

PENGARUH VARIASI JUMLAH SUDU PADA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR TERHADAP DAYA YANG DIHASILKAN

Sri Widodo¹, Kun Suharno², Sigit Mujiarto³, Nazarudin Rifat Rasyidi⁴

¹ Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar
email: sriwidodo@untidar.ac.id

² Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar
email: kunsuharno@untidar.ac.id

³ Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar
email: mujiarto_76@yahoo.co.id

⁴ Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar
email: rifat_some@yahoo.com

Abstrak

Indonesia memiliki potensi air yang dapat menjadi energi listrik dengan pembangkit listrik tenaga air. Selain itu distribusi jaringan PLN belum menjangkau seluruh wilayah Indonesia. Dari permasalahan tersebut penulis membuat alat pembangkit listrik tenaga air dengan membandingkan jumlah sudu yang dipakai dengan jumlah 8, 10, dan 12 buah. Penelitian ini bertujuan mengetahui daya yang akan dihasilkan dari jumlah sudu. Pengambilan data dilakukan dengan menghitung daya yang dihasilkan oleh turbin dengan variasi waktu pengujian 20 menit sebanyak 5x. Prinsip kerja dari alat ini adalah air akan memutar kincir yang terhubung dengan generator dengan bantuan poros, bearing, pulley, dan V-belt yang menghasilkan daya listrik pada aki sehingga listrik tersebut dapat langsung dipakai.

Hasil yang didapat bahwa daya output yang dihasilkan yang paling besar pada penggunaan jumlah sudu 12 buah yaitu 0,0687 HP, sedangkan pada jumlah sudu 8 dan 10 buah menghasilkan jumlah daya output sebesar 0,0627 HP dan 0,0652 HP.

Kata kunci: daya listrik, tenaga air, sudu, turbin, daya output.

Abstract

Indonesia has the potential of water that can become electricity with a hydroelectric power plant. In addition, the distribution of the PLN network has not reached all regions of Indonesia. From these problems the author made a hydropower generator by comparing the number of blades used with a number of 8, 10, and 12 pieces. This study aims to determine the power that will be generated from the number of blades. Data retrieval is done by calculating the power produced by the turbine with a variation of the test time of 20 minutes by 5x. The working principle of this tool is that the water will rotate the wheel connected to the generator with the help of shafts, bearings, pulleys, and V-belts that produce electrical power in the battery so that the electricity can be directly used.

The results obtained that the output power is the largest in the use of a number of 12 pieces of blades namely 0.0687 HP, while the number of blades 8 and 10 pieces produces the amount of output power of 0.0627 HP and 0.0652 HP.

Keywords: *Electrical power, Hydropower, blades, turbine, output power.*

PENDAHULUAN

Sejalan dengan perkembangan teknologi, sosial, dan budaya, semakin hari kebutuhan energi listrik terus meningkat, mulai dari rumah tangga, perkantoran, transportasi, telekomunikasi sangat bergantung dengan energi listrik. Namun demikian, bertumbuhnya tingkat kebutuhan listrik tidak sebanding dengan cadangan energi fosil yang semakin menipis sehingga pusat pembangkit listrik yang berbahan bakar berasal dari fosil akan mengalami penurunan produktifitas dimasa yang akan datang.

Energi air tergolong sumber energi terbarukan yang dinyatakan dapat mengatasi permasalahan tersebut, Indonesia merupakan salah satu Negara yang memiliki potensi air yang dapat dikembangkan menjadi energi listrik melalui pusat pembangkit listrik tenaga air. Dilain hal, distribusi jaringan PLN belum sepenuhnya menjangkau seluruh wilayah Indonesia yang disebabkan beberapa faktor tertentu, antara lain yaitu dimana faktor geografis di Indonesia dimana banyak pulau-pulau yang mana menyulitkan pihak PLN untuk membangun gardu listrik didaerah tersebut dan juga faktor pasukan listrik yang kurang menyebabkan pemadaman bergilir diberbagai wilayah di seluruh Indonesia.

