

PENGANGKAT SAMPAH TERAPUNG DENGAN KINCIR HIDROLIK GANDA

Bachroni Gunawan¹⁾, Mamok Soeprpto²⁾, Solichin³⁾

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524. Email: babahe_liong@yahoo.co.id

^{2,3)} Pengajar Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524. Email: mamokuns@gmail.com

Abstract

Waste is a problem that can not be separated from human life. Every human activity always produces garbage. Along with the increase of population, also increased in number. Garbage became one of the problems that require serious treatment. To solve this problem requires a technological breakthrough. One of the possible solutions is the technology tool wheel lifter waste by utilizing hydropower wheel tested in this study as a two wheel drive wheel. Prototype is a type undershoot waterwheel with a flat blade. In this experiment the discharge flowed three sizes, namely 2.23 l / s, 2.43 l / s, and 2.69 l / s. Powerful test wheel lifter lift garbage using 12 variations of loading, namely: 25 gr, 50 gr, 75 gr, 100 gr, 125 gr, 150 gr, 175 gr, 200 gr, 225 gr, 250 gr, 275 gr, 300 gr. The results showed that the amount of discharge and velocity of water flow is influenced by the amount of wheel rotation (rpm) and a tangential wheel speed. Wheel generated power and inversely proportional to the flow rate of water flow, the greater the flow and speed of the water flow, the power generated by the wheel down.

Keywords: *Solid waste, waterwheel, hydropower.*

Abstrak

Sampah merupakan masalah yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Setiap aktifitas manusia selalu menghasilkan sampah. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, bertambah pula jumlahnya. Sampah menjadi salah satu permasalahan yang memerlukan penanganan serius. Untuk mengatasi masalah ini memerlukan pemanfaatan teknologi. Salah satu solusi yang bisa dilakukan adalah dengan teknologi alat kincir pengangkat sampah dengan memanfaatkan tenaga air. Dalam penelitian ini dicoba kincir dua roda sebagai penggerak kincir. *Prototipe* kincir air adalah tipe *undershoot* dengan sudu datar. Pada percobaan ini dialirkan tiga ukuran debit, yaitu 2,23 l/dt, 2,43 l/dt, dan 2,69 l/dt. Pengujian kuat angkat kincir pengangkat sampah menggunakan 12 variasi pembebanan, yaitu: 25 gr, 50 gr, 75 gr, 100 gr, 125 gr, 150 gr, 175 gr, 200 gr, 225 gr, 250 gr, 275 gr, 300 gr. Hasil penelitian menunjukkan bahwa besarnya debit dan kecepatan aliran air dipengaruhi oleh jumlah putaran kincir (rpm) dan kecepatan tangensial kincir. Daya yang dihasilkan kincir berbanding terbalik dengan debit dan kecepatan aliran air, semakin besar debit dan kecepatan aliran air, maka daya yang dihasilkan oleh kincir semakin turun.

PENDAHULUAN

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, bertambah pula jumlah sampah. Jika tidak ada penanganan yang cermat dan serius, sampah dapat mengakibatkan perubahan keseimbangan lingkungan yang merugikan berupa pencemaran terhadap air, tanah, dan udara. Kebiasaan ini menyebabkan menumpuknya sampah di sungai atau saluran yang selanjutnya mengganggu fungsi infrastruktur air dan sungai. Kondisi ini mengakibatkan terhambatnya laju air sehingga air dapat meluap dan menggenangi daerah sekitarnya.

Contoh masalah yang ditimbulkan oleh sampah dapat dijumpai di sungai-sungai diantaranya sungai Bengawan Solo dan Sungai Ciliwung. Sampah yang menyumbat di Sungai Ciliwung apabila disebar dengan tinggi timbunan sampah sekitar 20 cm maka setiap harinya ada timbunan sampah sebanyak 7 lapangan sepak bola (detik.com 12 Januari 2012). Berdasarkan uraian tersebut maka permasalahan sampah di sungai maupun di saluran, khususnya perkotaan, menarik untuk dikaji, khususnya bagaimana menyikapi masalah sampah yang dapat mengganggu fungsi dari infrastruktur air, dengan suatu teknologi yang tepat guna dan murah dalam biaya operasional.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen di laboratorium. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian kecepatan sudu kincir dan pengujian kuat angkat kincir.

