Konektor	unit	154	Rp 5,000	Rp 770,000
8	"Service Wedge Clamp"	pcs	308	Rp 5,000	Rp 1,540,000
9	Klem Kabel	pack	77	Rp 2,000	Rp 154,000
10	Fitting Plafond	pcs	154	Rp 4,850	Rp 746,900
11	Fitting : overhang	pcs	308	Rp 4,750	Rp 1,463,000
12	Rosset wood	pcs	924	Rp 400	Rp 369,600
13	Insulation	set	154	Rp 2,100	Rp 323,400
14	Screw	pack	13	Rp 5,260	Rp 68,380
15	T - dus	pcs	308	Rp 4,000	Rp 1,232,000
16	MCB + box	unit	154	Rp 20,200	Rp 3,110,800 1 A/220 V per rumah
17	Kabel Twisted 2 * 10 mm ²	m	4620	Rp 2,740	Rp 12,658,800 30 m per rumah
18	Earthing	unit	154	Rp 76,000	Rp 11,704,000
19	Instalasi	unit	154	Rp 95,000	Rp 14,630,000
Sub Total				Rp 73,703,480	

HARAGA SATUAN PEKERJAAN SIPIL
PEKERJAAN 1 (SATU) UNIT PEMBANGUNAN PLTMH
LUBUAK SARIK, KENAGARIAN KAJAI, KEC. TALAMAU, KAB. PASAMAN BARAT

No.	Item	Koef.	Unit	Harga Satuan	Jumlah	Total
A Gallan m3						
1	Tenaga Kerja	0.625	pers	Rp 35,000	Rp 21,875	Rp 46,875
2	Alat Bantu	1	ls	Rp 25,000	Rp 25,000	
B Urugan m3						
1	Tenaga Kerja	0.192	pers	Rp 35,000	Rp 6,720	Rp 31,720
2	Alat Bantu	1	ls	Rp 25,000	Rp 25,000	
C Isian Pasir m3						
1	Pasir	1.2	m3	Rp 110,000	Rp 132,000	Rp 137,250
2	Tenaga Kerja	0.15	pers	Rp 35,000	Rp 5,250	
D Pondasi Batu Kosong m3						
1	Batu	1.2	m3	Rp 95,000	Rp 114,000	Rp 225,500
2	Pasir	0.4	m3	Rp 110,000	Rp 44,000	
3	Tenaga Kerja	1.125	pers	Rp 35,000	Rp 39,375	
4	Tukang	0.5625	pers	Rp 50,000	Rp 28,125	
E Pasangan Batu Kali 1: 2 m3						
1	Batu	1.2	m3	Rp 95,000	Rp 114,000	Rp 526,913
2	Semen 50 kg/zak	3.52	zak	Rp 65,000	Rp 228,800	
3	Pasir	0.38	m3	Rp 110,000	Rp 41,800	
4	Tenaga Kerja	2.25	pers	Rp 35,000	Rp 78,750	
5	Tukang	1.125	pers	Rp 50,000	Rp 56,250	
6	Kepala Tukang	0.1125	pers	Rp 65,000	Rp 7,313	
F Pasangan Batu Kali 1: 3 m3						
1	Batu	1.2	m3	Rp 95,000	Rp 114,000	Rp 484,913
2	Semen 50 kg/zak	2.84	zak	Rp 65,000	Rp 184,600	
3	Pasir	0.4	m3	Rp 110,000	Rp 44,000	
4	Tenaga Kerja	2.25	pers	Rp 35,000	Rp 78,750	
5	Tukang	1.125	pers	Rp 50,000	Rp 56,250	
6	Kepala tukang	0.1125	pers	Rp 65,000	Rp 7,313	
G Pasangan Batu Kali 1:4 m3						
1	Batu	1.2	m3	Rp 95,000	Rp 114,000	Rp 465,013
2	Semen 50 kg/zak	2.5	zak	Rp 65,000	Rp 162,500	
3	Pasir	0.42	m3	Rp 110,000	Rp 46,200	
4	Tenaga Kerja	2.25	pers	Rp 35,000	Rp 78,750	
5	Tukang	1.125	pers	Rp 50,000	Rp 56,250	
6	Kepala Tukang	0.1125	pers	Rp 65,000	Rp 7,313	

