

**STUDI POTENSI DAN PEMANFAATAN ALIRAN AIR SUNGAI UNTUK PLTMH  
MENGUNAKAN KINCIR SUDU BERSIRIP**

**Suyanta, Etik Puspitasari dan Maskuri**  
**Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang**  
**E-mail: s.suyana@yahoo.com**

**Abstrak** : Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas sirip pada sudu turbin savonius dan posisi sumbu turbin dibanding dengan tidak bersirip. Untuk mendukung penelitian, kita membuat prototipe turbin savonius dengan tiga posisi sumbu turbin : vertikal, horisontal dan diagonal. Turbin savonius dengan 3 sudu kelengkungan semi cylinder, setiap sudu tidak bersirip, bersirip 3 dan bersirip 6. Hasil menunjukkan bahwa terdapat pengaruh hambatan jika menggunakan sirip dan tidak menggunakan sirip, turbin savonius mempunyai nilai optimum pada posisi sumbu turbin diagonal. Dari pengamatan pada kecepatan aliran fluida 9,8 meter/menit didapat performa turbin terbaik pada sudu turbin bersirip dan posisi sumbu diagonal dengan kecepatan putaran turbin sebesar 38 rpm. Hal ini disebabkan karena arah aliran air searah, antara sebelah kanan dan sebelah kiri sumbu, sedangkan pada posisi horisontal dan vertikal tidak terjadi distribusi beban, sehingga pada posisi diagonal lebih efisien serta lebih menguntungkan. Maka dapat disimpulkan bahwa efektivitas jumlah sirip pada sudu turbin savonius dan kecepatan aliran yang terjadi memberikan pengaruh terhadap performa turbin yang dihasilkan. Pemanfaatan aliran sungai sebagai penggerak turbin atau kincir untuk mendapatkan energi dibutuhkan perangkat pendukung yang dapat memberikan performen kehandalan alat dan fungsi alat sebagai penangkap energi. Turbin yang kita kenal pada umumnya digunakan untuk putaran tinggi dengan elevasi ketinggian aliran air cukup curam/tajam, sedangkan kincir ini digunakan pada aliran sungai hampir tidak mempunyai elevasi, tapi yang dimanfaatkan adalah debit aliran air dan kecepatan aliran air. Sehingga energi yang mengalir air dapat ditangkap menggunakan turbin/kincir untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi dalam bentuk energi mekanik berupa putaran, dari gerakan putar dan gaya putar berupa torsi, dengan kecepatan tertentu dapat diukur powernya, secara matematis  $F=m.a$ ,  $P=T.v$ . Untuk selanjutnya dimanfaatkan sebagai penggerak generator listrik. Dari hasil pengujian prototipe turbin/kincir diperoleh, bahwa dengan menggunakan kincir air sudu bersirip dapat menghasilkan daya 1,5 kali lebih besar dibandingkan menggunakan sudu kincir tanpa bersirip, dari posisi pemasangan, posisi horisontal besar menghasilkan power, sedangkan kincir air yang bersirip lebih baik dari pada kincir yang tidak bersirip.

**Kata kunci:** studi, potensi aliran sungai, turbin bersirip.

**Abstract** : Utilization of river flow as a driving turbine or windmill to get energy requires supporting devices that can provide performance reliability of tools and equipment functions as an energy catcher. Turbines that we know are generally used for high rotation with elevation of the water flow is quite steep / sharp, while the windmill is used in the river flow has almost no elevation, but what is used is the flow of water flow and water flow velocity. So that the energy that drains water can be captured using a turbine / windmill to be used as an energy source in the form of mechanical energy in the form of rotation, from the rotary motion and rotational force in the form of torque, with a certain speed can be measured power. For further use as an electric generator drive. From the results of the turbine / pinwheel prototype testing, it was found that by using a large horizontal waterwheel produced power, while the finned waterwheel was better than the finned pinwheel.

