

# PEMBANGUNAN PLTMH DI DESA GIRIKERTO KECAMATAN TURI KABUPATEN SLEMAN

**F. Eko Wismo Winarto**

Program Diploma Jurusan Teknik Mesin FT UGM

e-mail: eko\_wiswin@yahoo.com

## **Abstrak**

*Paper ini akan memaparkan analisis dan perencanaan pembangunan PLTMH di desa Girikerta, Kecamatan Turi, Kabupaten Sleman. Analisis dan perencanaan pembangunan dimulai dengan pengumpulan data-data lapangan yang meliputi data calon lokasi dan data sosial ekonomi. Atas dasar data tersebut, kemudian direncanakan pembangunan PLTMH sesuai daya dukung lingkungannya yang terdiri atas: bak penampung/bak penenang, penstock (pipa pesat), turbin, jenis generator serta disain power house PLTMH yang meliputi: pondasi, lantai, dinding, jendela, dan atap yang akan digunakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: faktor sosial lingkungan setempat sangat menentukan terutama kebiasaan menggunakan air dengan boros harus diubah menjadi seefisien mungkin, harus tercipta community development yang siap mendukung operasional PLTMH dan Kesadaran akan green energy yang abadi harus ditumbuhkan agar PLTMH yang telah dibangun tidak sia-sia.*

**Kata kunci:** PLTMH, MHPP, Micro Hydro Power Plant

## **1. PENDAHULUAN**

Dengan adanya prediksi krisis energi listrik Tahun 2020 pada sistem Jawa-Bali termasuk didalamnya Propinsi DIY, dapat dipastikan terjadi kelangkaan dan ketidakseimbangan antara pasokan listrik yang tersedia dengan jumlah pemakai listrik oleh pelanggan. Kondisi yang lebih berat akan diterima masyarakat ketika akan diberlakukan reformasi tarif dasar listrik yaitu menaikkan tarif dasar listrik secara berkala menuju harga keekonomiannya. Untuk mencukupi pasokan listrik di atas sekaligus mendorong kegiatan ekonomi daerah, maka sesuai Undang-undang Nomor 20 Tahun 2002 tentang Kelistrikan, pasal (7) menyebutkan bahwa Pemerintah dan Pemerintah Daerah menyediakan dana pembangunan sarana penyediaan tenaga listrik untuk membantu kelompok tidak mampu, pembangunan sarana penyediaan tenaga listrik di daerah yang belum berkembang, pembangunan tenaga listrik di daerah terpencil dan pembangunan listrik pedesaan. Berdasarkan hal tersebut, dimungkinkan daerah membangun pembangkit-pembangkit listrik skala kecil yang bersifat off grid ( tidak tersambung oleh grid nasional ). Salah satu pembangkit listrik skala kecil yang potensial adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). PLTMH pada dasarnya dibangun dalam rangka program listrik masuk desa, dimana pembangkitan dilakukan dengan memanfaatkan aliran air dari anak sungai yang kecil atau dari saluran irigasi yang dapat menghasilkan energi listrik sampai dengan 50 KW atau bahkan mencapai 100 KW. Dalam rangka optimasi pemanfaatan energi listrik yang dihasilkan oleh PLTMH, model sederhana penggunaan energi listrik yang dihasilkan untuk mencapai faktor beban lebih dari 50 % (Das, 2001) adalah siang hari untuk kegiatan penggilingan hasil pertanian, memasak dan industri kecil, sore hari untuk penerangan dan peralatan rumah tangga, malam hari untuk kegiatan penetasan telur dan kegiatan pengeringan hasil pertanian.

Maksud dilaksanakan pembangunan PLTMH adalah untuk penyediaan energi listrik melalui energi tambahan dengan memanfaatkan potensi sumber daya air setempat, agar dapat dimanfaatkan oleh masyarakat guna mendorong ekonomi daerah khususnya industri-industri kecil.

