

---

## PEMBUATAN MIKROHIDRO UNTUK MENUNJANG KEGIATAN PENELITIAN DI KAWASAN INSTALASI NUKLIR KALAN, KALBAR

**Slamet, Singgih Andy Nugroho, Ahmad Dayani, Eddy Soesanto**

*Pusat Teknologi Bahan Galian Nuklir – BATAN*

*Jln. Lebak Bulus Raya No. 9, Pasar Jumat, Jakarta Selatan - 12440*

*email: [mamelf2@batan.go.id](mailto:mamelf2@batan.go.id)*

### ABSTRAK

**PEMBUATAN MIKROHIDRO UNTUK MENUNJANG KEGIATAN PENELITIAN DI KAWASAN INSTALASI NUKLIR, KALAN, KALBAR.** Pembuatan Mikrohidro telah dilakukan di Kawasan Instalasi Nuklir, Kalan, Kalbar. Tujuan kegiatan ini adalah untuk memenuhi kebutuhan energi listrik di kawasan Instalasi Kalan dengan memanfaatkan sumberdaya air yang tersedia. Kebutuhan sumber daya listrik di kawasan ini dulu menggunakan generator listrik yang tidak bisa dioperasikan 24 jam. Mengingat adanya aliran air sungai yang terus menerus mengalir baik musim kemarau apalagi musim penghujan, maka dibuatlah mikrohidro sebagai salah satu pilihan dalam pemenuhan kebutuhan daya listrik. Tahapan prosesnya meliputi: kajian teknis, pemilihan sistem mikrohidro, pembangunan fisik, pembuatan rumah mikrohidro, instalasi turbin dan peralatan pendukungnya, ujicoba mikrohidro, dan instalasi jaringan listrik. Hasil yang didapat yaitu dihasilkannya listrik dengan kapasitas daya 5 KW yang mampu untuk memenuhi kebutuhan penerangan 24 jam tanpa henti di Kawasan Instalasi Bahan Galian Nuklir, Kalan, Kalbar.

**Kata kunci:** Generator, kajian teknis, turbin, mikrohidro

### ABSTRACT

**MAKING MICROHYDRO TO SUPPORTING RESEARCH ACTIVITIES IN KALAN NUCLEAR INSTALLATION AREA, WEST KALIMANTAN.** *The objective of activity is to need electrical energy in Kalan installation by utilizing water resources. Micro-hydro has been made in the nuclear Installation Area, Kalan, West Kalimantan. Electricity needs resources in this area used to electricity generators that are not operated 24 hours. River water flow both the dry season and let alone the rainy season, which makes it possible to create electrical power. Stages of the process include: technical review, microhydro system selection, physical construction, microhydro house building, turbine installation and supporting equipment, microhydro testing, and electrical network installation. The result is electricity generated with a capacity of 5 KW power capable to meet the needs of 24 hours non-stop lighting in the Nuclear Installation Area, Kalan, West Kalimantan.*

**Keywords:** *Generators, technical review, turbine, microhydro.*

### PENDAHULUAN

Kawasan Instalasi Bahan Galian Nuklir, Kalan, Kalbar terletak di suatu lembah yang berada di tengah hutan. Perjalanan dari Nanga Pinoh ke kawasan instalasi Kalan dapat ditempuh dalam waktu 4 jam dengan kondisi jalan yang ekstrim. Perkampungan terdekat berjarak 15 km dan apabila perjalanan ditempuh dengan kendaraan sekitar 2 jam. Sebagai gambaran umum lokasi kegiatan pembuatan mikrohidro dapat dilihat pada foto yang diambil dari satelit google.map pada Gambar 1.

Kebutuhan daya listrik di Kawasan Instalasi Bahan Galian Nuklir, Kalan, Kalbar dipasok oleh generator listrik. Pengoperasian generator listrik dari jam 18.00 s/d 22.00 setiap harinya., Kebutuhan sumberdaya listrik di Kawasan Instalasi Bahan Galian Nuklir, Kalan, Kalbar dapat dilihat pada tabel 1.



