

Uji Kinerja irigasi Menggunakan Pompa Kincir Tenaga Air di Sungai Gending Desa Bondowoso Kecamatan Mertoyudan Kabupaten Magelang

Azhari Susilo¹, Muhammad Amin², Arrizka Yanuar Adipradana³

Program studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar Magelang

email: azharisusilo@gmail.com

Abstrak. Dusun Gedongan, Desa Bondowoso, Kecamatan Mertoyudan, Kabupaten Magelang, masyarakat memanfaatkan kincir air yang kurang maksimal dalam menyalurkan air Sungai Gending ke areal persawahan yang memiliki elevasi lebih tinggi. Pompa kincir dapat dimaksimalkan untuk menyalurkan air sungai Gending ke sawah dengan elevasi lebih tinggi. Pompa Barsha aQysta merupakan referensi utama yang digunakan dalam pembuatan alat pompa kincir tenaga air. Penelitian yang digunakan adalah studi lapangan dengan pengujian alat untuk mengetahui kinerja pompa kincir pada sungai Gending. Data yang dicari pada pengujian alat yaitu luas penampang sungai, kecepatan rerata sungai, debit sungai, debit angkatan pompa kincir, dan ketinggian maksimal yang dapat dialiri pompa kincir dengan menggunakan analisis regresi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter yang berpengaruh terhadap debit angkatan pompa kincir air adalah kecepatan aliran sungai. Kecepatan aliran sungai Gending sebesar 0,7874 m/s, pompa kincir ini dapat menghasilkan debit angkatan maksimal sebesar 12,7008 m³/hari, sedangkan ketinggian maksimal yang dapat dicapai oleh pompa kincir adalah 11,1148 m. Sehingga, dengan debit maksimal pompa kincir, air angkatan pompa dapat mengairi sawah seluas 0,2042 ha/hari atau 2.042 m²/hari. Alat pompa kincir dapat lebih maksimal untuk menyalurkan air sungai Gending ke areal sawah yang memiliki elevasi lebih tinggi.

Kata kunci: Kincir tradisional, Pompa kincir, Elevasi hasil angkatan pompa.

Abstract. The people of Gedongan Hamlet, utilize the traditional waterwheel which is not optimal because they cannot channel the Gending river water to rice fields which have a higher elevation. The wheel pump can be maximized to channel Gending river water to rice fields with a higher elevation. Barsha pump from aQysta is the main reference used in the manufacture of hydropower pumps. The research used is a field study with testing tools to determine the performance of the wheel pump on the Gending River. The data sought in the testing tool are the cross-sectional area of the river, the average speed of the river, the river discharge, the discharge of the wheel pump force, and the maximum height that the pump can flow using regression analysis. The results of the study show that the parameter that affects the flow rate of the waterwheel pump is the speed of the river flow. The speed of the Gending river flow is 0.7874 m/s, this wheel pump can produce a maximum discharge of 12.7008 m³/day, while the maximum height that can be achieved by the wheel pump is 11.1148 m. The maximum discharge of the wheel pump can irrigate an area of 0.2042 ha/day or 2,042 m²/day. The wheel pump can be maximized to channel Gending river water to rice fields that have a higher elevation.

Keywords: Traditional waterwheel, Wheel pump, Pump lift elevation.

LATAR BELAKANG

Permasalahan yang mendasar di Indonesia pada sektor pertanian adalah ketersediaan air. Air terbatas dalam jumlah dan waktu juga ruang serta letak sumber air yang lebih rendah dari lahan pertanian. Sektor pertanian dan konsumsi masyarakat membutuhkan air dalam jumlah yang besar, baik yang berasal dari sumber air permukaan maupun air tanah. Berdasarkan kebutuhan air tersebut, pemanfaatan teknologi yang mampu mengangkat dan mengalirkan air dari sumbernya ke lahan - lahan pertanian serta hunian penduduk sangat diperlukan.

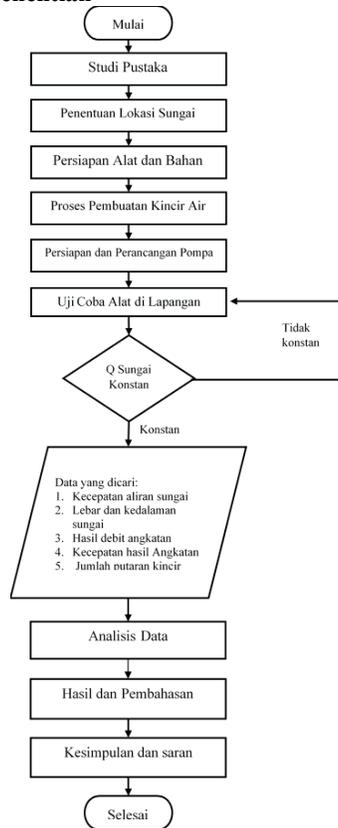
Dusun Gedongan, Desa Bondowoso, Kecamatan Mertoyudan, Kabupaten Magelang menggunakan kincir air untuk menaikkan air Sungai Gending ke petak-petak sawah karena elevasi sungai lebih rendah dari areal