No.	Item	Koef.	Unit	Harga Satuan	Jumlah	Total
H Plesteran + Aclan m2						Rp 42,417
1	Semen 50 kg/zak	0.2368	zak	Rp 65,000	Rp 15,392	
2	Pasir	0.019	m3	Rp 110,000	Rp 2,090	
3	Tenaga Kerja 1/2 terampil	0.286	pers	Rp 45,000	Rp 12,870	
4	Tukang	0.214	pers	Rp 50,000	Rp 10,700	
5	Kepala tukang	0.021	pers	Rp 65,000	Rp 1,365	
I Bronjong m3						Rp 284,850
1	Batu	1.2	m3	Rp 95,000	Rp 114,000	
2	Kawat Bronjong	12	kg	Rp 12,000	Rp 144,000	
3	Tenaga Kerja	0.45	pers	Rp 35,000	Rp 15,750	
4	Tukang	0.2	pers	Rp 50,000	Rp 10,000	
5	Mandor	0.02	pers	Rp 55,000	Rp 1,100	
J Stoplogs m3						Rp 208,100
1	Papan Kayu	0.048	m3	Rp 1,200,000	Rp 57,600	
2	Tukang Kayu	1	pers	Rp 50,000	Rp 50,000	
3	Tenaga Kerja	2	pers	Rp 35,000	Rp 70,000	
4	Mandor	0.1	pers	Rp 55,000	Rp 5,500	
5	Alat Bantu	1	ls	Rp 25,000	Rp 25,000	
K Working floor m3						Rp 530,890
1	Semen	3.956	zak	Rp 65,000	Rp 257,140	
2	Pasir beton	0.56	m3	Rp 110,000	Rp 61,600	
3	Split/gravel	0.93	m3	Rp 95,000	Rp 88,350	
4	Alat bantu	1	ls	Rp 25,000	Rp 25,000	
5	Tenaga Kerja	2	pers	Rp 35,000	Rp 70,000	
6	Tukang	0.5	pers	Rp 50,000	Rp 25,000	
7	Kepala Tukang	0.05	pers	Rp 65,000	Rp 3,250	
8	Mandor	0.01	pers	Rp 55,000	Rp 550	
L Beton bertulang K225 m3						Rp 3,555,190
1	Semen	7.896	zak	Rp 65,000	Rp 513,240	
2	Split/gravel	0.81	m3	Rp 100,000	Rp 81,000	
3	Pasir beton	0.49	m3	Rp 110,000	Rp 53,900	
4	Tenaga kerja	3	pers	Rp 45,000	Rp 135,000	
5	Tukang	0.5	pers	Rp 50,000	Rp 25,000	
6	Kepala tukang	0.05	pers	Rp 65,000	Rp 3,250	
7	Mandor	0.01	pers	Rp 55,000	Rp 550	
8	Alat bantu	1	ls	Rp 75,000	Rp 75,000	
9	Besi beton	175	kg	Rp 9,000	Rp 1,575,000	
10	Kawat	2	kg	Rp 9,000	Rp 18,000	
11	Tenaga kerja pekerjaan besi	6.75	pers	Rp 45,000	Rp 303,750	