Tujuan dilaksanakan pembangunan PLTMH adalah menyusun perancangan/*design* teknis secara detail pembangunan PLTMH sesuai dengan daya dukungnya yang meliputi topografi, jenis tanah/batuan, *head* dan debit air serta kondisi sosial ekonomi masyarakat. Sehingga hasil pembangunan PLTMH diharapkan bisa menghasilkan tenaga listrik dengan kapasitas lebih kurang 15 Kw yang diperuntukkan bagi industri-industri kecil sekitarnya dan

pengelolaannya melalui koperasi desa setempat atau kelompok masyarakat produktif. Juga persiapan untuk memulai mendidik masyarakat untuk mengenal energi terbarukan (*renewable energy*).

Adapun sasaran yang diinginkan dalam pekerjaan ini adalah dapat diketahuinya lokasi dan kondisi rencana pembangunan PLTMH yang sesuai, meliputi kondisi topografi, jenis tanah/batuan, *head* dan debit air. Juga menjadikan masyarakat sadar bahwa energi terbarukan adalah energi yang melestarikan lingkungan, sehingga dapat berlangsung untuk seterusnya.

Manfaat analisis dan perencanaan pembangunan PLTMH adalah sebagai acuan bagi pembangunan konstruksi PLTMH di daerah lainnya yang dapat digunakan sebagai langkah awal agar di era otonomi ini, masyarakat mampu mempunyai sumber energi yang lestari.

## 2. METODA PENELITIAN

Metoda penelitian yang dilakukan untuk melaksanakan analisis dan perencanaan pembangunan PLTMH adalah dengan pengumpulan data-data lapangan yang akurat meliputi:

- a. Data calon lokasi pembangunan PLTMH yang meliputi kondisi topografi, jenis tanah/batuan, *head* dan debit air sungai/ irigasi.
- b. Data sosial ekonomi masyarakat sekitar (termasuk ada tidaknya pusat industri kecil dan kegiatan perkoperasian di calon lokasi pembangunan PLTMH)

Sehingga dari data-data tersebut di atas, maka analisis dan perencanaan pembangunan PLTMH dapat direncanakan sesuai dengan daya dukung lingkungannya yang meliputi: bak penampung/bak penenang, *penstock* (pipa pesat), turbin, jenis generator serta disain *power house* PLTMH yang meliputi: pondasi, lantai, dinding, jendela, dan atap yang akan digunakan.

### 2.1. Lokasi penelitian

Lokasi perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro adalah di Kabupaten Sleman, dan telah dilakukan survei untuk mendapatkan lokasi yang potensial dilakukan Pembangunan Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH).

### 2.2. Alternatif Lokasi

Adapun lokasi yang telah disurvei dan diteliti potensinya antara lain sebagai berikut:

- a. Ds. KedungSari Desa Ngumbulsari Kec. Cangkringan
- b. Ds. Tempel (Bangunrejo)
- c. Ds. Kliwonan Desa Sumberagung Kec.Moyudan
- d. Ds. Plembon Desa Sendangsari Kec. Minggir
- e. Ds. Sutan Desa Sendangsari Kec. Minggir
- f. Ds. Daleman Desa Girikerto Kec. Turi

Adapun spesifikasi teknis dari 6 lokasi di atas adalah ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel. 1. Lokasi Survey PLTMH di Kab. Sleman

No	Lokasi	Head (tinggi) (m)	Debit (lt/dt)	Output (Kw)
1	Ds.KedungSari Desa Ngumbulsari Kec. Cangkringan	10	300	14,70
2	Tempel (Bangun rejo)	6	1000	29,38
3	Ds. Kliwonan Desa Sumber agung Kec.Moyudan	4,2	1200	29,6
4	Ds.Plembon Desa Sendang sari Kec. Minggir	3	152	2,73
5	Ds.Sutan Desa Sendangsari Kec. Minggir	1	315	1,8
6	Ds.Daleman Desa Girikerto Kec. Turi	5,5	280	10,5

### 2.3. Lokasi Terpilih

Lokasi yang terpilih dari enam (6) alternatif tersebut di atas adalah Ds.Daleman Desa Girikerto Kec. Turi dengan pertimbangan sebagai berikut:

- a. Ada saluran irigasi dan tidak pernah kering sepanjang tahun
- b. Daya yang dihasilkan sebesar kurang lebih 10,575 kW dengan debit yang direncanakan 280 lt/dt dan tinggi terjunan 5,5 m

- c. Masyarakat Dusun Daleman Desa Girikerto sangat mendukung dan antusias dengan adanya PLTMH yang direncanakan
- d. Memiliki potensi ekonomi dengan munculnya industri pengolahan makanan ternak, penetasan ayam buras, peternakan ikan, dan lain-lain
- e. Pengelolaan PLTMH direncanakan akan dilakukan oleh Koperasi Unit Desa Girikerto.