**Keywords:** study, river flow potential, finned turbines

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Dalam usaha meningkatkan mutu kehidupan dan pertumbuhan ekonomi pedesaan, energi listrik memiliki peranan yang sangat penting. Ketersediaan energi listrik di pedesaan sebagai salah satu bentuk energi yang siap pakai, selain untuk penerangan tentu saja akan mendorong peningkatan sarana pendidikan, kesehatan dan keamanan lingkungan serta dapat meningkatkan penyediaan lapangan kerja baru.

Kebutuhan energi masyarakat pedesaan terpencil untuk memasak, penerangan, dll umumnya berasal dari energi yang tidak dapat diperbaharui (seperti minyak). Adapun peralatan elektronik seperti radio, televisi dipenuhi dengan menggunakan baterai atau aki yang dalam jangka waktu tertentu harus diisi ulang (*recharge*). Umumnya daerah pedesaan terpencil yang terletak pada daerah pegunungan mempunyai potensi energi air yang besar, sehingga pembangkit listrik tenaga air skala mikro merupakan salah satu sumber energi yang dapat dikembangkan.

Potensi aliran sungai untuk dijadikan sumber energi pembangkit listrik tenaga air skala mikro adalah sungai. Pedalaman merupakan salah satu desa terpencil yang belum terjangkau oleh jaringan listrik PLN karena terletak di daerah dataran tinggi. Sehingga dengan memanfaatkan aliran sungai Hulu tersebut diharapkan dapat memenuhi kebutuhan daya listrik. Selama ini masyarakat desa hanya memanfaatkan aliran sungai sebagai pengairan saja, sehingga perlu dilakukan pemanfaatan energi air untuk dapat menghasilkan energi listrik. Dengan demikian diharapkan dapat meningkatkan taraf hidup dan sumber daya masyarakat agar tidak tertinggal dengan daerah-daerah lainnya yang sudah dialiri jaringan listrik PLN. Keadaan – keadaan diatas menjadi dasar bagi penulis untuk membahas studi potensi aliran sungai yang dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan tenaga listrik serta

perencanaan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH).

Penelitian terdahulu, Beberapa penelitian terdahulu yang pernah membahas masalah mengenai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro diantaranya: **Eko Muwahidin.** (2009). Memanfaatkan aliran air yang mengalir akan memutar turbin crossflow, putaran ini akan diteruskan ke bagian transmisi roda gigi sehingga putaran dipercepat dan diteruskan oleh poros yang dikopel dengan generator. **-Wa Ode Zulkaida.** Menjelaskan Dalam usaha mengatasi krisis energi terutama energi listrik khususnya kabupaten Konawe Propinsi Sulawesi energy mekanik dengan menggunakan mesin turbin dan kemudian dari energi mekanik di konversi menjadi energi listrik dengan menggunakan generator. Mikrohidro pada umumnya membutuhkan ketinggian (h) sehingga dibutuhkan elevasi cukup tajam. Sedangkan aliran sungai cukup memanfaatkan permindahan massa pada aliran air dan kecepatan aliran.

### Sesuai Peraturan Presiden Nomor 5 Tahun 2006

Dalam kebijakannya:

- Penetapan kebijakan harga energi ke arah harga keekonomian dengan tetap mempertimbangkan kemampuan usaha kecil dan bantuan bagi masyarakat tidak mampu dalam jangka waktu tertentu
- Pelestarian lingkungan dengan menerapkan prinsip pembangunan berkelanjutan

Memberikan penguatan akan pemanfaatan sumberdaya air pada aliran sungai untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan.

### Tujuan Penelitian dan Manfaat penelitian

a. Diharapkan dengan penelitian ini diperoleh peningkatan pemanfaatan aliran sungai sebagai sumber energi.

b. Menambah khasanah bentuk lain dari kincir air yang sudah ada dan memberikan nilai tambah yang dapat meningkatkan pemanfaatan aliran sungai sebagai sumber energi.