**Gambar 1.** Foto lokasi instalasi Kalan diambil dari satelit google.map

**Tabel 1.** Kebutuhan sumber daya listrik di Kawasan Instalasi Bahan Galian Nuklir, Kalan, Kalimantan Barat

LOKASI	KEBUTUHAN DAYA (Watt)	DAYA (Watt)	TOTAL DAYA (Watt)
Guest house	6 X 40	240	
	Peralatan elektronik	400	
Kantor	5 X 40	200	
	Peralatan elektronik	400	
Pondok personil			
	I	5 X 40	200
	II	6 X 40	240
	III	6 X 40	240
	IV	3 X 40	120
	Peralatan elektronik	4 X 300	1,200
Kantin	9 X 40	360	
	Peralatan elektronik	400	
Mushola	2 X 40	80	
Pondok Karyawan	9 X 40	360	
	Peralatan elektronik	400	<b>4,840</b>
Bengkel	8 X 40	320	
	lampu sorot	500	
	Mesin Las	3,000	
	peralatan listrik	1000	1,000
	Pemanas (KKL)	2 X 3000	6,000
<b>Total Kebutuhan Daya (Watt)</b>			<b>10,820</b>
<b>Kebutuhan Listrik Idealnya</b>			<b>= 16 KW s/d 20 kW</b>

Tabel 1 diatas menunjukkan bahwa kebutuhan listrik di kawasan instalasi Kalan adalah 4,8 kW atau kalau dibulatkan 5 kW. Kebutuhan listrik diatas belum termasuk kebutuhan listrik untuk bengkel.

Kawasan Instalasi Bahan Galian Nuklir, Kalan Kalbar mempunyai sumber daya alam yaitu air sungai yang mengalirkan sepanjang tahun baik musim penghujan maupun musim kemarau. Sumber air sungai tersebut berasal dari 3 sungai, yaitu : Sungai Sarana, Sungai Kalan dan Sungai Gomor.



**Gambar 2.** Sungai Sarana, Sungai Kalan, Sungai Gomor

Sumber aliran air sungai tersebut sangat potensial untuk menggerakkan turbin mikrohidro untuk memenuhi kebutuhan daya listrik 24 jam. Oleh karena itu dibuatlah mikrohidro skala 5 KW di Kawasan Instalasi Bahan Galian Nuklir, Kalan, Kalbar.

### TEORI

Untuk mendapatkan daya yang diinginkan, maka kita harus mengetahui terlebih dahulu data potensial yang dihasilkan. Rumusan potensial daya yang dihasilkan mikrohidro<sup>(1)</sup> sebagai berikut :

$$P = h_{net} \cdot q \cdot g \cdot \eta \quad (1)$$

$P$  = potensial daya (watt)

$h_{net}$  = beda tinggi bersih (m)

$q$  = debit potensial (l/det)

$g$  = gravitasi (9,8 m/det<sup>2</sup>)

$\eta$  = efisiensi, tergantung jenis turbin, untuk propeller open flume 75%

Berdasarkan rumusan daya potensial yang dihasilkan mikrohidro tersebut, maka data utama yang harus di dapatkan dalam pengambilan data dilapangan, yaitu :  $h_{net}$  = beda tinggi bersih (m) dan  $Q$  = debit potensial (l/det). Data  $h_{net}$  = beda tinggi bersih (m), pada tipe turbin propeller diukur dari permukaan air di bak penampung ditempatkannya turbin dengan permukaan air pada saluran pembuangan. Sedangkan  $Q$  = debit potensial (l/det), merupakan debit air yang mengalir pada saluran turbin untuk menggerakkan turbin. Untuk  $Q$  debit potensial didapatkan dari rumusan sebagai berikut :

$$q = V \cdot A \quad (2)$$

$$q = (s/t) \cdot (l \cdot h) \quad (3)$$

$V$  = Kecepatan arus (m/det)

$s$  = jarak (m)