## 2.4. Monografi Desa Girikerto

### Kondisi wilayah

- a. Luas desa : 1.002,9796 Ha
- b. Batas wilayah
  - Sebelah utara : Gunung Merapi
  - Sebelah selatan : Desa Donokerto
  - Sebelah barat : Desa Wonokerto
  - Sebelah timur : Desa Purwobinangun
- c. Wilayah
  - Dusun Ngandong
  - Dusun Ngangring
  - Dusun Kloposawit
  - Dusun Kemirikebo
  - Dusun Sukareja
  - Dusun Pancor
  - Dusun Nangsri Lor
  - Dusun Mincon
  - Dusun Babadan
  - Dusun Glagah Ombo
  - Dusun Daleman
  - Dusun Suradadi Lor
  - Dusun Karang gawang

### Kondisi Geografis

No	Kondisi Geografis	Keterangan
1	Ketinggian dari permukaan laut	400 - 800 m
2	Banyaknya Curah Hujan	3.908 mm/Th
3	Suhu Udara Rata – rata	23 ° - 35 ° C

### Pertanahan

Data mengenai Penggunaan Tanah di Desa Girikerto dapat memberikan gambaran tentang alokasi penggunaannya, dimana Sawah dan tegalan merupakan prosentase yang dominan. Di lapangan menunjukkan bahwa perkebunan salak pondoh merupakan komoditas yang utama di desa Girikerto. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada table berikut ini.

Tabel 2. Penggunaan Tanah Di Desa Girikerto Tahun 2000

No	Penggunaan	Luas (ha )	Prosentase
1	Jalan	40,87	4,07%
2	Perkantoran	1,28	0,13%
3	Pasar Desa	1,34	0,13%
4	Sawah	231,95	23,13%
5	Irigasi Teknis	37,50	
6	Irigasi Setengah Teknis	194,45	
7	Pekarangan	230,74	23,01%
8	Ladang dan Tegalan	430,93	42,97%
9	Perkebunan Rakyat	65,86	6,57%
Total		1002,97	100%

### Kependudukan

Data Kependudukan memberikan gambaran kepada kita tentang kondisi sosial ekonomi Desa Girikerto dengan melihat tingkat pendidikan dan Jenis Pekerjaan Kepala Keluarga. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Penduduk Menurut Tingkat Pendidikan Tahun 2000

No	Pendidikan	Jumlah (jiwa)	Prosentase
1	Tidak Tamat SD	297	15%
2	S.D	1001	49%
3	SLTP	419	21%
4	SLTA	179	9%
5	Akademi / PT	135	7%
Total		2031	100%

Tabel 4. Jumlah Penduduk Menurut Mata Pencaharian

No	Mata pencaharian	Jumlah
1	Pegawai Negeri Sipil	111
2	ABRI	30
3	Swasta	237
4	Wiraswasta / Pedagang	149
5	Petani	3.073
6	Pertukangan	138
7	Buruh Tani	458
8	Pensiun	31

### Potensi Mikrohidro

Mikrohidro energi utamanya adalah air (sungai) yang tidak dapat dipisahkan dari potensi Hidrogeologi. Sungai Duren yang merupakan sumber utama dari Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Dusun Daleman Desa Girikerto Kecamatan Turi merupakan sungai yang bersumber dari mata air di desa Nyangkring dan merupakan mata air akuifer yang selalu ada sepanjang tahun. Disamping itu banyak terdapat mata air-mata air kecil yang juga punya andil terhadap kontinuitas debit sungai tersebut.