persawahan. Masyarakat Desa menyebut kincir air dengan istilah yang khas yaitu Jontrot. Selain itu teknik pembuatannya juga sangat tradisional berdasarkan pengalaman para sesepuh yang sudah turun-temurun (local wisdom). Namun demikian pemanfaatan kincir air di desa tersebut masih terbatas dan tidak dapat menaikkan air dari sungai menuju sawah yang elevasinya lebih tinggi.

Berdasarkan hal-hal tersebut maka perlu adanya penelitian lanjutan agar dapat memenuhi kebutuhan irigasi pada sawah terutama yang elevasinya lebih tinggi dari sumber air (sungai). Salah satu solusinya adalah menggunakan teknologi tepat guna dan efisien sehingga dalam pengelolaannya tidak tergantung pada tenaga listrik atau bahan bakar fosil lainnya.

METODE PENELITIAN

Prosedur Penelitian



Gambar 1. Flow chart

Penelitian yang dilakukan pada Sungai Gending ini menggunakan studi literatur yang kemudian dilanjutkan menggunakan metode studi lapangan dengan pembuatan dan pengujian alat yaitu pompa kincir tenaga air.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilaksanakan Sungai Gending di Dusun Gedongan, Desa Bondowoso, Kecamatan Mertoyudan, Kabupaten Magelang. Fokus penelitian ini menempatkan posisi pompa kincir di titik tengah sungai Gending.

Alat Dan Bahan

Alat yang digunakan adalah current meter, bak ukur, gelas ukur, tachometer, stopwatch, theodolite, roll meter, gergaji besi, bor besi, peralatan las dan kunci pas. Bahan yang digunakan adalah besi hollow, seng galvalum, slang, pipa besi, pelampung, baut, sambungan pvc, tali dan bearing.

Tahap Pembuatan Alat

Tahap ini meliputi semua kegiatan dalam pembuatan komponen-komponen alat baik berupa rangka utama, poros, sudu, slang spiral serta perakitan komponen-

komponen lain dari alat ini. Tahap pembuatan ini akan dibagi atas pembuatan kerangka pelampung dan kincir serta penggabungan kerangka pelampung dan kincir. Hasil dari perakitan alat ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 2. Pompa kincir

Metode analisis yang digunakan pada pengolahan data yaitu metode analisis yang dihitung menggunakan persamaan-persamaan yang sudah ada, dengan tahapan perhitungan sebagai berikut:

Luas Penampang Sungai

Luas penampang sungai dihitung dari kedalaman air dan lebar sungai. Kedalaman air diperoleh dengan cara mengukur kedalaman air pada titik pengukuran dengan menggunakan tongkat penduga atau kabel pengukur.

$$\text{Luas penampang 1 (A1)} = \frac{1}{2}(h1 + h2).x1$$

$$\text{Luas penampang 2 (A2)} = \frac{1}{2}(h2 + h3).x2$$

$$\text{Luas penampang 3 (A3)} = \frac{1}{2}(h3 + h4).x3$$

Luas penampang total:

$$A_{\text{tot}} = A1 + A2 + A3$$

dengan:

$$A1, A2, A3 = \text{Luas penampang di pias 1,2,3 (m}^2\text{)}$$

$$h1, h2, h3, h4 = \text{Dalam sungai di pias 1,2,3,4 (cm)}$$

$$x1, x2, x3, x4 = \text{Jarak antar pias (cm)}$$

Kecepatan Aliran Sungai

Kecepatan rata-rata aliran sungai dihitung dengan menggunakan rumus perhitungan antara lain (SNI 8066:2015):

$$V_r = \left[\left(\frac{v_{0,2h} + v_{0,6h}}{2} \right) + v_{0,8} \right] \times \frac{1}{2}$$

Keterangan:

$$V_r = \text{kecepatan rata-rata aliran sungai (m/s)}$$

$$v_{0,2h}, v_{0,6h}, v_{0,8h} = \text{kecepatan aliran pada titik 0,2 d, 0,6 d, dan 0,8 d (m/s)}$$

