

## REHABILITASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO SINAR CATUR TUNGGAL DI DESA PAKISAN

A.A.A. Suryawan<sup>1</sup>, M. Suarda<sup>2</sup>, I.N. Suweden<sup>3</sup>, dan I G.N.O. Suputra<sup>4</sup>

### ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) kelompok Sinar Catur Tunggal dengan kapasitas generator 10 kVA yang telah dibangun pada tahun 1987 di dusun Antaban desa Pakisan Buleleng-Bali, oleh tim dari Universitas Brawijaya. Namun PLTMH tersebut tidak berfungsi sejak tahun 2010 dan hingga saat ini belum diperbaiki karena keterbatasan dana dan kemampuan teknis anggota kelompok tersebut. Mengingat PLTMH tersebut sangat penting untuk mensuplai energi listrik masyarakat desa Pakisan khususnya di dusun Antaban yang tidak terjangkau listrik PLN, maka sangat dibutuhkan bantuan untuk merehabilitasinya. Setelah direhabilitasi, sistem PLTMH Sinar Catur Tunggal telah dapat beroperasi normal dan relatif halus tanpa suara yang bising. Namun karena debit suplai air penggerak turbin kurang dari debit desainnya yaitu 200 liter/detik, maka tegangan listrik yang dibangkitkan hanya 150 Volt. Disamping itu, panel kontrol distribusi listrik yang baru dapat memproteksi generator/alternator dari hubungan singkat (konsleting), dimana telah dibuktikan oleh operator bahwa tatkala terjadi konsleting pada salah satu jaringan listrik pelanggan/masyarakat maka switch (MCB) pada panel kontrol akan off, dan tidak mengganggu sistem secara keseluruhan. Dengan rehabilitasi ini 40 KK masyarakat dusun Antaban desa Pakisan dapat menikmati kembali daya listrik untuk kebutuhan sehari-hari

**Kata kunci :** PLTMH, mikrohidro, Sinar Catur Tunggal, desa Pakisan, rehabilitasi.

### ABSTRACT

Micro Hydro Power (MHP) of 'Sinar Catur Tunggal' group has a generator capacity of 10 kVA which was built in 1987 in the Antaban sub-village of Pakisan village, Buleleng-Bali, by a team from University of Brawijaya. However, the MHP is not working since 2010 has not been fixed because of the limited budget and technical capabilities of the group members. Considering that this MHP is very important to supply electrical energy for the communities of Pakisan village, especially in the Antaban sub-village where is not covered by the state electrical system, therefore it is much needed assistance to rehabilitate them. Once rehabilitated, the MHP system 'Sinar Catur Tunggal' has been able to operate normally and relatively smooth without a noisy sound. However, due to the discharge of water supply to turbine less than the design flow of 200 liters/sec, the voltage of electricity generated is only 150 Volt. In addition, the new control panel of the power distribution can protect the generator/alternator from a short circuit. This has been demonstrated by the operator that any occurrence of surge in one of the customers/communities electrical grid then it switch (MCB) on the control panel will be off, and do not disturb the overall system. By this rehabilitation, the 40 families of Antaban sub-village in Pakisan village can take back electrical power for their everyday needs.

**Keywords :** Micro Hydro Power, Sinar Catur Tunggal, Pakisan village, rehabilitation.

---

<sup>1</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana, [jaka\\_ngr@yahoo.co.id](mailto:jaka_ngr@yahoo.co.id)

<sup>2</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana, [made.suarda@unud.ac.id](mailto:made.suarda@unud.ac.id)

<sup>3</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana, [suweden.nengah@gmail.com](mailto:suweden.nengah@gmail.com)

<sup>4</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana, [okasuputra@yahoo.com](mailto:okasuputra@yahoo.com)

