INFO TEKNIK
Volume 16 No. 2 Desember 2015 (159-170)

# CROS FLOW AS TURBINE POWER PLANT MINIHIDRO (PLTM) VILLAGE TO SELF ENERGY

Kosjoko
*Faculty of Engineering, University of Muhammadiyah Jember.*
*Email: Kosjoko@unmuhjember.ac.id*

## ABSTRACT

Electrical energy provided by the State Electricity Company (PT PLN) until now still not felt equally by the people, especially the rural communities far from the reach of the electricity grid. Some villages are not reached by electricity from the State Electricity Company has the potential micro hydro or mini micro hydro who have used. Because of these problems in doing an effort to supply needs electrical energy by making use of the conditions and potentials exist in the area. Renewable energy is energy generated from natural sources such as solar, wind and water that can be generated again and these resources will always be available and there is no negative impact on the environment, renewable energy alone can differentiate into many different types of renewable energy will but not all can be used as energy in remote regions and rural areas. (ActeWAGL, 2009). Suppose that in an area that has the potential water headnya made sufficient for power generation, then in the area can be installed powerhouse that adjusts to the size of head available. Energy itself has an important role in achieving the objectives of social, economic and environment for sustainable development as well as a supporter for the national economy. Research leading to the development of technology has been widely done primarily related to insufficient electrical energy to remote areas or rural.

The research was conducted in line with the advance of the exploitation of natural energy usage in everyday life, especially water energy that is often encountered. The fundamental advantage of natural energy as electrical energy generation which amounts are always available and there is no negative impact on the environment, especially in the surrounding communities. Based on the above, and by aligning science and technology, the authors are keen to address the existing problems. The author intends to take the title "Influence of Variation Total Sudu On the Tools Mini Hydro Power Plant (micro power) To Support Energy Independent Village" .This method in this study researchers conducted a survey of the location and potential of micro power plants in Jember district.

From the results of the survey at a location that will get the data taken near the District Jenggawah Renteng plantation Jember. Results of analysis In this study, researchers designed a micro power units that already exist with the re-design of the blade with a capacity of variations in the amount ranging from 1kW to use the scale in Households with usage limits ranging between 100-200 Watts for the public medium. The conclusion of this study can be concluded as follows: With the number of turbine blades 12 can generate power of 700 watts for blade . Although totaling 8 and 10, can generate 640 watts of power.
Keywords: *mini-hydro turbines, energy-independent*

## 1. PENDAHULUAN

Penyediaan energi di masa depan merupakan permasalahan yang senantiasa menjadi perhatian semua bangsa karena bagaimanapun juga kesejahteraan manusia dalam kehidupan modern sangat terkait dengan jumlah dan mutu energi yang dimanfaatkan. Bagi Indonesia yang merupakan salah satu negara sedang berkembang, penyediaan energi merupakan faktor yang sangat penting dalam mendorong pembangunan. Seiring dengan meningkatnya pembangunan terutama pembangunan di sektor industri, pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan penduduk, kebutuhan akan energi terus meningkat.

Pemanfaatan energi air merupakan langkah yang sangat baik guna meningkatkan fungsi dari pada energi tersebut yang selama ini hanya di gunakan sebagai kebutuhan sehari-hari dan sebagai irigasi pada sector pertanian tetapi juga bisa digunakan atau di manfaatkan sebagai pembangkit tenaga listrik untuk daerah yang terpencil atau pedesaan yang masih belum terjangkau oleh PLN. Pengembangan riset dan teknologi pada saat ini dengan memanfaatkan tenaga air sebagai energi pembangkit listrik bertenaga minihidro merupakan langkah yang sangat tepat untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik bagi masyarakat yang tinggal di daerah terpencil atau di daerah pedesaan. Membuat turbin mini hidro sangatlah komersil dan sangat meluas dalam skala besar, sehingga di perlukan pula minihidro yang terjangkau untuk masyarakat.

Berdasarkan uraian di atas serta dengan menyelaraskan ilmu pengetahuan dan teknologi, maka penulis tertarik untuk mengatasi masalah yang ada. Penulis bermaksud untuk mengambil judul "Pengaruh Variasi Jumlah Sudu Pada Alat Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTM) Guna Penunjang Desa Mandiri Energi".

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan pembuatan pembangkit listrik tenaga minihidro ini yaitu :

1. Untuk memanfaatkan aliran sungai yang ada di sekitar kita dijadikan PLTM
2. Masyarakat mampu membuat energi dengan listrik secara mandiri.