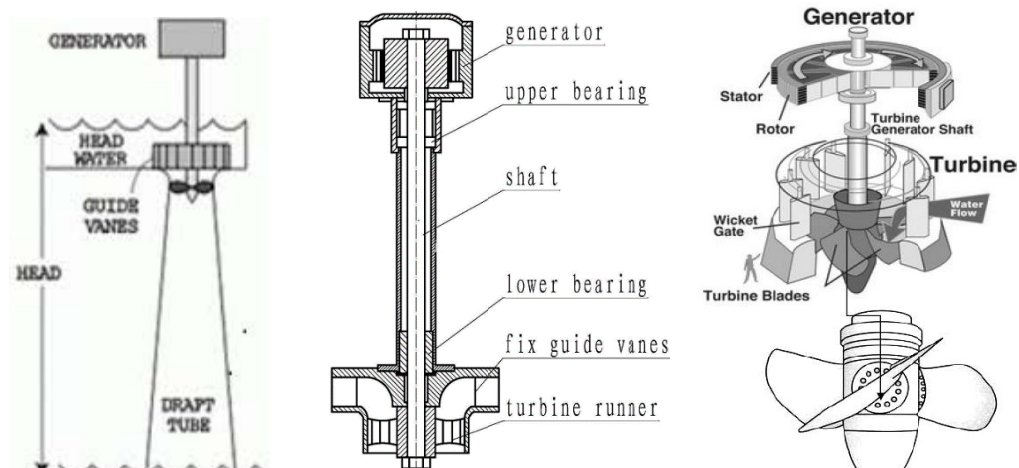
$t$  = waktu (det)

$A$  = luas penampang (m<sup>2</sup>)

$l$  = lebar permukaan air (m)

$h$  = kedalaman saluran air (m)

Mikrohidro yang dibuat menggunakan turbin propeller open flume<sup>(2)</sup> yang menggunakan kincir jenis Kaplan<sup>(3)</sup>. Prinsip kerja dari turbin propeller open flume dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini.

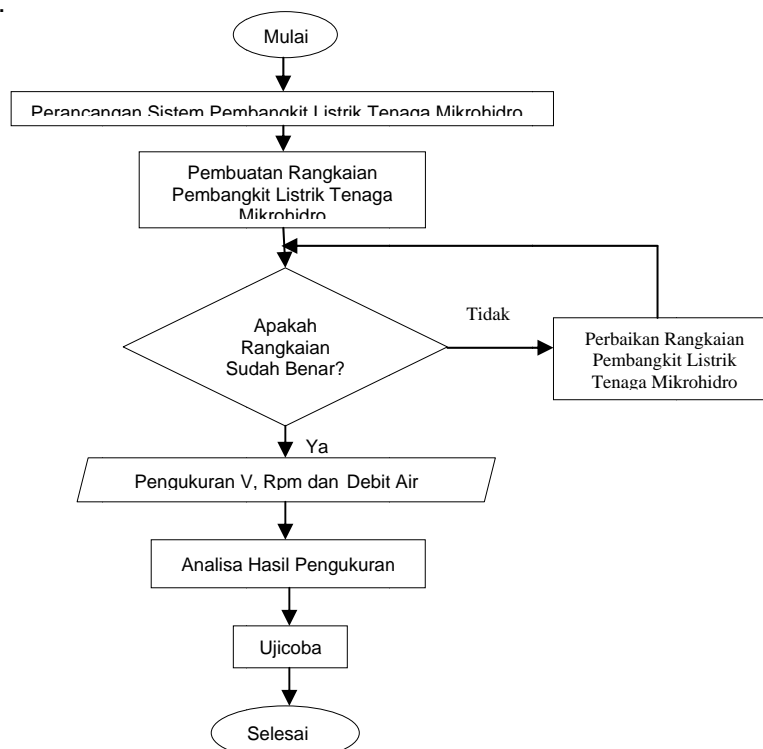


Gambar 3. Turbin propeller open flume (Notosudjono : 2002)

Terlihat pada gambar 3 diatas <sup>(4,5,6)</sup>, aliran air masuk ke kisi-kisi pengarah, aliran air tersebut memiliki kecepatan, debit air dan gaya gravitasi sehingga kincir turbin terdorong dan tertarik oleh daya hisap pipa pembuangan. Perputaran pada kipas turbin menggerakkan as shaft yang kemudian menggerakkan generator. Setelah dicapai putaran motor 1500rpm maka generator mampu menghasilkan daya listrik yang diharapkan.

#### METODOLOGI

Secara keseluruhan pembuatan mikrohidro diawali dari kajian teknis, pengambilan data di lapangan, pemilihan sistem mikrohidro, pembangunan fisik, instalasi turbin, instalasi jaringan listrik dan ujicoba mikrohidro. Kegiatan pembuatan mikrohidro kapasitas 5 KW ini memakan waktu sekitar 60 hari mulai dari kajian teknis sampai ujicoba. Alur kegiatan ditunjukkan gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Kegiatan

#### BAHAN

Bahan bangunan. pipa saluran pembuangan, besi plat, besi cor, wiremess, bearing, minyak pelumas, kabel jaringan listrik, MCB.