Tabel 5. Debit rerata selama 10 tahun dengan prosentase waktu

No.	Debit rerata dim urutan naik ( l/dt )	Prosentase waktu
1	562,30	100
2	578,20	91,67
3	632,40	83,33
4	683,80	75,00
5	699,70	66,67
6	716,90	58,33
7	1077,2	50,00
8	1141,20	41,67
9	1184,10	33,33
10	1444,20	25,00
11	2293,00	16,67
12	2729,30	8,33

Sumber : Sub Dinas Pengairan Kab. Sleman

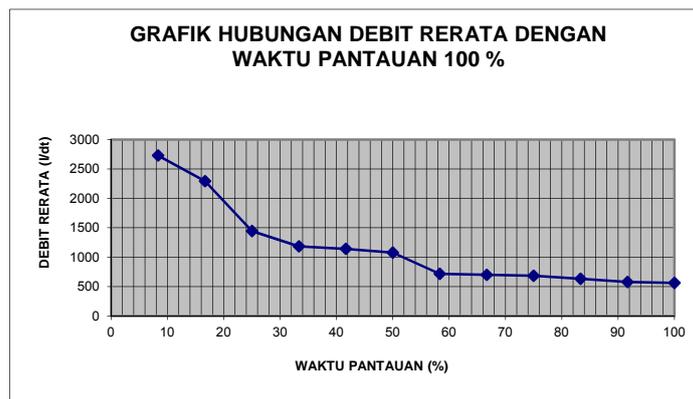
### Bangunan Sipil

Dari hasil survey dan data lapangan di Sungai Duren pada bendung Kretek di Dusun Daleman, Desa Girikerto, Kecamatan Turi, Kabupaten Sleman, Propinsi DIY, berupa data debit air yang terukur pada saluran pembawa sebesar  $0,28 \text{ m}^3/\text{dt}$ . Hasil pengukuran *geodetic* didapatkan ketinggian setinggi 6,0m dan setelah diadakan perhitungan adanya kerugian *head*/kehilangan tenaga sebesar 5,5 m.

Data selengkapnya adalah sebagai berikut:

- Elevasi dasar saluran atas : + 100,75 m
- Elevasi dasar saluran bawah : + 94,75 m
- Perbedaan elevasi (head yang tersedia) : 6,00 m
- Head efektif : 5,50 m
- Debit (Q) :  $0,28 \text{ m}^3/\text{s}$

Debit tahunan dapat dilihat dari Tabel 5.



Gambar 1. Grafik hubungan debit rerata dengan waktu pantauan

Berdasarkan data dari Sub. Dinas Pengairan Kabupaten Sleman debit sebesar 0,28 m<sup>3</sup>/dt yang digunakan sebagai dasar perencanaan mikrohidro di dusun Daleman akan terpenuhi sepanjang tahun, seperti terlihat dalam Gambar 1. Beberapa bagian yang diperlukan pada bangunan sipil untuk pembangkit Listrik tenaga mikrohidro antara lain:

**a. Kolam tando/Bak Penenang**

Adalah bangunan yang berfungsi untuk menampung kebutuhan air sehingga memenuhi debit rencana, sekaligus berfungsi bak penenang untuk menghilangkan turbulensi aliran agar air yang masuk ke penstock dalam kondisi laminar (tenang), dan mengendapkan sedimen/lumpur (Gambar 2).



Gambar 2. Kolam Tando/bak penenang



Gambar 3. Pembilas Lumpur

**b. Pembilas Lumpur**

Adalah bangunan yang berfungsi untuk mengendapkan dan membuang Lumpur agar tidak masuk *penstock* dan mengganggu turbin (Gambar 3).

**c. Peluap**

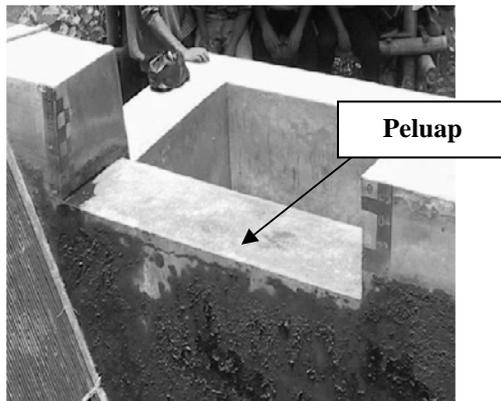
Adalah bangunan yang berfungsi untuk meluapkan kelebihan debit air, agar air yang ada pada bak penenang konstant sesuai kebutuhan (Gambar 4).