Pembangkit listrik tenaga air adalah salah satu sumber energi listrik yang memanfaatkan air sebagai sumber listrik. Pembangkit ini merupakan salah satu sumber energi listrik utama yang ada di Indonesia. Keadaannya diharapkan mampu memenuhi pasokan listrik bagi masyarakat Indonesia, selain yang berasal dari bahan bakar batu bara. Pembangkit listrik tenaga air di Indonesia banyak dikembangkan karena persediaan air di Indonesia cukup melimpah. Keberadaan beberapa waduk

besar di Indonesia, selain digunakan untuk penampungan air juga dimanfaatkan untuk menjadi energi penghasil listrik. Hal ini ditujukan untuk menciptakan biaya produksi yang murah pada listrik di Indonesia.

Didaerah Dusun Dowo, Kelurahan Paremono, Kecamatan Mungkid Kabupaten Magelang keberadaan sungai masih belum dimanfaatkan keberadaanya, padahal sungai disana memiliki aliran air yang cukup deras serta debit yang cukup banyak yang mana dengan kondisi sungai seperti itu sangat cocok untuk dibuatnya alat pembangkit listrik tenaga air.

Pada hakekatnya prinsip kerja listrik tenaga air adalah mengupayakan atau mengubah energi yang terdapat pada air yang mengalir di dalam sungai atau laut menjadi energi mekanik dimana kemudian energi mekanik inilah mampu diubah menjadi suatu bentuk pada energi listrik. Alat utama yang dibutuhkan dalam pembuatan kincir adalah turbin dan juga generator (Jasa dkk., 2015)

Penelitian rancangan kincir air dengan variasi jumlah sudu yang berbeda (3,5 dan 7) dengan sudu berbentuk mangkok kincir dilakukan oleh Kristanto (2016), menghasilkan bahwa jumlah sudu mempengaruhi kinerja turbin dimana pada sudu 7 dengan debit aliran sebesar $30 \text{ m}^3/\text{jam}$ memiliki daya yang paling tinggi disbanding dengan jumlah sudu 3 dan 5, sebesar 0,227 watt.

Penelitian juga dilakukan oleh Ulinnuhana, dkk (2013) menggunakan turbin pelton dengan bentuk segitiga dengan hasil percobaan dari ketiga jumlah sudu yang digunakan daya listrik yang paling efektif terjadi pada jumlah sudu 20 dan bukaan katup 90° pada putaran runner mencapai 412 rpm, denan kecepatan aliran fluida 99,3 dan

menghasilkan daya listrik sebesar pada 10,66 Watt.

Penelitian yang dilakukan oleh Pietersz, dkk (2013) mengenai kinerja turbin roda tunggal dimana sudu 11 memiliki kinerja lebih tinggi dari jumlah sudu 11 memiliki kinerja lebih tinggi dari jumlah sudu 5,7, dan 9 dengan daya yang dihasilkan sebesar 20,41 Watt.

Diskripsi cara kerja alat ini membutuhkan suatu bentuk alat utama pada pembangkit listrik tenaga air adalah turbin dan generatr lalu air yang telah mampu ditampung di dalam bendungan dan kemudian dialirkan melalui dasar bendungan sehingga membentuk air terjun yang dapat dikella dengan pembuatan kincir air dalam PLTA.