No.	Item	Koef.	Unit	Harga Satuan	Jumlah	Total
12	Kepala tukang pekerjaan bes	2.25	pers	Rp 65,000	Rp 146,250	
13	Tenaga kerja biasa (laden)	6.75	pers	Rp 35,000	Rp 236,250	
14	Paku	4	kg	Rp 7,500	Rp 30,000	
15	Tukang kayu	5	pers	Rp 50,000	Rp 250,000	
16	Kepala tukang kayu	0.5	pers	Rp 65,000	Rp 32,500	
17	Tenaga kerja biasa (laden)	2	pers	Rp 35,000	Rp 70,000	
18	Mandor	0.1	pers	Rp 65,000	Rp 6,500	
L	Beton bertulang K225 m3					Rp 3,213,320
1	Semen	7.896	zak	Rp 45,000	Rp 355,320	
2	Split/gravel	0.81	m3	Rp 100,000	Rp 81,000	
3	Pasir beton	0.49	m3	Rp 65,000	Rp 31,850	
4	Tenaga kerja	3	pers	Rp 50,000	Rp 150,000	
5	Tukang	0.5	pers	Rp 65,000	Rp 32,500	
6	Kepala tukang	0.05	pers	Rp 35,000	Rp 1,750	
7	Mandor	0.01	pers	Rp 65,000	Rp 650	
8	Alat bantu	1	ls	Rp 75,000	Rp 75,000	
9	Besi beton	175	kg	Rp 9,000	Rp 1,575,000	
10	Kawat	2	kg	Rp 9,000	Rp 18,000	
11	Tenaga kerja pekerjaan besi	6.75	pers	Rp -	Rp -	
12	Kepala tukang pekerjaan bes	2.25	pers	Rp 35,000	Rp 78,750	
13	Tenaga kerja biasa (laden)	6.75	pers	Rp 50,000	Rp 337,500	
14	Paku	4	kg	Rp 7,500	Rp 30,000	
15	Tukang kayu	5	pers	Rp 65,000	Rp 325,000	
16	Kepala tukang kayu	0.5	pers	Rp 35,000	Rp 17,500	
17	Tenaga kerja biasa (laden)	2	pers	Rp 50,000	Rp 100,000	
18	Mandor	0.1	pers	Rp 35,000	Rp 3,500	

RINCIAN BIAYA PEKERJAAN SIPIL
PEKERJAAN 1 (SATU) UNIT PEMBANGUNAN PLTMH
LUBUAK SARIAK, KENAGARIAN KAJAI, KEC. TALAMAU, KAB. PASAMAN BARAT

No.	Deskripsi	Unit	Volume	Harga Satuan	Jumlah	Total
A Persiapan Pekerjaan						Rp 20,000,000
1	Persiapan lapangan, pembersihan	ls	1.00	Rp 10,000,000	Rp 10,000,000	
2	Mobilisasi & demobilisasi (direction kit, mobilisasi & demobilisasi pekerja)	ls	1.00	Rp 10,000,000	Rp 10,000,000	
B Pekerjaan Sipil						Rp 1,071,228,745
1 Bendung (Weir) + Sayap						
a.	Galian	m ³	265.00	Rp 46,875	Rp 12,421,875	
b.	Urugan	m ³	475.00	Rp 31,720	Rp 15,067,000	
c.	Isian Pasir	m ³	0.00	Rp 137,250	Rp -	
d.	Pondasi batu kosong	m ³	247.00	Rp 225,500	Rp 55,698,500	
e.	Pasangan batu kali 1 : 2	m ³	268.79	Rp 526,913	Rp 141,628,811	
f.	Plesteran + acian	m ²	275.00	Rp 42,417	Rp 11,664,675	
g.	Beton Tulangan	m ³	12.07	Rp 3,555,190	Rp 42,911,143	
sub total					Rp 279,392,004	
2 Bangunan Penyadap Air						
a.	Galian	m ³	22.20	Rp 46,875	Rp 1,040,625	
b.	Urugan	m ³	15.40	Rp 31,720	Rp 488,488	
c.	Isian Pasir	m ³	0.00	Rp 137,250	Rp -	
d.	Pondasi batu kosong	m ³	68.00	Rp 225,500	Rp 15,334,000	
e.	Pasangan batu kali 1 : 2	m ³	42.00	Rp 526,913	Rp 22,130,325	
f.	Plesteran + acian	m ²	38.00	Rp 42,417	Rp 1,611,846	
g.	Trashrack	Ls	1.00	Rp 500,000	Rp 500,000	
h.	Pintu Air	unit	1.00	Rp -	Rp -	
sub total					Rp 41,105,284	
3 Bak Pengendap						
a.	Galian	m ³	10.40	Rp 46,875	Rp 487,500	
b.	Urugan	m ³	48.00	Rp 31,720	Rp 1,522,560	
c.	Isian Pasir	m ³	0.00	Rp 137,250	Rp -	
d.	Pondasi batu kosong	m ³	0.00	Rp 225,500	Rp -	
e.	Pasangan batu kali 1 : 3	m ³	78.00	Rp 484,913	Rp 37,823,175	
f.	Plesteran + acian	m ²	189.00	Rp 42,417	Rp 8,016,813	
g.	Pintu Penguras	unit	1.00	Rp 3,000,000	Rp 3,000,000	
sub total					Rp 50,850,048	
4 Saluran Pembawa						
a.	Galian	m ³	569.00	Rp 46,875	Rp 26,671,875	
b.	Urugan	m ³	360.00	Rp 31,720	Rp 11,419,200	
c.	Isian Pasir	m ³	0.00	Rp 137,250	Rp -	
d.	Pondasi batu kosong	m ³	124.00	Rp 225,500	Rp 27,962,000	
e.	Pasangan batu kali 1 : 4	m ³	704.62	Rp 465,013	Rp 327,657,108	
f.	Plesteran + acian	m ²	871.70	Rp 42,417	Rp 36,974,899	
g.	Pintu Air	unit	0.00	Rp -	Rp -	
sub total					Rp 430,685,082	