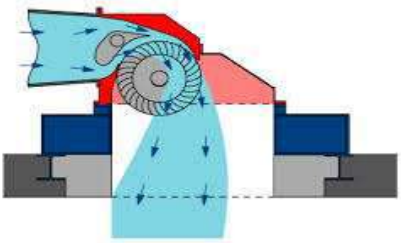
## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Turbin Air

Turbin air adalah mesin penggerak yang merubah energi potensial menjadi energi mekanis dengan air sebagai fluida kerjanya. Air mengalir dari tempat yang lebih tinggi menuju tempat yang lebih rendah, energi potensial air berangsur angsur berubah menjadi energi kinetik dalam proses aliran di dalam pipa. Di dalam turbin, energi kinetik air di ubah menjadi energi mekanik. Pengelompokan dan penamaan turbin secara umum dapat di lihat dari fluida kerjanya, seperti turbin air fluida kerjanya adalah air begitu pula untuk fluida kerja lainnya seperti uap, gas, dan angin. Dalam penelitian ini hanya di bahas turbin air dengan tipe cross flow.

### 2.2. Turbin Cross flow

Turbin Crossflow Salah satu jenis turbin impuls ini juga dikenal dengan nama Turbin Michell-Banki yang merupakan penemunya. Selain itu juga di sebut Turbin Osberger yang merupakan perusahaan yang memproduksi turbin crossflow. Turbin crossflow dapat di operasikan pada debit 20 lt/s hingga 10 $m^3/s$ dan head antara 1m s/d 200 m. (Gambar 2.1).



Gambar 2.1.Turbin Cros Flow (Sumber : Haimerl, L.A., 1960)

Turbin crossflow menggunakan nozle persegi panjang yang lebarnya sesuai dengan lebar runner. Pancaran air masuk turbin dan mengenai sudu sehingga terjadi konversi energi kinetik menjadi energi mekanis. Air mengalir keluar membentur sudu dan memberikan energinya (lebih rendah dibanding saat masuk) kemudian meninggalkan turbin. Runner turbin dibuat dari beberapa sudu yang di pasang pada sepasang piringan pararel.

## 2.3 Kincir Air (Water Wheel)

Suatu konstruksi yang pembuatanya paling banyak di tiru dalam pembuatan pembangkit tenaga listrik, kincir air bekerja dengan cara memanfaatkan tinggi air jatuh (H) dan kapasitas air (V).

Ada beberapa jenis kincir air yang sering di gunakan dalam ilmu pembangkit tenaga listrik, di antaranya.

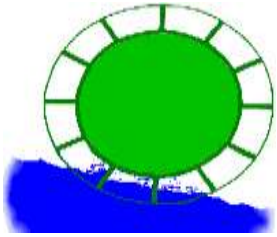
1. Kincir Air Overshot

   Kincir air overshot (Gambar 2.2) bekerja bila air yang mengalir jatuh ke dalam bagian sudu-sudu sisi bagian atas, dan karena gaya berat air roda kincir berputar. Kincir air overshot adalah kincir air yang paling banyak digunakan di bandingkan dengan jenis kincir air yang lain.

Gambar 2.2. Kincir air Overshot (Sumber : Haimerl, L.A., 1960)

2. Kincir Air Undershot

   Kincir air undershot bekerja bila air yang mengalir, menghantam dinding sudu yang terletak pada bagian bawah dari kincir air. Kincir air tipe undershot tidak mempunyai tambahan keuntungan dari head. Tipe ini cocok dipasang pada perairan dangkal pada daerah yang rata. Tipe ini disebut juga dengan ”Vitruvian”. Di sini aliran air berlawanan dengan arah sudu yang memutar kincir.(Gambar 2.3).



Gambar 2.3. Kincir air Undershot .

**2.5 Aplikasi Pembangkit Listrik Minihidro (PLTM)**

Secara singkat prinsip kerja dari suatu pembangkit listrik tenaga minihidro (PLTM) tergantung dengan :

a. Debit air

b. Ketinggian jatuh (head)

c. Efisiensi

Dengan demikian dapat diformulasikan secara sederhana, daya (P) yang dibangkitkan dari suatu pembangkit PLTM adalah (Dipl dkk 1996) :

$P = 9{,}8 \times Q \times H \times \eta$ (1)

Dimana :

P : daya yang di hasilkan turbin (kW)

V : kapasitas air ($m^3$/detik)

Q : Debit air ($m^3$/s)

g : grafitasi (9,8)

H : tinggi air jatuh (m)