### DASAR TEORI

Untuk menerapkan teknologi ini ada sebagian Negara yang mempunyai kemampuan besar

dalam kekuatan ekonomi telah memanfaatkan energy ini, namun dengan biaya yang masih sangat tinggi, sedangkan kemampuan Negara kita masih berkembang sehingga kecenderungan memanfaatkan energy ini masih membutuhkan pengkajian yang sesuai dengan keadaan ekonomi masyarakat kita dan secara teknologi tidak menjadi beban yang meberatkan ketika terjadi kerusakan, untuk itu diperlukan model kincir angin yang sederhana dibuat dari bahan disekitar kita, sehingga konstruksi dibuat sederhana tetapi menghasilkan torsi yang cukup, dapat mencukupi untuk menghasilkan listrik.

Kebutuhan energi dunia begitu besar dan cenderung meningkat dengan kebutuhan yang terus naik sesuai dengan perkembangan industri terus meningkat dengan penambahan penduduk dimana energi listrik digunakan dalam kehidupan rumah tangga, kemudian adanya pertumbuhan sektor industri manufaktur yang terus berkembang sejalan dengan kebutuhan perkembangan manusia. Kita tinjau kebutuhan energi dunia pada tahun 1976 sebesar sekitar 5.800 MTOE (*Million*

*Ton of Oil Equivalent*) dan meningkat lebih dari dua kali menjadi sekitar 12.000 MTOE. Kebutuhan energi dan investasi sektor Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) di tingkat nasional (di Indonesia) meningkat dengan pesat. Perlu adanya stimulus dan dukungan yang riil dari pemerintah untuk memberikan semacam pancingan bagi masyarakat agar segera mempunyai image tentang beralih pandangan terhadap energi terbarukan.

Kecenderungan harga BBM terus meningkat menunjukkan bahwa energy yang dibutuhkan dalam kehidupan diperlukan koservasi dan diversifikasi energy agar kebutuhan energy terpenuhi. Berikut ini gambaran energy secara nasional yang terpasang sesuai dengan sumber daya yang digunakan sebagai pembangkit listrik non-fossil pada tahun 2007. Jika memperhatikan sumber daya yang tersedia oleh tenaga angin sebesar 9,29 GW dan yang dimanfaatkan 0,0005 GW sehingga baru sekitar  $0,1858 \times 10^{-6}$  % masih sangat kecil dari total potensi yang tersedia.

**Tabel 1**  
Cadangan dan Produksi(Energi Non Fosil)  
Indonesia tahun 2007

No.	Energi Non Fosil	Sumber Daya	Kapasitas Terpasang
1.	Tenaga Air	75,67 GW (e.q. 845 juta SBM)	4,2 GW
2.	Panas Bumi	27 GW (e.q. 219 juta SBM)	0,8 GW
3.	Mini/micro hydro	0,45 GW	0,084 GW
4.	Bio-mass	49,81 GW	0,3 GW
5.	Tenaga Surya	4,8 kWh/m <sup>2</sup> /day	0,008 GW
<b>6.</b>	<b>Tenaga angin</b>	<b>9,29 GW</b>	<b>0,0005 GW</b>

7.	Uranium *)	3 GW (e.g. 24,112 ton) untuk 11 tahun	30 GW
----	------------	---	-------

Sumber: www.esdm.go.id, Partowidagdo (2009: 400).

Catatan: \*) Hanya di Kaliaan – West Kalimantan

Pada uraian di atas belum memberikan informasi yang menyatakan pemanfaatan aliran sungai, sebagai sumber energi. Sedangkan wilayah Indonesia secara geografis banyak mempunyai aliran sungai, sehingga penelitian diarahkan orientasi ke eksplorasi aliran sungai sebagai sumber energi alternatif.