Peralatan yang digunakan adalah neraca, *multipurpose teching flume*, kincir, *rotatometer*, *stopwatch*, pompa air, kamera dan alat bantu lainnya. Bahan yang diperlukan antara lain air, malam dan sampah digantikan dengan pemberat lempengan besi yang dimasukkan kedalam plastik untuk menggambarkan sampah terapung.

Penelitian dilakukan di laboratorium menggunakan alat *multipurpose teching flume* sebagai simulasi aliran air dan tempat untuk menguji kincir pengangkat sampah tenaga air dengan satu kincir penggerak. *Prototyp* kincir air adalah tipe *undershoofd* dengan sudu datar. Pengujian jumlah putaran kincir menggunakan *rotatometer*.

Pada percobaan ini kincir dapat berputar secara maksimal hanya pada tiga ukuran debit, yaitu 2,23 l/dt, 2,43 l/dt, dan 2,69 l/dt, sehingga pengujian putaran kincir hanya dilakukan pada tiga ukuran debit tersebut. Pengujian kuat angkat kincir pengangkat sampah menggunakan besi pemberat dengan 12 variasi pembebanan untuk menggambarkan berat sampah, yaitu: 25 gr, 50 gr, 75 gr, 100 gr, 125 gr, 150 gr, 175 gr, 200 gr, 225 gr, 250 gr, 275 gr, dan 300 gr.

Analisis daya dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Menghitung debit aliran dari persamaan:

$$Q = A \cdot V \quad \dots\dots\dots (1)$$

dengan:

- Q = Debit aliran (m³/dt)
- A = Luas penampang saluran (m²)
- V = Kecepatan aliran air (m/dt)

2. Menghitung kecepatan tangensial kincir air:

$$U = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60} \quad \dots\dots\dots (2)$$

dengan:

- U = kecepatan tangensial kincir air,
- D = diameter kincir,
- n = jumlah putaran kincir.

3. Menghitung gaya yang ditimbulkan oleh pancaran pada plat:

$$F = \rho \cdot A \cdot V \cdot (V - v) \quad \dots\dots\dots (3)$$

dengan:

- F = gaya (N),
- ρ = massa jenis air (1000 kg/m³),
- A = luas permukaan plat (m²),
- V = kecepatan aliran air (m/dt)
- v = kecepatan tangensial kincir (m/dt).

4. Menghitung kerja yang dilakukan oleh pancaran air:

$$K = \rho \cdot A \cdot V \cdot (V - v) \cdot v \quad \dots\dots\dots (4)$$

dengan:

- K = kerja yang dilakukan pancaran (Nm),
- ρ = massa jenis air (1000 kg/m³),
- A = luas permukaan plat (m²),
- V = kecepatan aliran air (m/dt),
- v = kecepatan tangensial kincir (m/dt).

5. Menghitung laju aliran air:

$$G = (b \cdot h \cdot V) \cdot \rho \quad \dots\dots\dots (5)$$

dengan:

- G = laju aliran air (kg/dt),
- b = lebar sudu (m),
- h = tinggi sudu (m),
- V = kecepatan aliran air (m/dt),
- ρ = massa jenis air (1000 kg/m³).

6. Menghitung daya yang dihasilkan kincir:

$$P = K \cdot G \quad \dots\dots\dots (6)$$

dengan:

- P = daya yang dihasilkan kincir (HP)

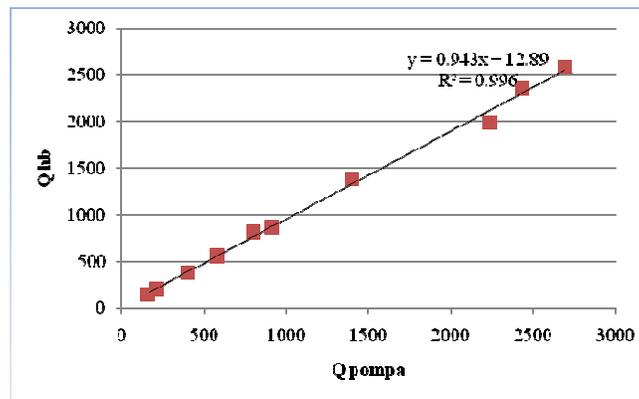
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kalibrasi Alat Uji Penelitian