$\eta$ : efisiensi turbin

Selain itu diperlukan perhitungan luas penampang aliran untuk mengetahui kecepatan aliran melalui luas penampang yang dialirkan adalah,(Dipl dkk 1996):

$A_n = I_n \times d_n$ (2)

Dimana :

In = Jarak antar segmen (m)

Dn = Kedalaman sungai (m)

Untuk menghitung kecepatan aliran air, (Dipl dkk 1996):

$V_f = \frac{\text{Jarak}}{t}$ (3)

Dimana :

t = Waktu (s)

Kecepatan benda apung, (Dipl dkk 1996):

$V_a = V_f \times C$ (4)

Dimana :

C = Faktor Koreksi, untuk sungai dangkal 0,45

Untuk mencari Debit air, (Dipl dkk 1996) :

$$Q = V_a \times A \times 1000 \quad (5)$$

Dimana :

Q = Debit ($m^3/s$)

A = Luas Penampang Sungai ($m^2$)

Untuk mendapatkan suatu turbin yang baik dibutuhkan perhitungan kecepatan dengan persamaan, (Dipl dkk 1996):

$$\upsilon_1 = C\sqrt{2\,g\,h} \quad (6)$$

Dimana :

C = 0.98 (untuk kecepatan air)

g = 9.8

h = head (m)

Untuk menghitung kecepatan keliling aliran air masuk menggunakan persamaan (Sinaga, UNDIP) :

$$u_1 = 0{,}48 \times \upsilon_1 \quad (7)$$

Dimana :

$u_1$ = Kecepatan aliran aliran air (m/s)

$v_1$ = Kecepatan aliran air (m/s)

Untuk mengitung diameter luar turbin bagian dalam menggunakan persamaan :

$$D_1 = \frac{u_1 \times 60}{\pi \times n} \quad (8)$$

Untuk mendapatkan berapa banyak sudu yang digunakan sebelumnya dilakukan perhitungan berapa ketebalan pancaran air dan jarak antara sudu turbin yang akan digunakan, dapat dihitung dengan persamaan (Sinaga, UNDIP) :

$$s = 0{,}087 \times 1 \quad (9)$$

Dimana :

s = Tebal pancaran air (m)

Sedangkan jarak antar sudu dapat dihitung, (Sinaga, UNDIP) :

$$t = \frac{s}{\sin \beta} \quad (10)$$

Dimana :

t = Jarak antar sudu (m)

Untuk menghitung jumlah sudu yang akan digunakan, menggunakan persamaan, (Sinaga, UNDIP) :

$$n = \pi \frac{D_1}{t} \qquad (11)$$

Dimana :

n = Jumlah sudu

Selain itu diperlukan perhitungan untuk kelengkungan sudu atau radius sudu, (Sinaga, UNDIP) :

$$y = 0.326 \times r \qquad (12)$$

r = setengah dari diameter luar turbin

Untuk menghitung daerah lebar sudu turbin menggunakan persamaan, (Sinaga, UNDIP) :

$$L = \frac{Q}{c \times 4{,}43 \times \sqrt{H \times t}} \qquad (13)$$

Dimana :

Q = Debit air ($m^3/s$)

c = 0.98 (untuk kecepatan air)

H = head (m)

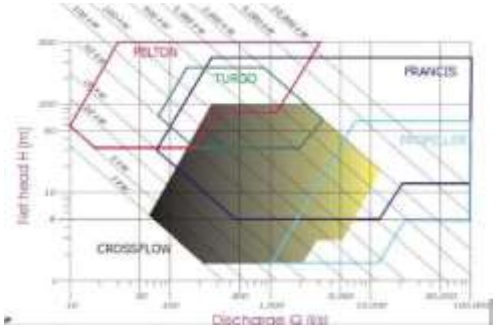
t = Jarak antara sudu (m)

Dalam pemilihan turbin ditentukan oleh tinggi head yang ada, sehingga tabel 2.1.menunjukan pilihan jenis turbin yang akan digunakan. Selain itu gambar 2.4 menunjukan pemilihan turbin berdasarkan debit dan head yang ada.