## METODE PENELITIAN

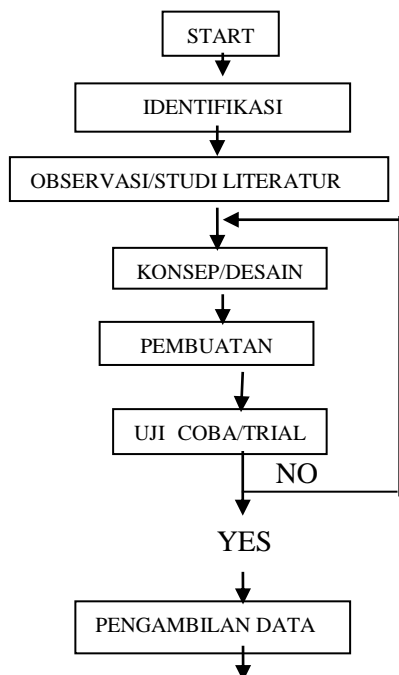
### Rancangan Penelitian

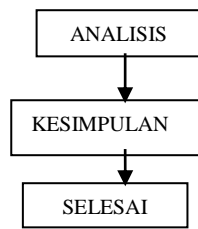
Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif melalui eksperimen dengan mengoperasikan prototipe untuk kincir air untuk aliran sungai yang dapat diamati untuk diambil datanya, pada pengamatan dilakukan dengan memperhatikan kecepatan aliran air sungai, kecepatan putar dan torsi yang dihasilkan. Diharapkan dengan melakukan pengambilan sampel dari berbagai variable

tersebut dapat digunakan dalam analisis statistik kuantitatif dari model eksperimen yang dilakukan ini.

Untuk mendukung teori pembangkitan power pada pengamatan dilakukan dengan memperhatikan kecepatan aliran air sungai, kecepatan

dibandingkan dengan menggunakan tenaga listrik yang memungkinkan untuk diambil sebagai pilihan mana yang lebih ekonomis saat ini. Karena tenaga listrik saat ini masih relative mahal sehingga dibandingkan dengan energy lainnya. Oleh karena itu dapat digunakan sebagai obyek pengembangan penelitian lebih lanjut, bahkan dengan pengembangan akan kebutuhan energy semakin besar untuk masa yang akan datang sangat dibutuhkan pengakajian energy yang lebih komprehensif. Sebagai sistematika yang berlaku dalam penelitian ini dapat dilihat pada keterangan berikut ini,





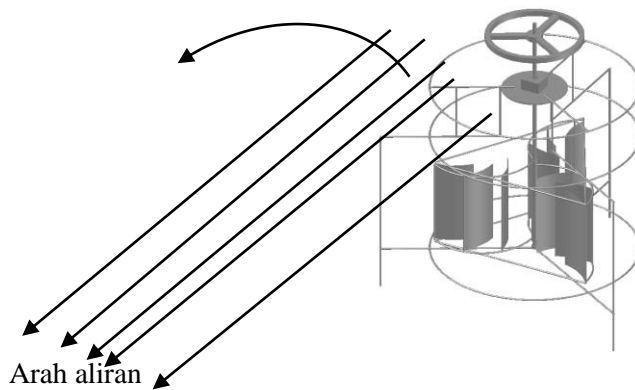
**Gambar 1.** Flow chart, sistematika penelitian.

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian ini dilakukan di politeknik Negeri Malang. Jangka waktu yang dilakukan adalah mulai bulan Februari 2017 s.d Desember 2017

(Tabel 3.1). Penentuan lokasi didasarkan pada: Pertama, lokasi penelitian terjangkau, baik dalam hal biaya, tenaga dan waktu. Kedua, biaya transportasi relatif terjangkau. Ketiga, adanya obyek untuk diberikan kegiatan yang berkaitan dengan penggunaan energi .