No.	Deskripsi	Unit	Volume	Harga Satuan	Jumlah	Total
5	Bak Penenang					
a.	Galian	m ³	60.00	Rp 46,875	Rp 2,812,500	
b.	Urugan	m ³	32.00	Rp 31,720	Rp 1,015,040	
c.	Isian Pasir	m ³	0.00	Rp 137,250	Rp -	
d.	Beton Tulangan	m ³	8.30	Rp 3,555,190	Rp 29,508,077	
e.	Pondasi batu kosong	m ³	0.00	Rp 225,500	Rp -	
f.	Pasangan batu kali 1 : 3	m ³	95.00	Rp 484,913	Rp 46,066,688	
g.	Plesteran + acian	m ²	156.00	Rp 42,417	Rp 6,617,052	
h.	Pintu Air	unit	1.00	Rp 3,500,000	Rp 3,500,000	
i.	Trashrack	unit	1.00	Rp 3,500,000	Rp 3,500,000	
				sub total	Rp 93,019,357	
6	Saluran Pelimpah					
a.	Galian	m ³	62.00	Rp 46,875	Rp 2,906,250	
b.	Urugan	m ³	48.00	Rp 31,720	Rp 1,522,560	
c.	Isian Pasir	m ³	0.00	Rp 137,250	Rp -	
d.	Pondasi batu kosong	m ³	0.00	Rp 225,500	Rp -	
e.	Pasangan batu kali 1 : 2	m ³	43.00	Rp 465,013	Rp 19,995,538	
f.	Plesteran + acian	m ²	66.80	Rp 42,417	Rp 2,833,456	
				sub total	Rp 27,257,803	
7	Pipa Pesat					
a.	Galian	m ³	19.00	Rp 46,875	Rp 890,625	
b.	Anchor block	m ³	4.60	Rp 500,000	Rp 2,300,000	
c.	Working floor PC : Ps 1 : 5	m ³	0.00	Rp 530,890	Rp -	
d.	Isian Pasir	m ³	0.00	Rp 137,250	Rp -	
e.	Plesteran + acian	m ²	63.00	Rp 31,700	Rp 1,997,100	
f.	Penstock Setting	m ¹	30.60	Rp 25,000	Rp 765,000	
g.	Penstock, dia 56 cm t=3 mm	m ¹	58.00	Rp 1,000,000	Rp 58,000,000	
h.	Elbow/Bend	pcs	2.00	Rp 2,000,000	Rp 4,000,000	
i.	Saddle Support	m ³	6.00	Rp 350,000	Rp 2,100,000	
j.	Anchor bolt + Klem	pcs	12.00	Rp 250,000	Rp 3,000,000	
k.	Pasangan batu kali 1 : 2	m ³	24.00	Rp 465,013	Rp 11,160,300	
				sub total	Rp 83,322,400	
8	Pondasi Turbin					
a.	Galian	m ³	15.80	Rp 46,875	Rp 740,625	
b.	Urugan	m ³	0.00	Rp 31,720	Rp -	
c.	Isian Pasir	m ³	0.00	Rp 137,250	Rp -	
d.	Working Floor PC : Ps 1 : 5	m ³	2.40	Rp 530,890	Rp 1,274,136	
e.	Beton Tulangan	m ³	3.20	Rp 3,555,190	Rp 11,376,608	
f.	Pondasi batu kosong	m ³	0.00	Rp 225,500	Rp -	
g.	Pasangan batu kali 1 : 2	m ³	9.80	Rp 465,013	Rp 4,557,123	
h.	Plesteran + acian	m ²	43.00	Rp 31,700	Rp 1,363,100	
				sub total	Rp 19,311,592	
9	Rumah Pembangkit					
a.	Bangunan	m ²	16.00	Rp 1,500,000	Rp 24,000,000	
				sub total	Rp 24,000,000	