## ALAT

Turbin mikrohidro, generator/dinamo, *ballast load*, panel listrik, peralatan listrik, multimeter, toolkit, alat bor, gerinda, alat las, molen, alat berat bulldozer.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan mikrohidro skala 5 KW di Kawasan Instalasi Bahan Galian Nuklir, Kalan, Kalimantan Barat telah berhasil diselesaikan. Pemilihan tipe turbin sangat menentukan hasil dari pembuatan mikrohidro. Berdasarkan kebutuhan dan disesuaikan dengan potensial daya yang dimungkinkan akan dihasilkan maka dipilihlah tipe turbin propeler open flume dengan daya listrik 5 KW. Kegiatan pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro ini selesai dengan waktu sekitar 60 hari dengan langkah – langkah sebagai berikut :

### 1. Kajian Teknis

Untuk mengetahui lebih jauh tentang mikrohidro, sebagai langkah awal dilakukan kajian teknis terlebih dahulu. Kajian teknis dilakukan melalui internet, literature, buku pustaka serta konsultasi dengan beberapa narasumber. Kemudian dilanjutkan dengan peninjauan ke lokasi mikrohidro di Mega Mendung, Puncak Bogor dan di Cihanjuang, Bandung, Jawa Barat. Agar data kajian teknis lebih detil lagi, maka dilakukan juga peninjauan lapangan di Kawasan Instalasi Bahan Galian nuklir, Kalan, Kalbar.



Gambar 5. Peninjauan mikrohidro di Megamendung, Puncak, Bogor

### 2. Pengambilan data di lapangan

Pengambilan data di lapangan dilakukan untuk mendapatkan data daya potensial yang bisa dihasilkan. Data utama yang harus di dapatkan yaitu : beda tinggi air(H) dan debit air (Q). Daya potensial yang bisa dihasilkan  $P = H . Q . g . \eta$ . Untuk beda tinggi air (H) dilakukan dengan memilih daerah yang prospek yang kemudian di sempurnakan lagi melalui modifikasi topografi dengan alat berat bulldozer. Sedangkan untuk data Q = debit air, dilakukan dengan pengukuran saluran air sungai. Hasil pengukurannya dapat dilihat di table 2 dibawah ini. Berdasarkan hasil penghitungan didapatkan  $Q = 470 \text{ ltr/det}$ . Sehingga apabila  $H=6\text{m}$ ;  $Q=470\text{ltr/det}$ ;  $g=9.8\text{m/det}^2$ ;  $\eta=75\%$ . Maka daya potensialnya sebesar  $P=H.Q.g.\eta$  jadi  $P= 6 \times 470 \times 9.8 \times 75\% = 20,7\text{KW}$ .