Nilai kecepatan titik menggunakan alat current meter dapat di cari menggunakan persamaan berikut:

$$V = K \times n + D$$

Keterangan:

$$V = \text{Kecepatan (m/s)}$$

K = Angka kalibrasi alat

n = Jumlah putaran perdetik

D = Angka konstanta alat

Debit Sungai

Debit sungai dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (SNI 8066:2015):

$$q_x = V_x a_x$$

$$Q = \sum_{x=1}^n q_x$$

Keterangan:

q_x = debit pada bagian ke x (m³/s)

V_x = kecepatan aliran rata-rata pada bagian penampang ke x (m/s)

a_x = luas penampang pada bagian ke x (m²)

Q = debit seluruh penampang (m³/s)

n = banyaknya penampang bagian

Debit angkatan kincir

Debit angkatan yang dapat dihasilkan oleh pompa kincir dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$Q_{rb} = \left(\frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{3} \right)$$

Keterangan:

Q_{rb} = debit rata-rata pompa kincir (l/detik)

Q_1 = debit pompa hasil pengukuran pertama (l/menit)

Q_2 = debit pompa hasil pengukuran kedua (l/menit)

Q_3 = debit pompa hasil pengukuran ketiga (l/menit)

Efisiensi Kincir

Proses perubahan energi kinetik menjadi energi mekanik akan membuat kincir berputar. Sehingga kincir akan bergerak secara berotasi, hal ini dinamakan dengan momen putar yang diterima poros kincir. Maka daya yang dapat dihasilkan kincir dapat dituliskan adalah:

Daya air

$$N_A = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times V^3$$

Daya kincir air

$$N_{KA} = \tau \times \omega$$

$$\tau = [1/2 \times \rho \times v \times (\sin \alpha) \times A] \times L$$

$$\omega = \frac{2\pi n \times 60}{60}$$

Secara umum, unjuk kerja (*performance*) suatu peralatan konversi energi termasuk kincir air dapat dinyatakan dengan efisiensi (η) dan dapat dituliskan:

$$\eta = \frac{N_{KA}}{N_A}$$

Keterangan:

N_A = Daya air (Watt)

N_{KA} = Daya kincir air (Watt)

ρ = Massa jenis air (kg/m³)

A = Luas sudu terendam (m²)

τ = Torsi kincir (Nm)

ω = Kecepatan rotasi kincir (rad/s)

L = Panjang sudu (m)

n = jumlah putaran poros per menit (rpm)

η = Efisiensi kincir

Daya Kincir

Daya yang diperlukan pompa dapat dihitung menggunakan rumus perhitungan berikut (Bambang triatmojo,2013):

$$D = (Q \times H \times \gamma) / (75 \times \eta)$$

Keterangan:

D = Daya yang diperlukan pompa (horse power)

Q = Debit angkatan kincir (m³/s)

H = Ketinggian (m)

η = Efisiensi kincir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Luas Penampang Sungai

Hasil pengukuran lebar dan kedalaman sungai ditunjukkan pada Tabel 1

Kecepatan Aliran Sungai

Pengukuran kecepatan aliran sungai menggunakan alat current meter. Hasil pengukuran kecepatan aliran sungai ditunjukkan pada tabel 2

Tabel 1. Luas penampang sungai

No	Titik	Lebar (cm)	Kedalaman (cm)	Luas segmen (cm ²)
1	A-B	50	20-47	1675
2	B-C	50	47-81	3200
3	C-D	50	81-92,5	4337,5
4	D-E	50	92,5-94	4662,5
5	E-F	50	94-88	4550
6	F-G	50	88-89	4425
7	G-H	50	89-78	4175
8	H-I	50	78-79,2	3930
9	I-J	50	79,2-81	4005
10	J-K	50	81-69	3750
TOTAL				38710 m²

Tabel 2. Kecepatan aliran sungai

No	Titik	Nilai n			Nilai v (m/s)			Kecepatan rata-rata (m/s)
		0,2 h	0,6 h	0,8 h	0,2 h	0,6 h	0,8 h	
1	A	2,2278	2,4257	1,5797	0,7159	0,7794	0,5117	0,6966
2	B	2,0665	2,5428	1,9927	0,6642	0,8169	0,6405	0,7346
3	C	2,9472	2,5253	2,0500	0,9465	0,8112	0,6589	0,8070
4	D	2,9221	3,0923	2,3834	0,9384	0,9930	0,7658	0,9225
5	E	2,8210	2,9753	2,4717	0,9060	0,9555	0,7941	0,9028
6	F	2,8630	2,7652	2,5481	0,9195	0,8881	0,8186	0,8786
7	G	2,7749	2,7619	2,2022	0,8913	0,8871	0,7077	0,8433
8	H	2,7055	2,5760	2,2572	0,8690	0,8275	0,7253	0,8123
9	I	2,7664	2,5348	2,1916	0,8885	0,8143	0,7043	0,8054
10	J	2,2829	2,4515	1,5857	0,7336	0,7876	0,5136	0,7056
11	K	1,8296	1,7400	1,5360	0,5896	0,5617	0,4981	0,5527
Kecepatan rata-rata sungai								0,7874

Jadi setelah dilakukan perhitungan di atas dapat diketahui untuk kecepatan aliran sungai rata-rata yaitu sebesar 0,7874 m/s.