**d. Pintu Air**

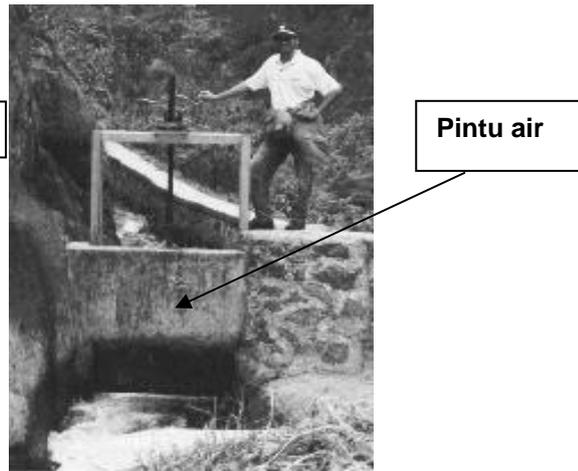
Berfungsi untuk mengatur debit air sesuai kebutuhan yang dikehendaki. Bahan yang digunakan plat besi (Gambar 5).

**e. Trashrack**

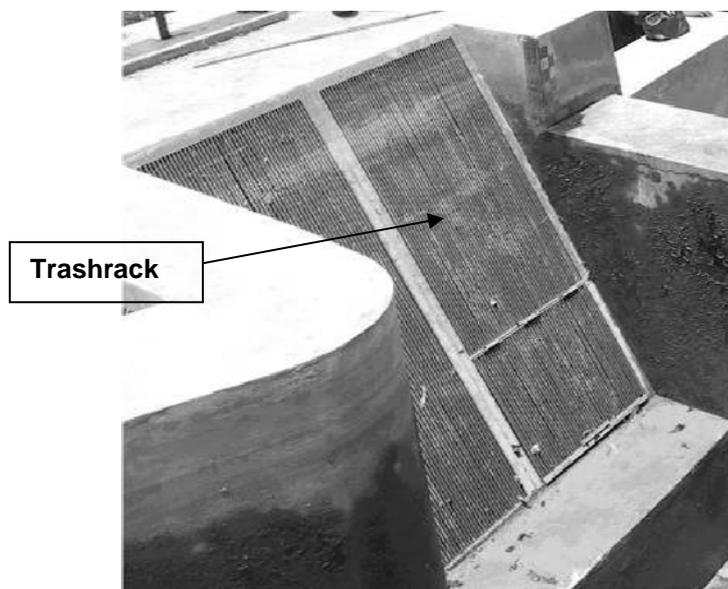
Adalah saringan yang berfungsi untuk mencegah kotoran baik sampah maupun sedimen padat agar tidak masuk ke kolam tando dan *penstock*. Bahan yang dipakai menggunakan besi beton yang dibentuk (Gambar 6).



Gambar 4. Peluap



Gambar 5. Pintu air



Gambar 6. Trashrack

#### f. **Power House**

Adalah bangunan yang digunakan sebagai pelindung peralatan pembangkit yang ada, sekaligus dapat berfungsi untuk ruang pengelola dan ruang untuk kepentingan umum.

Pada perencanaan di Girikerto direncanakan sebagai berikut:

- 1) Lantai dasar (lantai 1), digunakan untuk penempatan turbin, generator, kontrol dan peralatan pengoperasian/pemeliharaan.
- 2) Lantai 2, digunakan untuk ruang pengelola.
- 3) Lantai 3, digunakan untuk ruang keperluan umum.

#### g. **Tailrace**

Adalah saluran yang berfungsi untuk mengalirkan air dari *power house* setelah digunakan untuk memutar turbin ke saluran asal (Gambar 7).



Gambar 7. Tail Race

## 2.5. Peralatan-peralatan yang Dibutuhkan Turbin

Pesawat yang digunakan untuk mengkonversi energi potensial menjadi energi mekanik berupa putaran pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) disebut turbin. Putaran poros turbin ini ditransmisikan ke generator untuk membangkitkan energi listrik. Turbin yang dipakai pada PLTMH adalah turbin open flume, dimana tenaga yang digunakan adalah tenaga hisap dari air yang meluncur ke bawah.