## 1. PENDAHULUAN

Desa Pakisan berpenduduk 4.730 jiwa (BPS Buleleng, 2012). Khususnya di dusun Antaban yang belum terjangkau listrik PLN terdapat beberapa Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) untuk rumah tangga dengan daya bangkitan sekitar 250 Watt, dan terdapat satu PLTMH yang cukup besar dengan daya generator 10.000 Watt yang dikelola oleh kelompok Sinar Catur Tunggal (Suarda, 2008), yang telah dibangun pada tahun 1987 oleh tim dari Universitas Brawijaya, Gambar 1.1. Namun PLTMH tersebut tidak berfungsi sejak tahun 2010 dan belum diperbaiki karena keterbatasan dana dan kemampuan teknis anggota kelompok tersebut. Mengingat PLTMH tersebut sangat penting untuk mensuplai energi listrik masyarakat desa Pakisan khususnya di dusun Antaban yang tidak terjangkau listrik PLN, maka sangat dibutuhkan bantuan untuk merehabilitasinya.



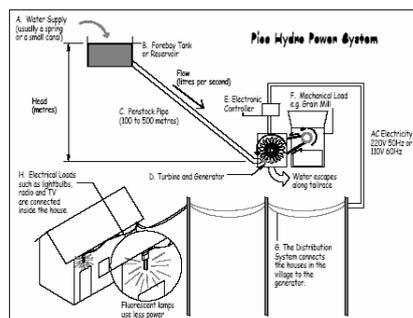
Gambar 1.1. Komponen pompa hydram

Namun sejak tahun 2000 PLTMH ini tidak berfungsi karena terdapat beberapa kerusakan pada beberapa komponen PLTMH tersebut, seperti bantalan turbin, generator, panel daya dan beberapa komponen pendukung lainnya. Karena kemampuan masyarakat yang tergabung dalam kelompok Sinar Catur Tunggal ini baik ekonomi maupun teknisnya sangat kurang maka PLTMH ini belum diperbaiki hingga saat ini.

Untuk memperbaiki PLTMH Sinar Catur Tunggal tersebut perlu dilakukan kajian proses konversi energi air menjadi energi listrik dan komponen-komponen PLTMH seperti bak intake, penstock, turbin air, poros, bantalan, pulley dan belt, dan panel daya listrik. Dari hasil kajian tersebut kemudian dilakukan perbaikan atau pergantian beberapa komponen yang sudah tidak berfungsi. Oleh sebab itu dibutuhkan bantuan baik pemikiran maupun material. Untuk itu Lembaga Pengabdian Masyarakat Universitas Udayana perlu memberikan bantuan merehabilitasi PLTMH yang tidak berfungsi tersebut.

## 2. METODE PELAKSANAAN

### 2.1. PLTMH



Gambar 2.1. Skema instalasi PLTMH  
Sumber: Ketjov and Rakwichian, 2006

Skema sebuah sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro ditunjukkan seperti Gambar 2.1. Terdapat beberapa komponen yang merupakan bagian penting dari suatu sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH), begitu pula pada PLTMH Sinar Catur Tunggal, antara lain sumber air, bak intake, pipa pesat (penstock), turbin air, sistem transmisi daya (pulley-belt), alternator/generator listrik, panel distribusi listrik, dan jaringan kabel distribusi listrik (NRC, 2004).

## **2.2 Metode**

Untuk menjamin pelaksanaan kegiatan ini dapat berjalan dengan lancar dan dapat mencapai tujuan yang telah ditetapkan, maka monitoring pelaksanaan kegiatan harus dilakukan. Pelaksanaan evaluasi dilakukan secara berkala sebulan sekali. Hal-hal yang perlu menjadi indikator dalam pelaksanaan kegiatan ini adalah:

- 1) Telah tercapai kesepakatan dengan pihak kelompok Sinar Catur Tunggal dan Kepala Desa Pakisan melalui koordinasi pelaksanaan kegiatan
- 2) Permasalahan pada sistem PLTMH telah teridentifikasi dengan baik melalui survei lapangan
- 3) Solusi telah didapatkan melalui kajian sistem
- 4) Rencana rehabilitasi komponen PLTMH telah dirancang
- 5) Alat telah dapat beroperasi dengan baik melalui uji coba operasi di lapangan.
- 6) Masyarakat telah mendapatkan bimbingan teknis tentang pengoperasian alat dan pemeliharaannya.
- 7) Masyarakat telah mendapatkan suplai energi listrik untuk menunjang kegiatan sehari-harinya.