**Gambar 6.** Pengambilan data lapangan di Kalan, Kalbar

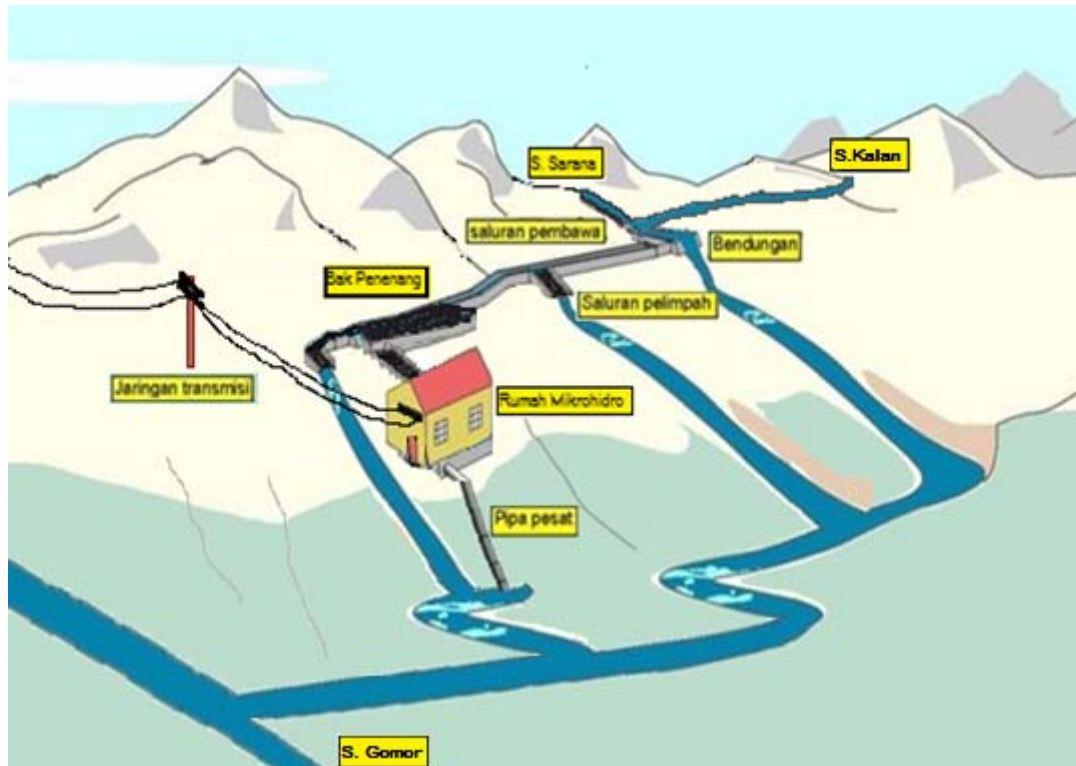
Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan daya potensialnya sebesar 20,7 KW. Sehingga untuk pembuatan mikrohidro skala 5 KW secara teoritis sangat dimungkinkan dibuat, karena nilainya hanya seperempat dari kapasitas maksimal daya potensialnya.

**Tabel 2.** Perhitungan debit air di pertemuan sungai sarana dan sungai Kalan.

No pengukuran	Waktu (t) pengukuran			
1	6.68	Jarak	s =	7 m
2	9.02	Waktu	t =	5.961333 det
3	6.39	Kecepatan	V =	s / t
4	7.09		V =	1.174234 m/det
5	7.47			
6	6.98	Lebar	l =	2 m
7	6.66	Tinggi	h =	0.4 m
8	6.27	Luas	A =	l x h
9	6.77			0.8 m <sup>2</sup>
10	6.32			
11	6.09	debit air	Q =	V x A
12	8.34		Q =	0.939387 m <sup>3</sup> /det
13	8.22		Q =	939.3872 l/det
14	5.97			
15	6.85			
Jml	89.42		Q factor koreksi (1/2)	469.6936 l/det
rata-2	5.961333		Q pembulatan	470 l/det

### 3. Pemilihan sistem mikrohidro

Sistem mikrohidro yang dipilih adalah jenis mikrohidro menggunakan turbin propeler open flume. Adapun sistem yang dibuat dilapangan secara garis besar dapat dilihat pada gambar 6 dibawah ini.



**Gambar 7.** Sistem mikrohidro dengan turbin propeler open flume di Kawasan Instalasi Bahan Galian Nuklir, Kalan, Kalbar (Prayogo : 2003)

Sistem ini dipilih karena rumah mikrohidro terletak diatas aliran dasar sungai, sehingga bila banjir maka dipandang lebih aman. Kelebihan yang lain untuk kesesuaian beda tinggi dengan spesifikasi yang diminta masih dapat diupayakan dilapangan. Disamping itu bila dilihat dari debit air, sistem inilah yang sangat memungkinkan untuk dibuat. Karena itu dipilahlah type mikrohidro open flume.

#### 4. Pembangunan fisik

Pembangunan fisik meliputi pembangunan: bendungan pengalih beserta saluran pelimpahnya, saluran pembawa, saluran pengalih, bak penenang, dan rumah mikrohidro.

Bendungan pengalih dibuat untuk menampung aliran air sungai sarana dan sungai Kalan untuk di salurkan menuju saluran pengarah (tracehold). Fungsi utama lainnya yaitu saat terjadi banjir, aliran air akan langsung terbuang ke aliran sungai utama melalui saluran pengalih. Bendungan ini dibuat dengan tanggul dari batuan-batuan besar sebagai penahannya. Proses pembuatannya menggunakan alat berat bulldozer.



**Gambar 8.** Pembuatan bendungan pengalih

Saluran pembawa (tracehold) mengarahkan aliran air sungai menuju bak penenang. Saluran pembawa berupa paritan dibuat dengan alat berat bulldozer. Pada bagian tertentu yang sifatnya rapuh di buatkan dinding pelindung berupa tanggul batuan.