Arah putaran



**Gambar 2.** Konstruksi turbin \*)

\*) Sumber : Dokumentasi pribadi

### Penelitian Kuantitatif

Jenis penelitian yang menggunakan rancangan penelitian berdasarkan prosedur statistik atau dengan cara lain dari kuantifikasi untuk mengukur variabel penelitiannya yang dilakukan melalui pengukuran-pengukuran Sampel: Dalam menentukan sampel diambil berdasarkan percobaan yang menggunakan

### Desain dan Pembuatan prototipe Kincir

Kincir air pada sungai didesain sedemikian rupa sehingga tekanan air yang mengalir dapat dimanfaatkan sebesar-besarnya untuk menggerakkan kincir, dan dapat menghindari tekakanan air agar hambatannya berkurang. Oleh karena kincir dibuat bersirip yang dapat mengalirkan laju air sungai pada lawan arah.

yang berpengaruh terhadap kinerja oven. Dari peneitian ini dapat digunakan sebagai acuan pertimbangan dalam mengevaluasi prototype sehingga diharapkan dapat mendapatkan desain oven yang optimal.

bahan herbal berbeda dengan perlakuan berbeda dimana setiap pengulangan

dilaksanakan sebanyak lima kali pengulangan dalam pembacaan datanya.

Penentuan sampel terdiri dari:

- a. Putaran (rpm)
- b. Torsi 4 level,
- c. Replikasi sebanyak 4 kali tiap elemen,  
Diharapkan dengan mengambil sampel yang bervariasi dapat mewakili untuk mendapatkan hasil penelitian yang dapat menggambarkan unjuk kerja prototip Turbin/kincir

### Instrumen Penelitian

Untuk mendukung penelitian dan pembuatan prototipe dibutuhkan beberapa peralatan pengambilan data:

Tachometer, timer, prony brake, roll meter, jangka sorong.

Turbin ini terdiri dari 2 bagian utama yaitu bagian turbin yang bergerak dan bagian yang diam (*body* turbin). *Body* ini sebagai penyangga dan kerangka utama sebagai tempat terpasangnya poros dan instrumen lainnya pada turbin. Bagian turbin yang bergerak tersusun dari beberapa komponen, yaitu runner, poros dan pulley. Runner ini memakaisudu dengan tipe savonius yang berjumlah tiga.



Sudu savonius tersebut menggunakan sistem buka tutup seperti kaki angsa saat berenang di dalam air.

Untuk melakukan uji coba kincir air di sungai dibuat dua macam kincir, dengan

Desain dari tipe savonius ini sederhana yang berbentuk setengah tabung yang menempel pada poros yang berupa pipa yang sekaligus kerangka utama pada runner, dimensi yang sama, tetapi dapat diatur dengan membuat model yang dapat dibuka dan tertutup kincirnya.

### Pengolahan Data

Variabel penelitian, terdiri dari 3 (tiga) variabel adalah,

1. Besar Torsi (kg/m)
2. Debit air(m<sup>3</sup>/detik)
3. Putaran (RPM) .

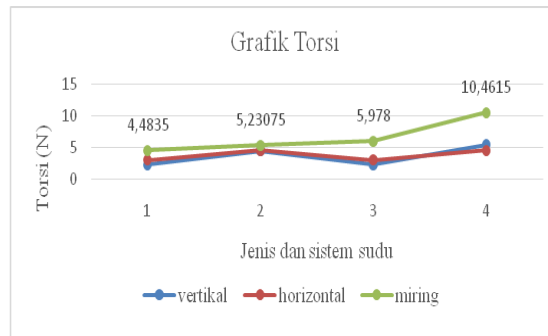
Dengan menggunakan pengelompokan data dan diambil rata-rata dan dibuat grafik diperoleh hasil sebagai berikut.

**Tabel 2.** Daya yang dihasilkan dengan berbagai kondisi

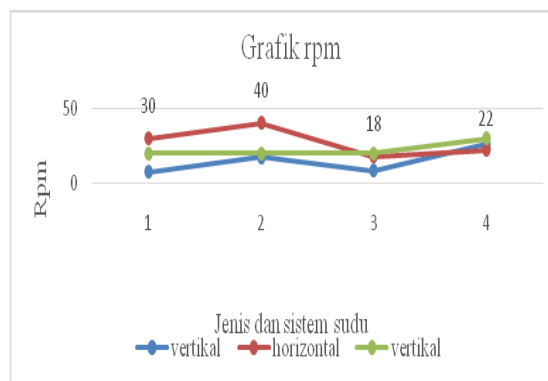
Posisi poros	Jenis desain sudu	Sudu kondisi tertutup	Sudu kondisi buka tutup
		Daya (watt)	
Vertikal	lama	0,5	2,4
	bersirip	0,6	4,3
Horizontal	lama	2,9	4,4
	bersirip	5,6	3,6
Miring	lama	2,9	4,4
	bersirip	3,7	9,8