Kalibrasi alat ukur debit dilakukan dengan membandingkan antara debit yang terbaca pada *hydraulic bench* dengan debit yang dialirkan oleh pompa. Hasil kalibrasi menghasilkan persamaan $y = 0,943x + 12,89$, dengan nilai $R^2 = 0,996$. Nilai ini mendekati 1, maka hubungan antara Q_{hb} dengan Q_{pompa} adalah linear atau sama, artinya alat ukur debit di *hydraulic bench* dapat digunakan. Hasil kalibrasi disajikan pada Tabel 3.1. Hasil kalibrasi debit alat *hydraulic bench* disajikan pada Gambar 3.1.

Tabel 3.1. Hasil kalibrasi *hydraulic bench*

No.	Skala Bukaan (mm)	Q hb (cm ³ /dt)	Q pompa (cm ³ /dt)
1	7.00	158.43	145.62
2	7.20	211.15	203.17
3	7.40	405.84	379.94
4	7.60	578.70	562.75
5	7.80	801.28	813.67
6	8.00	912.41	871.08
7	8.20	1400.35	1382.11
8	8.40	2234.82	1992.04
9	8.60	2430.72	2358.24
10	8.80	2693.97	2583.98

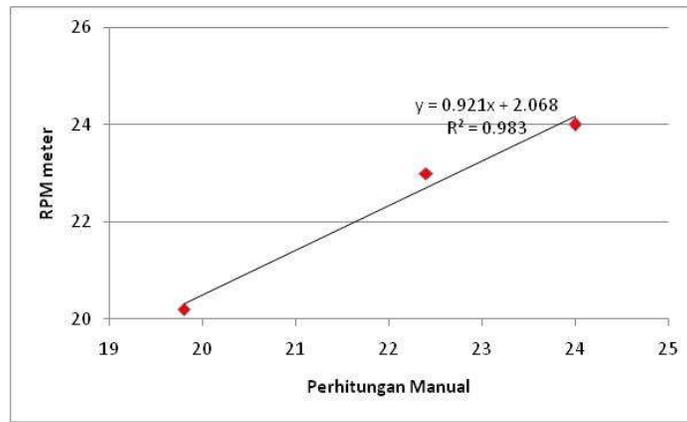


Gambar 3.11. Hubungan antara debit air *hydraulic bench* dengan debit air pompa

Kalibrasi *rotatometer* dilakukan dengan membandingkan jumlah putaran (rpm) yang terbaca pada *rotatometer* dengan putaran sesungguhnya dalam jangka waktu 60 detik. $y = 0,532x + 14,30$, dengan nilai $R^2 = 0,983$. Nilai ini mendekati 1, maka hubungan antara hubungan antara jumlah putaran pada rotatometer dan pengamatan manual adalah linear atau sama, artinya rotatometer dapat digunakan. Hasil kalibrasi disajikan pada Tabel 3.2. Hasil kalibrasi debit alat *hydraulic bench* disajikan pada Gambar 3.2.

Tabel 3.2. Hasil kalibrasi *rotatometer*

NO	Debit l/dt	Waktu detik	Perhitungan langsung <i>rotatometer</i>	Perhitungan langsung
1	2.23	60	19.8	20
2	2.43	60	22.4	23
3	2.69	60	24	24



Gambar 3.2. Hubungan antara jumlah putaran pada rotatometer dengan pengamatan langsung.

Analisis Kecepatan Aliran Air

Perhitungan kecepatan aliran air diperoleh dengan persamaan sebagai berikut:

$$V = \frac{Q}{A}$$

dengan,

Q = Debit *open flume*,

A = Luas penampang basah.