Debit Sungai

Hasil perhitungan debit aliran sungai ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 3. Debit aliran sungai

No	Luas penampang tiap segmen (m ²)	Kecepatan aliran tiap segmen (m/s)	Debit aliran tiap segmen (m ³ /s)
1	0,1675	0,7156	0,1199
2	0,3200	0,7708	0,2467
3	0,4338	0,8648	0,3751
4	0,4663	0,9127	0,4255
5	0,4550	0,8907	0,4053
6	0,4425	0,8610	0,3810
7	0,4175	0,8278	0,3456
8	0,3930	0,8089	0,3179
9	0,4005	0,7555	0,3026
10	0,3750	0,6292	0,2359
Jumlah			3,1554

Jadi setelah dilakukan perhitungan di atas dapat diketahui untuk debit aliran sungai yaitu 3,1554 m³/s.

Debit Angkutan Pompa Kincir

Pengukuran debit angkutan kincir dilakukan tiga kali pengukuran tiap elevasi. Berikut hasil debit angkutan kincir:

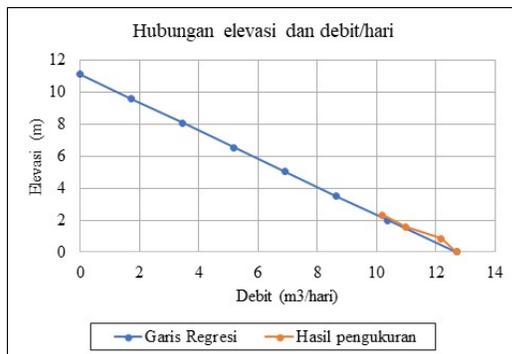
Tabel 4. Debit angkutan pompa kincir

No	Elevasi (m)	Debit angkutan (m ³ /dt)	Debit angkutan (m ³ /hari)
1	±0.00	0,000147	12,7008
2	+0,8454	0,000137	11,8368
3	+1,5904	0,000127	10,9728
4	+2,3285	0,000118	10,1952

Terdapat dua variabel dalam penelitian yang dilakukan yaitu Variabel terikat (Y) adalah ketinggian/elevasi dan variabel bebas (X) adalah debit yang dihasilkan kincir.

Tabel 6. Ketinggian maksimal yang dialiri pompa kincir

NO	X (m3/s)	Y (m)
1	0,000147	0
2	0,00012	1,9856134
3	0,00010	3,5071445
4	0,00008	5,0286756
5	0,00006	6,5502067
6	0,00004	8,0717378
7	0,00002	9,5932689
8	0	11,1148



Gambar 3. Garis regresi ketinggian dan debit hasil pompa kincir

EFISIENSI KINCIR

Daya kincir yang dihasilkan kincir sebagai berikut:
Daya air :

$$N_A = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times V^5$$

$$N_A = \frac{1}{2} \times 1000 \times (0,25 \times 0,6) \times (0,7874^3)$$

$$N_A = 36,614 \text{ watt}$$

Daya Kincir Air

$$\tau = [1/2 \times \rho \times v \times (\sin \alpha) \times A] \times L$$

$$\tau = [1/2 \times 1000 \times 0,7874 \times (\sin 20) \times (0,25 \times 0,6)] \times 0,6$$

$$\tau = 12,118 \text{ Nm}$$

$$\omega = \frac{2 \times \pi \times n}{60}$$

$$\omega = \frac{2 \times \pi \times 26,567}{60}$$

$$\omega = 2,78 \text{ rad/s}$$

Setelah mendapatkan nilai ω dan τ maka dapat dihitung daya kincir air. Berikut adalah perhitungan daya kincir :

$$N_{KA} = \tau \times \omega$$

$$N_{KA} = 12,118 \times 2,78$$

$$N_{KA} = 33,68 \text{ watt}$$

Efisiensi kincir

$$\eta = \frac{N_{KA}}{N_A} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{33,68}{36,614} \times 100\%$$

$$\eta = 92\%$$

Jadi setelah perhitungan di atas maka efisiensi kincir yang didapat adalah sebesar 92%.