Turbin terdiri dari bagian sudu (*blade*), *guide vane* (sudu pengarah) dan dilanjutkan penerusan gaya putar oleh poros keatas, dan dilengkapi dengan roda pulley untuk mentransmisikan daya ke generator melalui v belt (Gambar 8).

### Sistim Transmisi

Sistim transmisi yang digunakan adalah menggunakan sabuk dan puli. Sistim transmisi berfungsi untuk menaikkan putaran dari putaran turbin ke putaran generator. Perbandingan putaran satu dibanding tiga

### Elektrikal

Komponen yang utama dari elektrikal adalah Generator dan Panel control.

### Generator

Generator adalah alat pengubah tenaga mekanik yang berupa putaran yang dihasilkan Turbin menjadi tenaga listrik. Generator yang digunakan digunakan dari jenis Motor Induksi 1 Phasa yang digunakan sebagai Generator dengan spesifikasi : Motor Induksi 1 phasa daya 10 KW, Voltase 220 / 380 Volt,  $\text{Cos } \phi$  0,8 putaran 1400 rpm, 50 Hertz, Out put setelah dijadikan generator mampu membangkitkan daya output listrik 10 KW dengan system 1 fasa, 220/380 Volt, 50 Hertz  $\text{Cos } \phi$  0,8 (Gambar 9).