Hasil perhitungan kecepatan aliran air ditampilkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Hasil Analisis Kecepatan Aliran Air

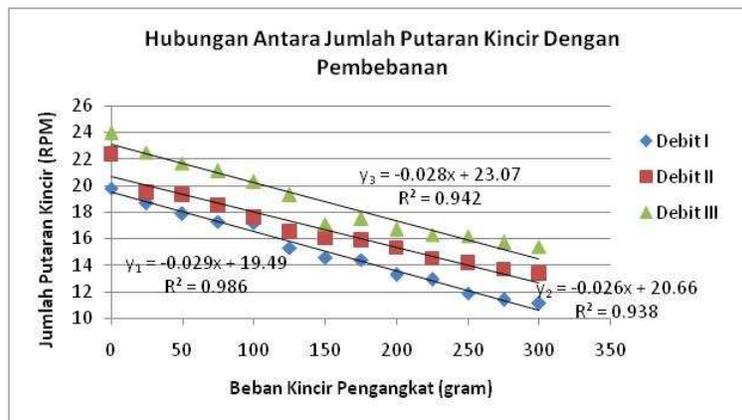
NO	Debit		Luas Penampang Basah		V Air m/dt
	l/dt	m ³ /dt	B m	H m	
1	2.23	0.0022	0.22	0.04	0.25
2	2.43	0.0024	0.22	0.042	0.26
3	2.69	0.0027	0.22	0.045	0.27

Analisis Putaran Kincir

Penelitian ini menggunakan kincir air tipe *undershot* dengan sudu datar yang berdiameter 19 cm dengan panjang sudu 5 cm dan lebar sudu 8 cm, berjumlah dua kincir. Kincir diletakkan pada open flume yang diberi aliran air, sehingga dapat berputar pada debit dan kecepatan aliran tertentu. Pada percobaan ini kincir dapat berputar dengan lancar dan tidak tersendat hanya pada tiga ukuran debit, yaitu 2,23 l/dt, 2,43 l/dt, dan 2,69 l/dt. Sehingga perhitungan putaran kincir hanya dilakukan pada tiga ukuran debit tersebut. Dari percobaan ini diperoleh hubungan antara jumlah putaran kincir dengan kecepatan aliran dan juga beban yang diberikan pada kincir pengangkat seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.3. Hubungan antara kecepatan tangensial kincir dengan kecepatan aliran dan juga beban yang diberikan pada kincir pengangkat seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.4.



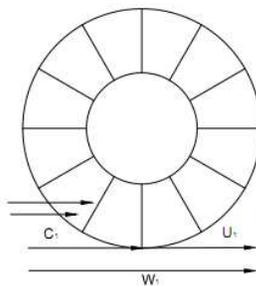
Gambar 3.3 Hubungan Antara Jumlah Putaran Kincir Dengan Kecepatan Aliran Dan Beban Yang Diberikan Pada Kincir Pengangkat



Gambar 3.4. Hubungan Antara Kecepatan Tangensial Kincir Dengan Kecepatan Aliran Dan Beban Yang Diberikan Pada Kincir Pengangkat

Analisis Kecepatan Relatif

Kecepatan relatif yang terjadi pada kincir air dapat dilihat pada Gambar 5:

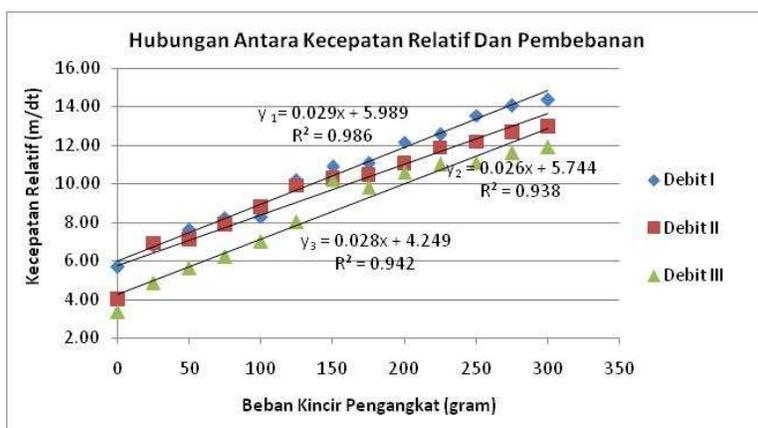


Gambar 3.5. Kecepatan relatif pada kincir

Dari hasil analisis kecepatan kincir (U) dan kecepatan aliran (C) dapat diperoleh kecepatan relatif (W) antara keduanya dengan persamaan sebagai berikut: [3]