No.	Deskripsi	Unit	Volume	Harga Satuan	Jumlah	Total
10	Finishing					
a.	Pengecatan : penstock	m ¹	58.00	Rp 10,000	Rp 580,000	
b.	Pengecatan : rumah pembangkit	ls	1.00	Rp 750,000	Rp 750,000	
c.	Penataan jalan di rumah pembangkit	m ¹	50.00	Rp 100,000	Rp 5,000,000	
				sub total	Rp 6,330,000	
11	Saluran Pembuang					
a.	Galian	m ³	148.00	Rp 31,700	Rp 4,691,600	
b.	Urugan	m ³	0.00	Rp 31,720	Rp -	
c.	Isian Pasir	m ³	0.00	Rp 137,250	Rp -	
d.	Pondasi batu kosong	m ³	0.00	Rp 225,500	Rp -	
e.	Pasangan batu kali 1:2	m ³	20.50	Rp 465,013	Rp 9,532,756	
f.	Plesteran + acian	m ²	54.60	Rp 31,700	Rp 1,730,820	
				sub total	Rp 15,955,176	
TOTAL						Rp 1,091,228,745

5. DED (DETAIL ENGINEERING DISAIN)

3. PERENCANAN TEKNIS PLTMH LUBUK SARIAK

Project Information

Site Conditions		Estimate	Notes
Project Name		Feasibility PLTMH	stand alone / grid connection
Project Location		Lubuak Sariak	
Name of River - Irrigation System		Bt. Tinggam	
Gross Head	m	7	
Firm Flow	m ³ /s	0,9	

Technical Data & Assumption		Estimate	Notes
Design flow	m ³ /s	0.55	2% - 7% 95% gearbox, 95% - 97% v belt, 98% flat belt minimum rating size 75 - 80 small size, medium 80 - 90 < 100 kW 1% - 2%, 0 for no need transformer
Turbine type	-	Crossflow	
Turbine peak efficiency	%	74	
Turbine efficiency at design flow	%	74	
Turbine speed	rpm		
Maximum hydraulic losses	%	4	
Mechanical Transmission efficiency	%	98	
Generator rating	kVA	30	
Generator efficiency	%	87	
Generator speed	rpm	1500	
Generator phase	phase	3	
Kapasitas terbangkit	kW	21.00	
Transformer losses	%	0	

**PERENCANAAN TEKNIS PLTMH LUBUK SARIAK, KAJAI
KECAMATAN TALAMAU
KABUPATEN PASAMAN BARAT**

1. Losses

1.1. Friction

		Pipe Material : Welded rolled steel		
NO	Description	Symbol	Value	unit
1.1.1	flow*	Q	0.6	m ³ /s
1.1.2	inner diameter of pipe	d	0.56	m
1.1.3	pipe area	A	0.25	m ²
1.1.4	friction factor**	Gamma	0.003	m ² /s
1.1.5	pipe length	L	120	m
1.1.6	average velocity	v	2.23	m/s
1.1.7	gravity constant	g	9.81	m/s ²
1.1.8	kinematic viscosity***	V	1.E-06	m ² /s
1.1.9	Reynolds numbers	Re	1.25E+06	
1.1.10	absolute roughness of pipe material	k	0.05	mm
1.1.11	relative roughness of pipe material	k/d	8.9E-05	
Friction Losses		Hf	0.164	m

* site flow available

** see Moody chart

***water at 20 C

1.2. Local / Turbulences Losses

Bends Ratio = 5

NO	Description	Symbol	Coeff.	Q'ty	Value
1.2.1	loss for inlet	zeta1	0.040	1	0.04
1.2.2	loss for bent 45	zeta2	0.250	2	0.50
1.2.3	loss for reducer	zeta3	0.040	1	0.04
Local losses		HI	0.58	m	