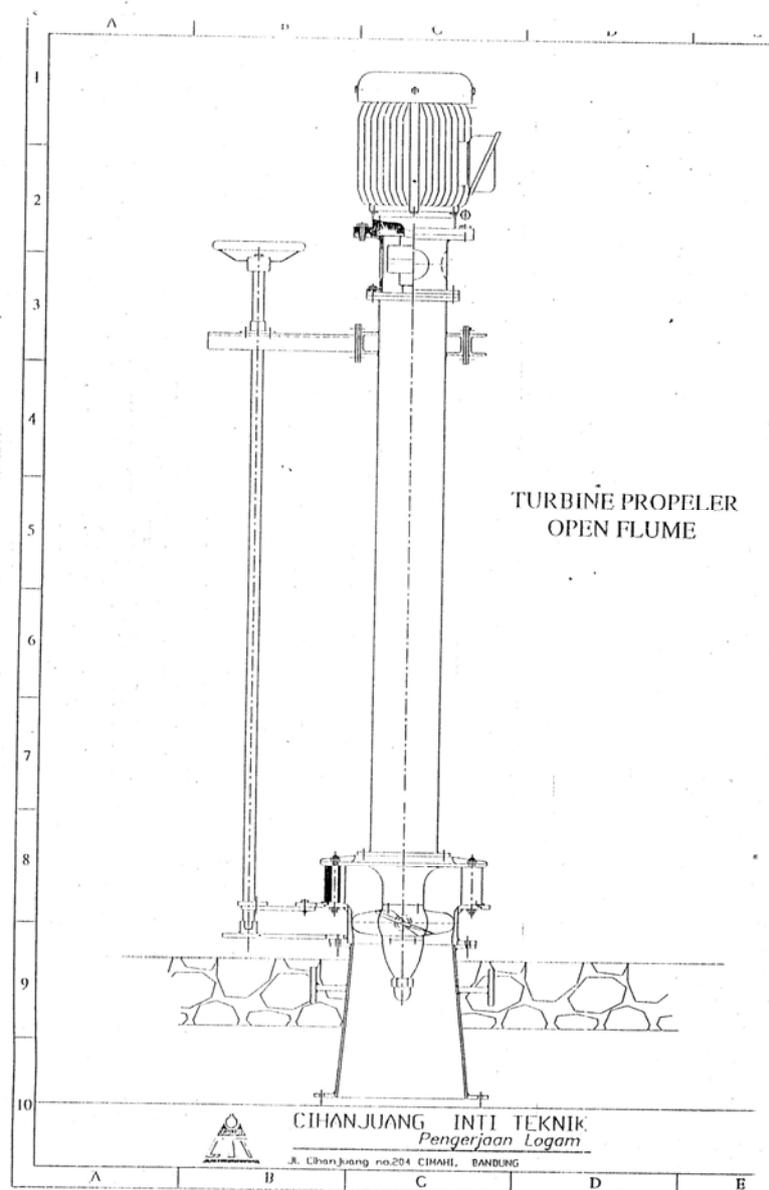
### Panel Kontrol

Panel kontrol merupakan tempat peralatan untuk mengontrol dan memonitor listrik yang dibangkitkan untuk memenuhi standard kualitas listrik yang berlaku (Gambar 10).

### Kapasitor bank

Kapasitor bank (Gambar 11) berfungsi sebagai pembangkit daya reaktif (VAR) agar Motor Induksi Sebagai Generator (MISG) mampu membangkitkan tegangan untuk menyalurkan daya nyata (Watt) yang mampu dibangkitkan. Kapasitor ini terdiri dari 2 macam, yaitu:

- a. Kapasitor Eksitasi  
Kapasitor ini berfungsi sebagai pemasok daya reaktif pada MISG perphasa dihubung delta dengan nilai  $3 \times 105 \text{ uF} / 600\text{V}$
- b. Kapasitor kompensasi daya reaktif beban  
Kapasitor ini berfungsi sebagai pemasok daya reaktif untuk beban pada konsumen perphasa dihubung delta dengan nilai  $3 \times 105 \text{ uF} / 600 \text{ V}$



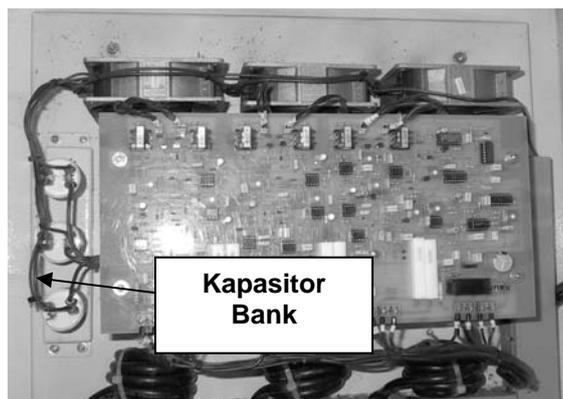
Gambar 8. Turbin



Gambar 9. Generator



Gambar 10. Panel Kontrol



Gambar 11. Kapasitor Bank

### Sistem Proteksi

Sistem proteksi (Gambar 12) merupakan sekumpulan peralatan yang dikoordinasikan sedemikian rupa, sehingga mampu mengamankan peralatan yang ada baik di pembangkit maupun peralatan pada pengguna, serta keamanan bagi pengguna (manusia), sistem ini terdiri dari:

- a. *No Fuse Breaker* (NFB) 32 A
- b. *Eath Leakage Circuit Breaker* (ELCB) 3 fasa
- c. *Mini Circuit Breaker* (MCB) 3 fasa 25 A
- d. *Over Voltage Relay* (OVR) 3 fasa
- e. *Magnetic Contaktor* (MC) type SN – 25
- f. *Load Emergency* (LE) 3 X 4 KW hubung delta
- g. *Thermis Overload Relay* (TOR) 240 – 250 Volt

### Kontrol Stabilisasi

Kontrol stabilisasi (Gambar 13) adalah sistem pengendalian kualitas output pembangkit (tegangan, frekuensi) agar tetap stabil terhadap fluktuasi beban pada pengguna (konsumen).