Daya Pompa Kincir

Berikut adalah perhitungan daya pompa yang dapat dihasilkan pompa kincir.

$$D = \frac{Q \times H \times \gamma}{75 \times \eta}$$

$$D = \frac{0,000120 \times 1,9856 \times 1000}{75 \times 0,92}$$

$$D = 0,002922823 \text{ hp}$$

Hasil selengkapnya ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 7. Daya pompa kincir

No	Debit angkatan (m3/dt)	Ketinggian (m)	Daya pompa (hp)
1	0,000147	0	0
2	0,000120	1,9856134	0,002922823
3	0,000100	3,5071445	0,004302097
4	0,000080	5,0286756	0,004934807
5	0,000060	6,5502067	0,004820952
6	0,000040	8,0717378	0,003960533
7	0,000020	9,5932689	0,002353549
8	0	11,1148	0

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan persamaan regresi, pompa kincir mampu mengalirkan air dari sungai menuju elevasi tertinggi yaitu 11,1148 meter. Menurut Juliardi dan Ruskandar (2006) kebutuhan air untuk padi sawah cukup berkisar 0,74 - 1,2 liter/det/ha atau 6,39 - 10,37 mm/hari/ha. Sehingga, pompa kincir pada penelitian ini dengan debit maksimal 12,7008 m3/hari mampu mengairi sawah 0,2042 ha/hari.



Saran

Kebutuhan irigasi pertanian khususnya pada musim kemarau masyarakat Dusun Gedongan Desa Bondowoso sangat bergantung pada sungai Gending dengan memanfaatkan kincir tradisional untuk menyalurkan air ke areal sawah, sehingga perlu diadakan peningkatan pemanfaatan teknologi tepat guna seperti pompa kincir untuk hasil yang lebih maksimal dalam bidang irigasi.

DAFTAR PUSTAKA

- aQysta. (2020, February 1). Barsha pump. Retrieved from <http://www.aQysta.com>
- Boli, H. R., Makhsud, A., & Tahir, M. (2018). Analisis Daya Output Dan Efisiensi Kincir Air Sudu Miring Yang Bekerja Pada Saluran Horizontal. *Gojise*, 1-36.
- Hamidi, R., Furqon, M. T., & Rahayudi, B. (2017). Implementasi Learning Vector Quantization (LVQ) untuk Klasifikasi Kualitas Air Sungai. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 1758-1763.
- Henry, O. S., Daud, A., & Hakki, H. (2013). Analisis Perubahan Dimensi Kincir Air Terhadap Kecepatan Aliran Air (Studi Kasus Desa Pandan Enim). *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 1-4.
- Juliardi, I., & Ruskandar, A. (2006). Teknik Mengairi Padi. <https://www.litbang.pertanian.go.id/artikel/133/pdf/Teknik%20Mengairi%20Padi%20:%20%20>
- Kalau%20macam-macam%20cukup,%20mengapa%20harus%20digenang?.pdf. [21 Juni 2021]
- Muller, G., & Kauppert, K. (2004). Performance Characteristics Of Water Wheels. *Journal of Hydraulic Research*, 451-460.
- Nuridin, H., Hassanudin, Irzal, & Waskito. (2019). Optimalisasi Pemanfaatan Kincir Air Terapung Untuk Mensuplai Kebutuhan Air Sawah Tadah Hujan Di Nagari Rajo Dani Tanah Datar . *Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat* , 6-16.
- Oktaviana, G. (2016). Irigasi Sawah Menggunakan kincir Air didaerah Tanjung Pati . *Jurnal Nasional Ecopedon*, 103-107.
- Putra, R. A., Rinaldi, & Hendri, A. (2016). Model Laborat Model Laboratorium Kincir Orium Kincir Air Untuk Air Untuk Irigasi Irigasi Pertanian. *Jurnal FTEKNIK*, 1-4.
- Rahman, A., & Kimin. (2018). Pengaruh Debit Air Terhadap Kinerja Kincir Air. *Jurnal DINAMIS*, 76-79.
- Rakasiwi, A., Rinaldi, & Hendri, A. (n.d.). Pengaruh Sudu-Sudu Pada Model Kincir Air Undershot Untk Irigasi Pertanian.
- Wong, I. L., Buku, A., Latupeirissa, J. E., & Tiyow, H. C. (2019). Analisis Unjuk Kerja Kincir Air Undershot Di Desa Saluputti. *Bidang Ilmu Teknik Sipil*, 177-180.
- Wong, I. L., Latupeirissa, J. E., & Tiwouy, H. C. (2018). A Laboratory Scale Curve Bladed