Gambar 1. Pemasangan Alat

Berdasarkan kajian diatas penulis mencoba berinovasi untuk membuat mesin pembangkit listrik tenaga air

dengan memanfaatkan generator yang akan terhubung dengan turbin (sudu) sehingga putaran yang dihasilkan oleh turbin akan dikonversikan menjadi sebuah daya listrik yang mana akan dimanfaatkan sebagai kebutuhan rumah tangga. Sehingga dibuatnya alat tersebut dapat menekan angka biaya pengeluaran untuk listrik dan juga memanfaatkan keberadaan sungai.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini penulis melaksanakan penelitian tentang pengaruh variasi jumlah sudu kincir sistem pembangkit listrik tenaga air terhadap daya yang nantinya dihasilkan. Variasi jumlah sudu yang akan dipakai yaitu berjumlah 8, 10, dan 12 dengan debit air yang akan dialirkan sebesar 21 L/detik dan juga tinggi jatuhnya air 0.24 m. Proses pengambilan data yaitu dengan cara menghitung daya yang dihasilkan oleh turbin yang akan divariasikan dengan selang waktu pengujian 20 menit, serta pengambilan data akan diulang sebanyak 5x yang mana nantinya akan diambil rata-rata daya yang dihasilkan oleh turbin tersebut .

Peralatan dan bahan yang akan dibutuhkan yaitu : generator, kincir air, *pulley*, *bearing*, dudukan *bearing*, poros, *v-belt*, pembalik arus, dan aki.

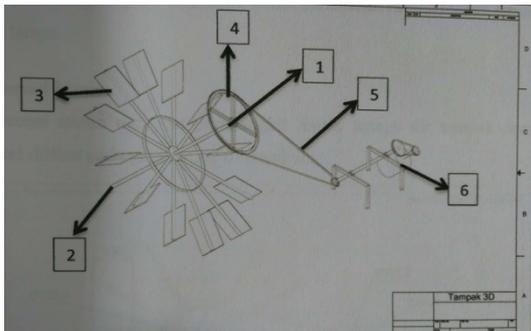
Peralatan pendukung yang digunakan antara lain: gunting tuas, mesin bor, penggaris, mesin bubut, tang, gerinda, palu, las, dan *stopwatch*.

Cara kerja alat adalah sebagai berikut : Aliran air dengan debit 21 liter/detik mengalir dan mengenai turbin sehingga turbin berputar, turbin yang berputar ditopang oleh poros dan dudukan bearing sehingga dapat berputar dengan lancar, putaran tersebut lalu dipercepat agar daya yang dihasilkan besar dengan bantuan *pulley* dan *v-belt*, *Pulley* tersebut terhubung

dengan generator yang mana merubah gerak menjadi listrik, listrik yang dihasilkan lalu diubah menjadi arus AC dengan bantuan alat *inverter*/pembalik arus, dan setelah arusnya diubah listrik tersebut dimasukkan ke dalam aki dan dapat langsung dimanfaatkan untuk kebutuhan rumah tangga seperti lampu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengambilan data dilakukan setelah alat terpasang dengan baik dan juga debit yang diinginkan sudah tercapai, maka diambil data agar diketahui daya yang dihasilkan oleh alat tersebut dan variasi masing-masing jumlah sudu. Data yang diambil antara lain yaitu debit air, tegangan yang dihasilkan (v), ampere yang dihasilkan (A), dan juga kecepatan putar yang dihasilkan dari masing-masing jumlah sudu.



Gambar 2 Desain alat

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada pengujian alat pembangkit listrik tenaga air dengan memperhitungkan pengaruh variasi jumlah sudu terhadap daya yang dihasilkan. Jumlah sudu yang dipakai yaitu 8, 10, dan 12 dengan debit air yang digunakan yaitu 21 ls. Pengambilan data dilakukan 5x pengulangan dengan waktu pengujian 20 menit setiap percobaan.

Data yang diperoleh dari pengujian alat pembangkit listrik tenaga air dapat disajikan dalam bentuk tabel. Berikut

penyajian data dalam bentuk tabel mengenai variasi jumlah sudu dengan menggunakan jumlah sudu 8 buah terhadap daya yang dihasilkan, seperti pada tabel 1 dibawah ini,

Tabel 1. Pengaruh Variasi Jumlah Sudu dengan Menggunakan Jumlah Sudu 8 buah.