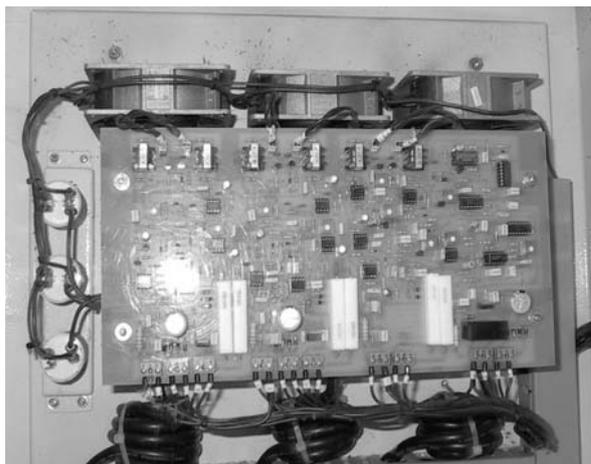
### Monitor

Monitor (Gambar 14) adalah sekumpulan alat yang mampu memantau output dari pembangkit yang digunakan pada konsumen, peralatan yang digunakan

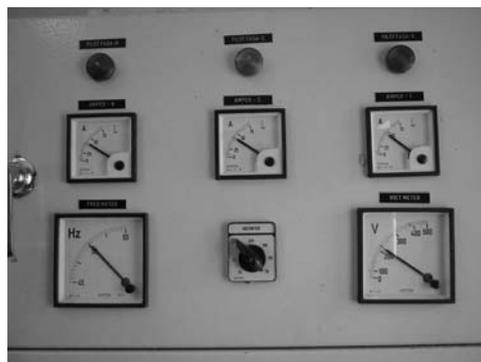
- a. K Wh Meter tiga fasa sebagai pembaca energi listrik
- b.  $\cos\phi$  meter tiga fasa pemantau faktor daya
- c. Lampu pilot.



Gambar 12. Sistem Proteksi



Gambar 13. Kontrol Stabilisasi



Gambar 14. Monitor

### 3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dari data operasional PLTMH ini didapat energi yang diluar perhitungan sebelumnya. Daya listrik direncanakan dapat menghasilkan 10 KW ternyata setelah beroperasi hanya menghasilkan daya sebesar 5 KW. Hal ini disebabkan adanya penurunan debit air dari sumber air. Keadaan ini disebabkan oleh factor penebangan hutan di hulu sungai, dan curah hujan berkurang. Masalah lain yang menyebabkan adalah banyaknya pemakaian air yang sangat boros oleh penduduk untuk irigasi kolam ikan.

Faktor cuaca yang akhir-akhir ini tidak mendukung yaitu pada musim kemarau terlalu kering dan penghujan terlalu banyak hujan sehingga banjir dimana-mana. Faktor yang tak kalah pentingnya adalah penggunaan lahan yang beralih dari persawahan yang mampu menyerap air hujan ke daerah bangunan yang tidak mampu menyerap air hujan kedalam tanah.

### 4. SIMPULAN

Dari analisis dan pembahasan di atas, dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

1. Faktor sosial lingkungan setempat sangat menentukan, terutama kebiasaan menggunakan air dengan boros harus diubah menjadi seefisien mungkin.
2. Harus tercipta *community development* yang siap mendukung operasional PLTMH, seperti misalnya usaha kecil-menengah, yang akan menggunakan dan merawat PLTMH tersebut.
3. Kesadaran akan *green energy* yang abadi harus ditumbuhkan, agar PLTMH yang telah dibangun tidak sia-sia.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bapangsamirana, Y.B., 2001, "Aspek Administratif Proyek PLTMH", Workshop Pengelolaan dan Perencanaan Teknis Pembangunan PLTMH, UDIKLAT PLN Saguling.
- [2] Das, Biswajit., 2002, "An Overview on Small Hydro Power Development", Lecture Notes on Overview of SHP Development, India.
- [3] Chandrasekhar, S., 2002, "Experience of Private Sector in SHP", Lecture Notes on Overview of SHP Development, Bhoruka Power Corp.-Bangalore, India.
- [4] Kuldip, S.S., 2002, "Selection of Hydraulic Turbines for Small Hydro Power", Lecture Notes on Overview of SHP Development, MACT-Bhopal, India.
- [5] Modak, T.K., 2002, "Selection of Hydro Electric Generator", Lecture Notes on Overview of SHP Development, Jyoti Limited-new Dehli, India.
- [6] Mumpuni, S., 2001, "Pengembangan Mini-Mikro Hidro di Indonesia", Diskusi Ilmiah METI.
- [7] ....., 1999, "Small Hydro Power", Alternate Hydro Energy Center, University of Roorkee, India.