Tabel 2.1 Jenis turbin sesuai head

| Jenis Turbin | Head (m) | Efisiensi |
|---|---|---|
| Kaplan dan Propeller | 2 < H < 20 | 0,8 – 0,9 |
| Francis | 10 < H < 350 | 0,8 – 0,9 |
| Pelton | 50 < H < 1000 | 0,8 – 0,85 |
| Crossflow | 6 < H < 100 | 0,7 – 0,8 |

Sumber : (Dipl dkk 1996)




Gambar 2.4. Jenis turbin sesuai debit air (Dipl dkk 1996)

## 3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini peneliti melakukan survey lokasi dan potensi PLTM di kabupaten Jember. Dari hasil survey di dapatkan lokasi yang dipakai uji coba Turbin tersebut di Kecamatan Jeggawah dekat perkebunan Renteng Kabupaten Jember. Dalam penelitian ini peneliti merancang unit PLTM yang sudah ada dengan desain ulang variasi jumlah sudu dengan kapasitas berkisar 1KW untuk di gunakan skala Rumah Tangga dengan batasan penggunaan berkisar antara 100 – 250 Watt. Berikut adalah sungai yang digunakan PLTM Gambar 3.1

Gambar. 3.1 Sungai yang di gunakan PLTM

4.3 Data uji dengan pengurangan jumlah sudu

| No | Spesifikasi | Satuan | Nilai |
|---|---|---|---|
| 1 | Kecepatan Aliran Air | $V_f$ | *0,66 m/dt* |
| 2 | Daya | *P* | *828,25 Watt* |
| 3 | Kecepatan Keliling Aliran Masuk | $u_1$ | *2,08 m/dt* |
| 4 | Diameter Turbin | *D1* | *65 - 75 cm* |
| 5 | Jumlah Sudu | *n* | *12 Sudu* |
| 6 | Radius sudu | *r* | *6,5 cm* |
| 7 | Lebar Sudu | *L* | *± 77cm* |

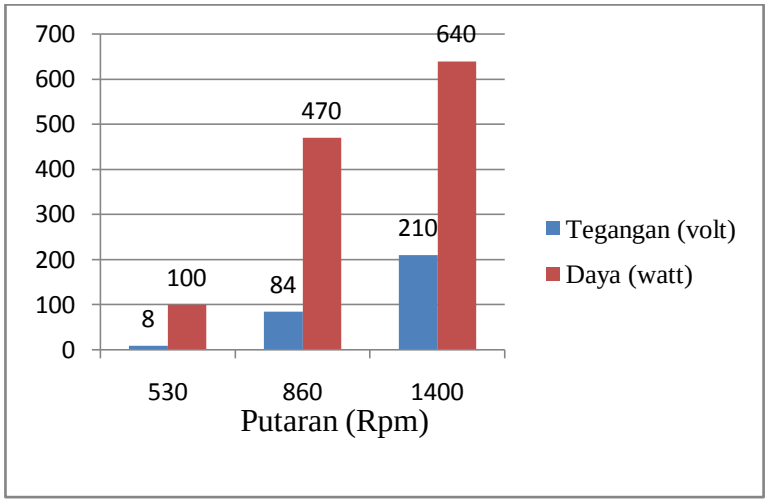
Tabel 4.2.Variabel Data Hasil Survei

| No | Variabel | Satuan | Nilai |
|---|---|---|---|
| 1 | Lebar Sungai | Ls | 0,9 m |
| 2 | Kedalaman Sungai | Dn | 0,4 m |
| 3 | Debit Air | Q | 106,92 lt/dt |

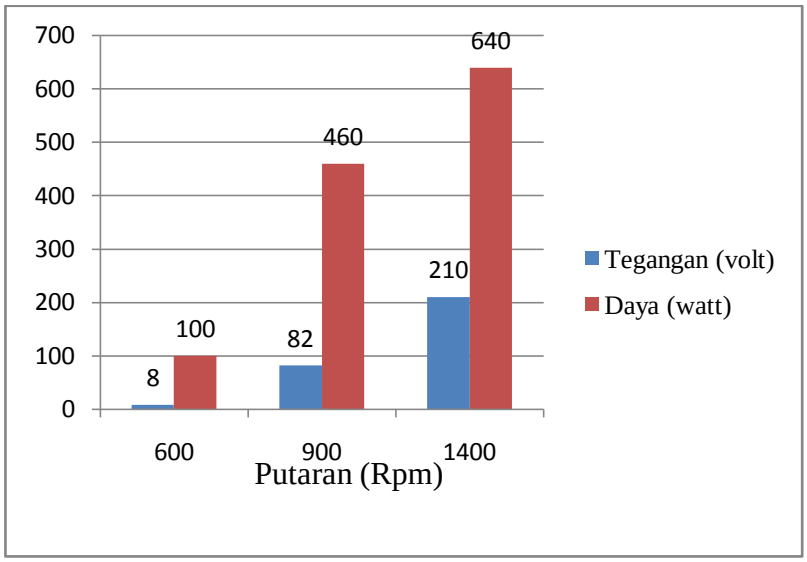
Tabel 4.3 Data uji dengan pengurangan jumlah sudu.