## **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Setelah berkoordinasi dengan Ketua Pengelola dan beberapa anggota PLTMH Sinar Catur Tunggal maka dilakukan pemeriksaan kondisi PLTMH dan pengecekan komponen-komponen yang harus diganti dan diperbaiki.

### **1). Bak intake**

Bak intake merupakan bak untuk menyalurkan air penggerak turbin PLTMH (Maher, 2001). Bak intake seperti pada Gambar 3.1 yang telah ada masih berfungsi dengan baik, namun disarankan kepada operator PLTMH Sinar Catur Tunggal untuk secara rutin membersihkan saringan pada pintu air yang berfungsi untuk menyalurkan atau menutup aliran air ke turbin PLTMH.



**Gambar 3.1.** Pintu air pada bak intake

## 2). Pipa pesat (penstock)

Melalui pipa pesat energi potensial air dirubah menjadi energi kinetik (Dietzel dan Sriyono, 1990). Pipa pesat yang kotor dan sedikit mengkarat telah dibersihkan dan diampelas, serta selanjutnya di cat antikorosi (synchromate), seperti pada Gambar 3.2. Pipa pesat yang telah berumur tiga puluh tahun secara umum masih bisa berfungsi dengan baik.



Gambar 3.2. Pipa pesat sebelum dan sesudah dibersihkan dan dicat

## 3). Turbin air

Turbin yang terpasang adalah tipe cross-flow. Pertama-tama yang diperbaiki atau diganti adalah poros turbin yang sudah aus dan kurang panjang (577 mm) dengan ukuran menjadi berdiameter 50 mm dan panjang 750 mm, seperti pada Gambar 3.3. Demikian pula satu bilah sudu yang lepas/hilang dipasang baru.



Gambar 3.3. Turbin, poros turbin dan bantalan sebelum dan sesudah diperbaiki/diganti

## 4). Sistem transmisi daya

Sistem transmisi yang digunakan untuk mentransmisikan daya turbin ke alternator adalah sistem pulley-belt. Poros antara yang telah diremajakan adalah seperti pada Gambar 3.4. Demikian pula pulley pada poros turbin dan poros alternator telah diperbaiki serta V-belt diganti baru. Untuk menghindari cepatnya aus poros dan bantalan, maka untuk pelumasan pada bagian bantalan poros turbin dan poros antara maka disediakan *grease-gun*.



Gambar 3.4. Poros antara yang aus dan yang telah direhabilitasi beserta bantalan dan pulley-nya

### 5). Alternator

Sistem PLTMH ini didesain beroperasi dengan debit aliran penggerak turbin yaitu 200 liter/detik dan head/tinggi terjunan 6 meter sehingga daya potensial airnya adalah 12 kWatt. Sedangkan daya output desainnya adalah 10 kWatt dengan efisiensi sistem 80 persen. Namun dalam pelaksanaannya alternator yang tersedia adalah kapasitas 12 kWatt, seperti pada Gambar 3.5.



**Gambar 3.5.** Alternator yang rusak dan yang baru

### 6). Panel distribusi listrik

Untuk mendistribusikan listrik bangkitan sistem PLTMH ini, diatur dan dikontrol melalui panel distribusi listrik (Gate and Kadhim, 2012), seperti pada Gambar 3.6. Pada sistem ini distribusi listrik dibagi menjadi dua kelompok distribusi. Panel ini juga berfungsi sebagai pengaman jika terjadi konsleting pada kabel distribusi ke rumah penduduk tidak mengakibatkan kerusakan pada alternatornya. Untuk penerangan dalam ruang rumah turbin (*power house*) serta pada bagian depan pintu dipasang lampu penerangan. Disamping itu juga dipasang baru socket listrik guna menunjang kegiatan pemeliharaan dikemudian hari.