No	Tegangan (V)	Ampere (A)	Kecepatan Putar (Rpm)
1	12,22	3,82	275
2	12,35	3,81	280
3	12,39	3,79	279
4	12,27	3,8	285
5	12,30	3,8	283
Rerata	12,30	3,8	280,4

Dari tabel 1 menunjukkan bahwa hasil percobaan dengan menggunakan jumlah sudu 8 buah menghasilkan tegangan dengan rata-rata 12,30 V, serta arus listrik sebesar 3,8 A dan menghasilkan kecepatan putar dengan rata-rata 280,4 rpm.

Data yang diperoleh dari pengujian alat pembangkit listrik tenaga air dapat disajikan dalam bentuk tabel. Berikut penyajian data dalam bentuk tabel mengenai variasi jumlah sudu dengan menggunakan jumlah sudu 10 buah terhadap daya yang dihasilkan, seperti pada tabel 2 dibawah ini,

Tabel 2. Pengaruh Variasi Jumlah Sudu dengan Menggunakan Jumlah Sudu 10 buah.

No	Tegangan (V)	Ampere (A)	Kec Putar (Rpm)
1	12,43	3,89	382
2	12,55	3,88	390
3	12,49	3,92	400
4	12,50	3,93	395
5	12,48	3,89	391
Rerata	12,49	3,9	391,6

Berdasarkan tabel 2 menunjukkan bahwa hasil percobaan dengan menggunakan sudu 10 buah menghasilkan tegangan dengan rata-rata 12,49 V, serta arus listrik 3,9 A dan menghasilkan kecepatan putar dengan rata-rata 391,6 rpm.

Data yang diperoleh dari pengujian alat pembangkit listrik tenaga air dapat disajikan dalam bentuk tabel. Berikut penyajian data dalam bentuk tabel mengenai variasi jumlah sudu dengan menggunakan jumlah sudu 12 buah terhadap daya yang dihasilkan, seperti pada tabel 3 dibawah ini,

Tabel 3. Pengaruh Variasi Jumlah Sudu dengan Menggunakan Jumlah Sudu 12 buah.

No	Tegangan (V)	Ampere (A)	Kecepatan Putar (Rpm)
1	12,82	3,98	488
2	12,75	4,1	505
3	12,80	4	500
4	12,78	3,97	492
5	12,83	4	498
Rerata	12,79	4,01	496,6

Berdasarkan tabel 3 menunjukkan bahwa hasil percobaan dengan menggunakan jumlah sudu 12 buah menghasilkan tegangan dengan rata-rata 12,79 V, serta arus listrik sebesar 4,01 A dan menghasilkan kecepatan putar dengan rata-rata 496,6 rpm.

Dengan diperolehnya data diatas maka untuk menemukan hasil daya output yang diinginkan menggunakan rumus yang ada dibawah ini:

a. Daya Turbin Air

Untuk mencari daya turbin air yang dihasilkan menggunakan persamaan (1):

$$P = \frac{F \times V}{75} \dots\dots\dots (1)$$

(Sumber: Nadeak, 2017)

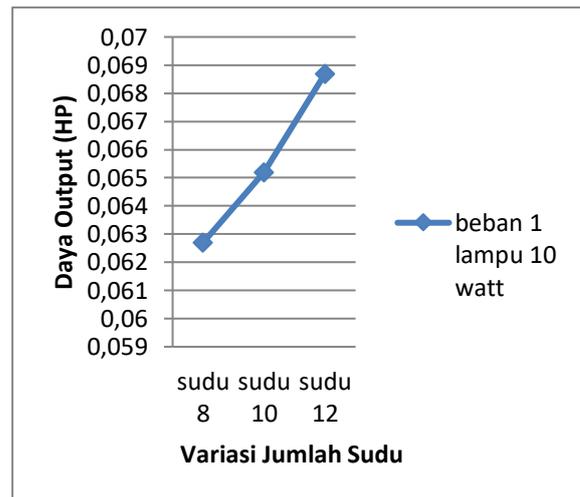
Keterangan:

P = Daya turbin (HP)