*butterfly valve

Total losses without pipe losses

0.74 m

2. Power

NO	Description	Symbol	Value	unit
2.1	Gross Head*	Hg	7	m
2.2	Total losses	ht	0.74	m
2.3	Net Head	Hn	6.26	m
2.4	Flow	Q	0.550	m ³ /s
2.5	Gravity constant	g	9.81	m/s ²
2.6	Net hydraulic power potential	Pw	34	kW
2.7	Turbine effeciency**		0.7	-
2.8	Turbine's shaft output power	Pt	24	kW
2.9	Mechanical transimition effeciency***		0.97	-
2.10	Mechanical Power transfered to Generator	Pd	23	kW
2.11	Generator effeciency****		0.903	-
2.12	Electric power generated	Pel	21	kW

*Gross head measure from upper surface level to turbine shaft axis

**Crossflow locally manufactured

***well designed modern belt drives

****industrial rating, 40 degree Celcius ambient temperature at 1000 m from sea level

3. Pressure Transients in Pipe Lines (Waterhammer)

NO	Description	Symbol	Value	unit
3.1	Modulus of elasticity (Bulk modulus) of water	E _{liq}	2.1E+09	N/m ²
3.2	Density of water		1000	kg/m ³
3.3	Modulus of elasticity of pipe material	E _p	2.1E+11	N/m ²
3.4	Internal diameter of the pipe	d	0.56	m
3.5	Wall thickness of the pipe	t	0.004	m
3.6	Propagation speed of shock wave	a	935.41	m/s
3.7	Gravity constant	g	9.81	m/s ²
3.8	Velocity of water	v	2.23	m/s
3.9	Surge head	h _{surge}	213.04	m
3.10	Total Head	H _t	219.29	m
3.11	Ultimate tensile strength of pipe material	S	3.7E+08	N/m ²
3.12	Effective thickness of the pipe	t _{eff}	0.0036	m
3.13	Safety factor*	S _f	2.19	-

4. Turbine Sizing for Crossflow

NO	Description	Symbol	Value	unit
4.1	Inlet Width	bo	878	mm
4.2	Rotor speed	n	332.67	rpm
4.3	Rotor diameter	D	300	mm
4.4	Number of Blade		28	
4.5	Specific speed	n _s	133	rpm
4.6	finishing Painting			
4.7	Bearing Roller Bearing SKF 22218			
4.8	Blade material : Carbon Steel			

5. Generator

NO	Description	Symbol	Value	unit
5.1	Type :	SYNCHRONOUS		
5.2	Enclosure :	IP22 (NEMA 1)		
5.3	Insulation :	Class H		
5.4	AVR :			
5.5	Rating Power		31	kVA
5.6	Power Factor	P _r	0.80	
5.7	Voltage Star connection/Delta	V	380/220	V
5.8	Frequency	f	50	Hz
5.9	Speed	n	1500	rpm
5.10	Phase		3	

6. Control System

NO	Description	Symbol	Value	unit
6.1	Controller : Electronic load controller Locally made			
6.2	Rating power		25	kW
6.3	Ballast Load : Air Heater		29	kW
6.4	Safety : Emergency warning set, overload, overvoltage, & lightning protection			

7. Pulley and Flat Belt

NO	Description	Symbol	Value	Unit
7.1	Rotation speed degree	n	4.509	rpm
7.2	Driven pulley diameter Generator	d1	6	inci
7.3	Driven pulley diameter Turbine	d2	27.054	inci
7.4	Arc of contact on smaller pulley	β	178.902	^o
7.5	Center distance*	e	1150	mm
7.6	Belt speed	v	0.471	m/s
7.7	Peripheral force to be transmitted	F _u	50147.421	N
7.8	Load factor**	c	1.1	-
7.9	Max peripheral force to be transmitted	F _{umax}	55162.163	N
7.10.	Specific peripheral force to be transmitted***	F' _u	27	N/mm
7.11.	Basic belt tension****	E	1.75	%
7.12.	Belt supply width	b _o	2043.043	mm
7.13.	Belt pully width	b	2063.043	mm
7.14.	Geometrical belt length	L	2351.899	mm

*Standart ***Chart

Medium and heavy Generator **Chart