**Gambar 3.6.** Panel distribusi yang lama dan yang baru

Setelah semua komponen PLTMH yang rusak diperbaiki atau diganti baru dan telah diangkut ke lokasi rumah daya, maka kegiatan perakitan kembali sistem PLTMH dapat dilakukan. Pembongkaran dan perakitan kembali ini dilakukan oleh seorang tenaga mekanik dan seorang tenaga pembantunya. Untuk menyetel kekencangan belt pada pulley sistem transmisi maka pada bagian frame poros antara dan alternator dilengkapi dengan sistem penyetel.

**Tabel 3.1.** Unjuk kerja PLTMH pada variasi debit air

NO	DEBIT AIR (Ltr/dt)	% THD Qd (%)	DAYA AIR (kW)	DAYA TURBIN (kW)	DAYA GENERATOR (kVA)	EFISIENSI TURBIN (%)
1	200	100	11.45	8.84	10.49	77.14
2	180	90	10.36	7.23	9.49	69.79
3	160	80	9.25	5.77	8.48	62.33
4	140	70	8.13	4.45	7.45	54.76
5	120	60	6.99	3.29	6.41	47.11
6	100	50	5.85	2.30	5.36	39.37

Setelah dilakukan dilakukan perakitan kembali dan pelumasan pada semua bantalannya, maka kemudian dilakukan uji coba operasi sistem PLTMH. Daya output turbin sistem PLTMH sangat dipengaruhi oleh variasi debit aliran air penggerak turbin, seperti ditunjukkan pada Tabel 3.1. Secara teoritis efisiensi turbin akan turun drastis jika debit air penggerak turbin berkurang dibawah 60% dari debit rencana.

#### **4. SIMPULAN DAN SARAN**

Setelah direhabilitasi, sistem PLTMH Sinar Catur Tunggal telah dapat beroperasi normal dan relatif halus tanpa suara yang bising. Namun karena debit suplai air penggerak turbin kurang dari debit desainnya yaitu 200 liter/detik, maka tegangan listrik yang dibangkitkan hanya 150 Volt. Disamping itu, panel kontrol distribusi listrik yang baru dapat memproteksi generator/alternator dari hubungan singkat (konsleting), dimana telah dibuktikan oleh operator bahwa tatkala terjadi konsleting pada salah satu jaringan listrik pelanggan/masyarakat maka switch (MCB) pada panel kontrol akan off, dan tidak mengganggu sistem secara keseluruhan. Dengan rehabilitasi ini 40 KK masyarakat dusun Antaban desa Pakisan dapat menikmati kembali daya listrik untuk kebutuhan sehari-hari.

#### **UCAPAN TERIMAKASIH**

Ucapan terimakasih kepada disampaikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi, dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Udayana. Paper ini disajikan sebagai pertanggungjawaban Pengabdian IBM tahun anggaran 2016 sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Pengabdian kepada Masyarakat Nomor: 485.26/UN14.2/PKM.08.00/2016, tanggal 16 Mei 2016.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Natural Resources Canada. 2004. *Micro-Hydro Power Systems : A Buyer's Guide*.  
Natural Resources Canada, 2004. *Small Hydro Project Analysis*.  
Badan Pusat Statistik Kabupaten Buleleng, *Buleleng Dalam Angka Tahun 2011*, 2012.  
Ketjoy P.L.N. and Rakwichian W., *Pico Hydro Power Generation Demonstration : Case Study of Stand Alone, Hybrid and Grid Connected System*, 2006.  
Dietzel F dan Sriyono D, *Turbin, Pompa dan Kompresor*, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1990.  
Maher P. and Smith N., *Pico Hydro For Village Power: A Practical Manual for Schemes up to 5 kW in Hilly Areas*, 2001.  
Suarda M., Potensi Sumber Energi Terbarukan di Bali, *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VII*, 4-6 Nopember 2008, Manado, 2008.  
Gatte M.T. and Kadhim R.A., *Hydro Power*, Intech, 2012