Berikut ini adalah grafik untuk dan dayayang didapat sebagai berikut mempermudah membandingkan data rpm, torsi :

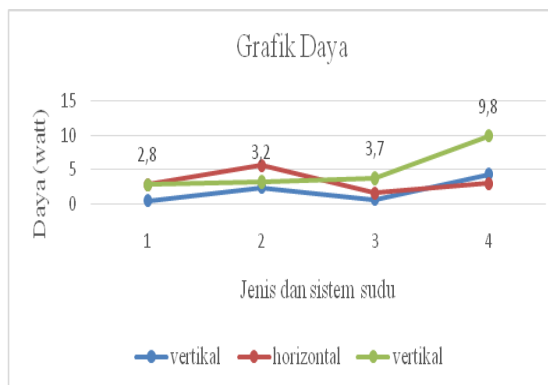
**Grafik 1. Torsi yang didapat**



**Grafik 2. rpm yang diperoleh**



**Grafik 3. daya yang diperoleh**



Keterangan :

- 1 = jenis lama posisi tertutup
- 2 = jenis kaki angsa
- 3 = jenis baru sistem tertutup

4 = jenis baru sistem buka tutup

Dari tabel dapat disimpulkan bahwa :

- 1) Torsi tertinggi didapat pada posisi miring dengan sudu jenis baru kondisi terbuka
- 2) Rpm tertinggi didapat pada posisi poros horisontal dengan sudu jenis kaki angsa
- 3) Daya tertinggi didapat pada posisi poros miring 45°

**Kesimpulan:**

Kincir air untuk aliran air sungai yang bersipir mempunyai putaran dua kali lebih cepat, sehingga dengan yang tetap atau sama berputar dua kali lipat berarti dayanya naik dua kali lipat dibandingkan dengan turbin air yang bersipir tetap.

**Daftar Pustaka**

1. Horngren, Charles T. Datar, Srikant M. Foster, George. 2008. *Akuntansi Biaya: Dengan Penekanan Manajerial* Jilid 1. Edisi 12. Penerbit Erlangga. Jakarta.
2. Kadir, Abdul. 2011. Energi sumber daya, inovasi, tenaga listrik dan potensi ekonomi. Edisi Ketiga. UI Press. Jakarta.
3. Sarma, N. A. Biswas, and R. Misra, "Experimental and computational evaluation of Savonius hydrokinetic turbine for low velocity condition with comparison to Savonius wind turbine at the same input power," *Energy Conversion and Management*, vol. 83, pp. 88-98, 2014
4. Prabhu, Patel C.R., Patel V.K., Eldho T.I., 2013., Investigation Of Overlap Ratio For Savonius Type Vertical Axis Hydro Turbine, *International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE)* ISSN: 2231-2307, Volume-3, Issue-2, May 2013
5. Mohammed Hadi Ali., 2013., Experimental Comparison Study for Savonius Wind Turbine Of two & Three Blades At low Wind Speed, *International Journal Of Modern Engineering Research (IJMER)* Vol. 3, Issue. 5, Sep – Oct. 2013 pp – 2978 – 2986 ISSN : 2249 – 6645.
6. M.ZEMAMOU, M.AGGOUR, TOUMI, Review of savonius wind turbine design and performance, 4th International Conference on Power and Energy Systems Engineering , CPESE 2017, 25-29 September 2017, Berlin, German,
7. Hussein Zein and Hanfy Omar, "Designing and Manufacturing of Miniature Savonius Wind Turbine"