**Gambar 9.** Pembuatan saluran pembawa

Bak penenang dibuat untuk menyiapkan cadangan air sebagai sumber penggerak bagi turbin. Air yang terdapat dalam bak penenang ini diupayakan harus dalam kondisi setenang mungkin. Apabila kondisi air tidak tenang atau bergejolak, maka akan mengakibatkan tegangan listrik yang dihasilkan akan bergejolak tidak stabil. Bentuk dari bak penenang hampir mirip dengan bendungan pengalih, yang membedakan yaitu pada bagian pengalihnya terdapat pintu air untuk mengatur debit air yang masuk ke saluran turbin mikrohidro. Disamping itu terdapat juga pintu air utama yang digunakan untuk pengurusan bak penenang saat dilakukan pemeliharaan.



**Gambar 10.** Pembuatan bak penenang

Rumah mikrohidro dengan turbin propeler open flume di bangun pada posisi diatas aliran dasar sungai, yaitu berada pada bagian head atas. Namun demikian penempatan rumah mikrohidro harus benar-benar mempertimbangkan aliran sumber air sungai. Sehingga saat terjadi luapan air karena banjir tidak menerjang rumah mikrohidro.



**Gambar 11.** Pembuatan rumah mikrohidro



Saluran turbin dirancang berbentuk menyerupai rumah siput. Pola ini menghasilkan aliran air menyerupai tornado. Daya alir yang sangat besar pada bentuk aliran ini sangat membantu dalam menggerakkan turbin mikrohidro.



**Gambar 12.** Pembuatan saluran turbin yang bentuknya seperti rumah siput

Bagian yang sangat penting berikutnya yaitu pada bagian pipa pesat saluran pembuangan. Daya hisapnya diupayakan semaksimal mungkin. Untuk itulah maka pada bagian ini tidak boleh ada kebocoran sedikitpun. Bila terjadi kebocoran akan mempengaruhi efisiensi daya listrik yang dihasilkan oleh mikrohidro.



**Gambar 13.** Instalasi pipa pesat saluran pembuangan turbin

##### 5. Instalasi turbin, dan peralatan pendukungnya

Setelah pembangunan fisik mikrohidro sudah selesai dikerjakan, maka kegiatan dilanjutkan dengan instalasi turbin dan peralatan pendukungnya. Pada pekerjaan ini dibutuhkan ketelitian yang sangat tinggi. Instalasi peralatan pendukung turbin meliputi instalasi generator, instalasi panel listrik dan instalasi ballastload.

Generator digunakan motor Asinkron 3 phase 220/380V, 50Hz-1430 rpm. Jenis generator ini tanpa menggunakan arang aktif. Sehingga saat difungsikan untuk dioperasikan kontinyu 24jam tidak perlu sering mengganti arang aktif.



**Gambar 14.** Instalasi turbin dan peralatan pendukungnya

Pengaturan beban pemakaian daya listrik dilakukan melalui panel listrik yang didukung dengan bagian vital berikutnya yaitu bagian ballastload. Fungsi utama dari ballastload yaitu sebagai pengaman bagi generator saat beban pemakaian lebih rendah dari pada daya yang dihasilkan oleh generator. Apabila terjadi kondisi pemakaian beban lebih rendah dari output generator, maka oleh generator daya lebih ini akan diubah menjadi panas, sehingga hal ini dapat menyebabkan kerusakan pada generator mikrohidro.

#### 6. Instalasi jaringan listrik

Prinsip utama dari jaringan listrik ini yaitu pembebanan jaringan RST nya harus seimbang atau *balance* dan pembebanannya tidak boleh melebihi kapasitas mikrohidro 5 KW, sebagai amannya mungkin kapasitas sekitar 90 % atau 4,5 KW.

#### 7. Ujicoba mikrohidro

Langkah awal ujicoba mikrohidro dilakukan dengan membuka pintu air saluran turbin. Aliran air tersebut diatur sedemikian rupa sehingga kecepatan putaran motor generatornya tercapai putaran 1500 Rpm. Apabila daya listrik sudah dapat dihasilkan maka tegangannya diupayakan stabil pada 220V dengan frekuensi 50 Hz.

Untuk memastikan kapasitas maksimal dari mikrohidro maka dilakukan uji coba menggunakan lampu sorot 500 Watt sejumlah 10 buah. Ketika lampu tersebut bisa menyala semua berarti kapasitas daya 5 KWatt sudah tercapai.