| No | Spesifikasi | Satuan | Nilai Data | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Data Awal | Data Variasi 1 | Data Variasi 2 |
| 1 | Kecepatan Aliran Air | $V_f$ | *0,66 m/dt* | *0,66 m/dt* | *0,66 m/dt* |
| 2 | Daya | *P* | *828,25 Watt* | *828,25 Watt* | *828,25 Watt* |
| 3 | Kecepatan Keliling Aliran Masuk | $u_1$ | *2,08 m/dt* | *2,08 m/dt* | *2,08 m/dt* |
| 4 | Diameter Turbin | *D1* | *65 - 75 cm* | *65 - 75 cm* | *65 - 75 cm* |
| 5 | Jumlah Sudu | *n* | *12 Sudu* | *10 Sudu* | *8 Sudu* |
| 6 | Radius sudu | *r* | *6,5 cm* | *6,5 cm* | *6,5 cm* |
| 7 | Lebar Sudu | *L* | *± 77cm* | *± 77cm* | *± 77cm* |

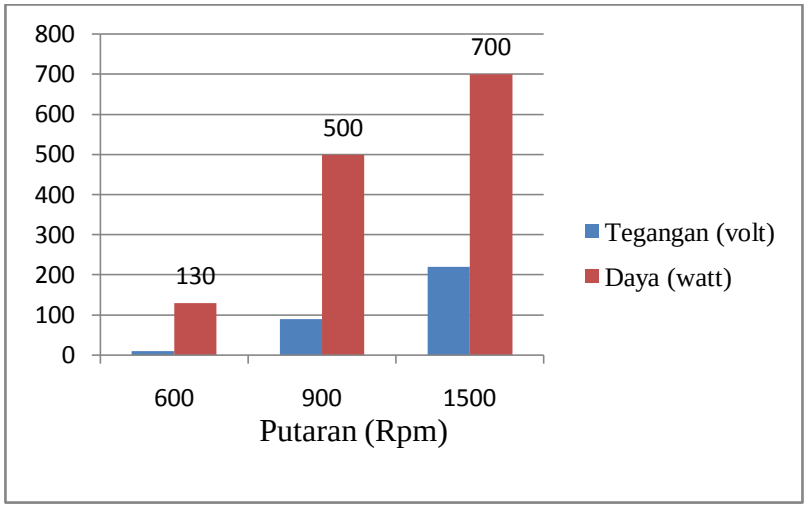
Gambar. 4.1 Pemasangan Alternator




Gambar. 4.2. Diagram sudu 8




Gambar. 4.3. Diagram sudu 10




Gambar. 4.4. Diagram sudu 12

**Kesimpulan**

Dari hasil penelitian ini dapat di simpulkan sebagai berikut :

1. Dengan jumlah sudu turbin 12 dapat menghasilkan daya 700 watt .
2. Sedangkan untuk sudu yang berjumlah 8 dan 10, dapat menghasilkan daya 640 watt

**Saran**

1. Perlu penelitian yang lebih lanjut dengan menggunakan variasi sudut sudu
2. Diperlukan penelitian lanjutan untuk jumlah sudu yang bervariasi .
3. Diperlukan model sudu yang berbentuk beda dari yang kami teliti.
4. Menbuat turbin jenis lain terbuat dari material Polimer komposit.

## DAFTAR PUSTAKA

Anagnostopoulos, J.S., dan Papantonis, D.E., 2006, A numerical methodology for design optimization of Pelton turbine runners, HYDRO.

Bono. Gatot Suwoto. Mulyono. 2006. Rekayasa Bentuk Sudu Turbin Pelton Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro-Hidro. Jurnal Rekayasa Mesin Vol. 3 No. 1, hal: 131-136

Bono.,Indarto. [2008]. "Karakterisasi Daya Turbin Pelton Mikro Dengan Variasi Bentuk Sudu".Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi IST AKPRIND Yogyakarta

Bono,.Suwoto, G., [2011]. "Karakterisasi Daya Turbin Pelton Sudu Setengah Silinder Dengan Variasi Perbandingan Lebar Sudu Dengan Diameter Nosel Pada Harga Perbandingan Jet Sebesar 18".Prosiding Seminar Nasional Sainsdan Teknologi.Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.