$$W^2 = C^2 + U^2 - 2 C U \cos \alpha \dots\dots\dots (7)$$

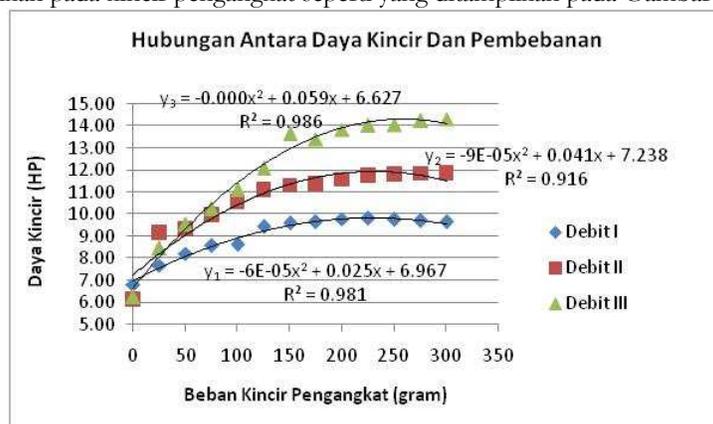
Dari analisis kecepatan relative diperoleh hubungan antara kecepatan relatif dari kecepatan aliran air dan kecepatan tangensial kincir, dengan kecepatan aliran dan juga beban yang diberikan pada kincir pengangkat seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Hubungan Antara Kecepatan Relatif Dengan Kecepatan Aliran Dan Beban Yang Diberikan Pada Kincir Pengangkat

Analisis Daya Kincir Yang Dihasilkan

Dari analisis daya kincir diperoleh hubungan antara daya yang dihasilkan oleh kincir dengan kecepatan aliran dan juga beban yang diberikan pada kincir pengangkat seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.7:



Gambar 3.7. Hubungan Antara Daya Kincir Dengan Kecepatan Aliran Dan Beban Yang Diberikan Pada Kincir Pengangkat

SIMPULAN

- 1) Kemampuan alat ini dipengaruhi oleh debit aliran, kecepatan aliran dan beban sampah. Jumlah rpm untuk debit 2,23 l/dt, 2,43 l/dt, dan 2,69 l/dt dengan beban 300 gr berturut-turut adalah 11,1 putaran, 13,4 putaran, dan 15,4 putaran, sedangkan besar kecepatan tangensial kincir berturut-turut adalah 0,11 m/dt, 0,13 m/dt, dan 0,15 m/dt. Besarnya daya yang dihasilkan pada debit 2,23 l/dt, 2,43 l/dt, dan 2,69 l/dt dengan beban 300 gr berturut-turut adalah 9,65 x 10-5 HP, 11,87 x 10-5 HP, dan 14,33 x 10-4 HP. Apabila debit aliran dan kecepatan aliran terlalu rendah maka kincir tidak dapat berputar.
- 2) Daya yang dihasilkan kincir berbanding terbalik dengan debit dan kecepatan aliran air, karena semakin besar debit dan kecepatan aliran air, maka daya yang dihasilkan oleh kincir semakin turun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada DR. Ir. Mamok Soeprpto R, M.Eng dalam membimbing penelitian.

REFERENSI

Bambang Triatmodjo, 1993, Hidraulika I. Beta Offset: Yogyakarta.

Jhon Aryanto Glad Saragih. 2009. Perencanaan Serta Pembuatan Prototipe Turbin Air Terapung Bersudu Datar Dengan Memanfaatkan Kecepatan Aliran Air Sungai (Skripsi). Universitas Sumatra Utara.

www.detik.com (12 Januari 2012)