Uji coba dilanjutkan pada bagian balastload, awalnya semua lampu sorot sejumlah 10 buah dihidupkan semua. Kemudian secara bertahap lampu dimatikan satu demi satu. Pada saat itulah akan dapat diketahui apakah filamen ballastload aktif atau tidak. Apabila filamen ballastload dapat meyala, maka ini menunjukkan bahwa ballastload sudah berfungsi normal.

Tahap akhir yaitu menghubungkan mikrohidro dengan instalasi jaringan listrik sebagai bebannya. Dalam ujicoba didapatkan kepastian bawa mikrohidro dapat dioperasikan selama 24 jam setiap harinya.

Terkait efisiensi setelah dibuatnya mikrohidro, berikut adalah perbandingan antara penggunaan genset dan mikrohidro :

- Harga Genset :
- Generator Rp 10.000.000 + Penggerak Rp 30.000.000,- = Rp 40.000.000,-
  
- Operasional Genset :
- Pemakaian Perjam 1,5 liter
- Harga solar per liter Rp 11.000,-
- Pemakaian : 24 jam x 365 hari x 1,5 liter x Rp 11.000,- = Rp 144.540.000,-
- Pemakaian oli : 12 x 3 liter x Rp 18.000,- = Rp 648.000,-
  
- Operasional pertahun :
- solar + oli = Rp 144.540.000,- + Rp 648.000,- = Rp 145.188.000,-
  
- Operasional Microhydro :
- Biaya Pembuatan microhydro = Rp 350.000.000,-

$$\begin{aligned} \text{BEP} &= \text{Rp } 350.000.000,- (-) \text{Rp } 40.000.000,- = \text{Rp } 210.000.000,- \\ &= \text{Rp } 210.000.000 / \text{Rp } 145.188.000,- = 1,45 \text{ tahun} \end{aligned}$$

Dapat diketahui bahwa dalam kurun waktu 1,45 tahun pembuatan mikrohidro sudah terpenuhi BEP nya.

Untuk memastikan hasil kegiatan pembuatan mikrohidro dilakukan ujicoba dengan beban pemakaian lampu sorot 500 watt sebanyak 10 buah. Dari ujicoba yang dilakukan lampu sorot tersebut dapat dinyalakan. Ini menunjukkan bahwa mikrohidro telah berhasil dibuat dan mampu menghasilkan daya listrik 5KW.

---

## KESIMPULAN

Pada kegiatan penelitian ini telah dihasilkan konstruksi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dengan skala 5 KW yang dapat beroperasi selama 24 jam setiap harinya sehingga dapat mendukung kegiatan/penelitian di Kawasan Instalasi Bahan Galian Nuklir, Kalan, Kalbar.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada manajemen PTBGN yang telah memberikan dukungan sepenuhnya sehingga terselesainya kegiatan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

1. ASTU PUDJANARSA DAN DJATI NURSUHUD, "Mesin Konversi Energi", Andi, Edisi 3, Yogyakarta, (2013).
2. HUNGGUL Y.S.H. NUGROHO DAN M. KUDENG SALLATA, "Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro", Panduan Lengkap Membuat Sumber Energi Terbarukan Secara Swadaya, Andi, Yogyakarta, (2015).
3. "Pedoman Pengelolaan, Pengoperasian, dan Pemeliharaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Turbin Propeler Open Flume", Cihanjuang Inti Teknik, Cimahi, (2015)
4. Kamiana, I.M. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha Ilmu. Yogyakarta, (2011).
5. Notosudjono, D. *Perencanaan PLTMH di Indonesia*. BPPT, (2002).
6. Prayogo, E. *Teknologi Mikrohidro dalam Pemanfaatan Sumber Daya Air untuk Menunjang Pembangunan Pedesaan*. Semiloka Produk-produk Penelitian Departement Kimpraswill. Makassar, (2003).
7. Nafis, Subhan. *Pemilihan Tipe Turbin pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)*, (2008).
8. <http://renewablesfirst.co.uk/hydropower/hydro-learning-centre/kaplan-turbines>
9. <http://readorrefer.in/article/kaplan-turbine>
10. <http://teknikmesin.org/perbedaan-turbin-francis-dan-turbin-kaplan>.