F = Gaya kincir (kg)

V = Kecepatan putar kincir (m/s)

Dengan menggunakan persamaan daya output diatas maka didapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik Hubungan pengaruh Perubahan Jumlah Sudu Terhadap Daya Output

Dari data-data hasil pengujian, dapat dilihat pada gambar 3 diatas terlihat bahwa semakin banyak sudu yang dipakai maka semakin besar juga daya output yang dihasilkan. Pada jumlah sudu 12 menghasilkan daya output sebesar 0,0687 HP lebih besar dibandingkan dengan jumlah sudu 8 dan 10 yang hanya menghasilkan daya output sebesar 0,0627 HP dan 0,0652 HP.

SIMPULAN

Dari penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa Jumlah sudu sangat mempengaruhi kinerja dari sistem pembangkit listrik tenaga air tersebut

dimana pada sudu 12 dengan debit air 21 l/s menghasilkan daya output tertinggi dibandingkan dengan jumlah sudu 8 dan 10, hasil dari jumlah sudu 12 sebesar 0,0687 HP dan untuk jumlah sudu 8 dan 10 hanya menghasilkan 0,0627 HP dan 0,0652 HP. Daya yang dihasilkan dari sudu 8 ke sudu 10 mengalami kenaikan sebesar 3,8% dan dari sudu 10 ke sudu 12 mengalami kenaikan sebesar 5%.

Debit aliran 21 l/s dengan jumlah sudu 12 mempunyai kecepatan putar lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah sudu 8 dan 10, hasil kecepatan putar dari jumlah sudu 12 yakni 496,6 rpm dan untuk jumlah sudu 8 dan 10 hanya menghasilkan sebesar 280,4 rpm dan 391,6 rpm.

SARAN

Saran yang bisa saya berikan dari hasil penelitian saya dari alat pembangkit listrik tenaga air tersebut adalah:

1. Kedepannya alat pembangkit listrik tenaga air ini dapat digunakan oleh masyarakat umum untuk membantu perekonomian masyarakat dengan menekan angka biaya pengeluaran untuk listrik.
2. Pemilihan sungai yang tepat sangat berpengaruh untuk memilih jenis kincir yang nantinya akan digunakan.
3. Pemilihan debit air yang besar sangat berpengaruh untuk daya yang dihasilkan karena semakin besar debit air maka akan semakin besar juga daya output yang nantinya akan dihasilkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Ir. Sri Widodo, M.Eng., Ir. Kun Suharno, M.T. selaku dosen pembimbing dan bapak-ibu dosen jurusan teknik mesin sehingga

penelitian ini dapat diselesaikan. Serta tak lupa pada rekan pembuat alat penelitian Zaid Abdurrahman yang telah berkontribusi secara fisik ataupun materi demi terselesaikan alat penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Jasa, Priyadi, Purnomo. 2015. *Peningkatan efisiensi turbin dengan pembaharuan desain turbin banki untuk mikro hidro di daerah tropis*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Kristanto, B., 2016, *Analisa Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Kerja Turbin Kinetik Tipe Poros Vertikal*. Universitas Nusantara Persatuan Guru Republik Indonesia. Kediri.
- Khalid, A., 2016, *Rancang Bangun Miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Air dengan Kapasitas 9 Watt / 0.3Volt*. Politeknik Banjarmasin. Banjarmasin.
- Nadeak, A. B. 2017. *Unjuk kerja kincir air breastshot dengan sudu 150 derajat*. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.
- Supratmanto, D., 2016, *Kajian Eksperimental Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Helik Untuk Model Sistem Pembangkit Tenaga Mikrohidro*. Universitas Bandar Lampung. Bandar Lampung.
- Ulinuha, M, Margianto., dan Ena Marlina., 2016, *Pengaruh Variasi Jumlah Sudu Terhadap Daya Listrik yang Dihasilkan Pada Prototype Turbin Pleton*.

Universitas Islam Malang.
Malang.