

Perancangan Kincir Air Undershot Sebagai Penggerak Awal Pompa

Hery Dwi Harsono, Endang Prihastuty

Prodi Teknik Mesin

Unuversitas 17 Agustus 1945 Cirebon

E-mail: prihastutyendang@untagcirebon.ac.id

ABSTRACT

Moving water holds enormous natural energy. The energy that water has can be used as a drive for waterwheels or water turbines. The use of waterwheels can be used as the initial driver of the pump. Where the pump will raise water from the river to the higher ground. In Cipager village, Cirebon district has a Cipager river that has a heavy flow. With such river conditions, the energy owned by the Cipager River can be used to move the waterwheel which is then used as the initial driver of the pump. Without using electricity, villagers can use pumps to raise water from the river to higher ground. So that water needs can be met both for irrigating rice fields or fulfilling daily needs.

The use of waterwheel as the initial drive of the pump needs good design and adapted to the conditions of the river flow. Data on the Cipager river condition with a flow velocity of 2.027 m / s and flowrate of 1850 L / s. for the design criteria selected undershot waterwheel. It was obtained for the size of the pinwheel design, 80 cm diameter, 12 cm blade length, 10 cm blade width with flat blade shape, 2 mm thick steel plate material and 2 mm shaft material. The windmill rotation was obtained at 48.34 rpm, the wheel power was 197.882 watts and the wheel weight was 58.8 N. While the power of the wheel used to drive the pump was only 5.18% of the total power of the windmill produced

Keywords : Competency, Graduates, Conventional School (SMK), Business and Industry (DU/DI), Computers and Networks Programs (TKJ).

ABSTRAK

Air bergerak menyimpan energi alami yang sangat besar. Energi yang dimiliki air tersebut dapat dimanfaatkan sebagai penggerak kincir air atau turbin air. Penggunaan kincir air dapat dimanfaatkan sebagai penggerak awal pompa. Dimana pompa akan menaikkan air dari sungai ke daratan yang lebih tinggi. Di desa Cipager, kabupaten Cirebon terdapat sungai Cipager yang memiliki aliran deras. Dengan kondisi sungai yang demikian maka energi yang dimiliki sungai cipager dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan kincir air yang selanjutnya digunakan sebagai penggerak awal pompa. Tanpa menggunakan energi listrik, masyarakat desa dapat memanfaatkan pompa untuk menaikkan air dari sungai ke daratan yang lebih tinggi. Sehingga masyarakat dapat terpenuhi

kebutuhan air baik untuk mengairi sawah atau memenuhi kebutuhan sehari-hari.

Penggunaan kincir air sebagai penggerak awal pompa perlu perancangan yang baik dan disesuaikan dengan kondisi aliran sungai. Data kondisi sungai Cipager dengan kecepatan aliran 2,027 m/s dan debit aliran sebesar 1850 L/s . untuk kriteria perancangan dipilih kincir air type undershot. Diperoleh untuk ukuran desain kincir, diameter kincir 80 cm, panjang sudu 12 cm, lebar sudu 10 cm dengan bentuk sudu datar, bahan sudu dari plat baja dengan tebal 2 mm dan bahan poros adalah 20 mm. Diperoleh besar putaran kincir 48,34 rpm, daya kincir 197,882 watt dan berat kincir 58,8 N. Sedangkan daya kincir yang digunakan untuk menggerakkan pompa hanya 5,18 % dari total keseluruhan daya kincir yang dihasilkan

Kata Kunci : kincir air , pompa, penggerak awal

I. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber energi yang murah dan mudah didapat. Pada air tersimpan energi potensial (pada air jatuh) dan energi kinetik (pada air mengalir). Di desa Cipager kecamatan Talun kabupaten Cirebon terdapat bendungan untuk irigasi yang berhulu di sungai Cipager. Air yang mengalir melalui saluran irigasi belum banyak diberdayakan oleh masyarakat sekitar. Apalagi bagi masyarakat yang tinggal lebih tinggi dari sumber air. Dibutuhkan pompa untuk dapat menaikkan air dari sungai ke tempat yang diinginkan.

Sedangkan penggunaan pompa air mengalami kesulitan dikarenakan tidak adanya sumber listrik. Dengan memanfaatkan tenaga aliran sungai, yang akan digunakan sebagai penggerak awal pompa. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat suatu model rancangan kincir air yang akan digunakan sebagai penggerak awal pompa yang efektif dan murah sehingga dapat bermanfaat bagi masyarakat.

II. KAJIAN PUSTAKA

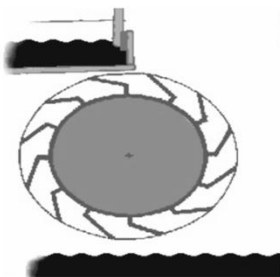
1. Hydropower

Hydropower adalah energi yang diperoleh dari air yang mengalir. Energi yang dimiliki air dapat dimanfaatkan dan digunakan dalam wujud energi mekanis maupun energi listrik. Pemanfaatan energi air banyak dilakukan dengan menggunakan kincir air atau turbin air yang memanfaatkan adanya suatu air terjun atau aliran air di sungai. Kincir air dapat dimanfaatkan sebagai penggerak awal pompa. Air yang mengalir kedalam atau keluar dari kincir tidak mempunyai tekanan lebih, hanya tekanan atmosfer saja. Kecepatan air yang mengalir kedalam sudut kincir harus kecil, sebab bila kecepatannya besar ketika melalui sudu, air akan melimpah keluar atau energi yang ada akan hilang percuma dan tak bisa dimanfaatkan.

Menurut Fritz Dietzel dan Dakso Sularso 1980 tinggi air jatuh yang digunakan kincir air antara 0,1 m sampai 12 m (roda kincir yang besar) dan kapasitas airnya 0,05m³/s sampai 5 m³/s. Pemakaian kincir adalah di daerah yang aliran airnya tidak tentu, berubah-ubah dan tinggi air jatuhnya kecil, bila perubahan kecepatan putarannya kecil 2 put/menit sampai dengan 12 put/menit, serta daya poros transmisi masih bisa digunakan. Ada beberapa tipe kincir air yaitu :

1. Kincir Air Overshot

Kincir air overshoot bekerja bila air yang mengalir jatuh ke dalam bagian sudu-sudu sisi bagian atas, dan karena gaya berat air roda kincir berputar.



Keuntungan :

1. Tingkat efisiensi yang tinggi dapat mencapai 85%.
2. Tidak membutuhkan aliran yang deras. Konstruksi yang sederhana
3. Mudah dalam perawatan. Teknologi yang sederhana mudah diterapkan di daerah yang terisolir

Kerugian :

1. Karena aliran air berasal dari atas maka biasanya reservoir air atau bendungan air, sehingga memerlukan investasi yang lebih banyak.
 2. Tidak dapat diterapkan untuk mesin putaran tinggi.
 3. Membutuhkan ruang yang lebih luas untuk penempatan.
 4. Daya yang dihasilkan relatif kecil.
- #### 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". Disini aliran air berlawanan dengan arah sudu yang memutar kincir.



Keuntungan :

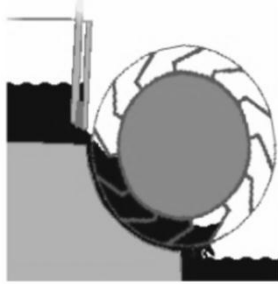
1. Konstruksi lebih sederhana
2. Lebih ekonomis
3. Mudah untuk dipindahkan

Kerugian :

1. Efisiensi kecil
2. Daya yang dihasilkan relatif kecil
3. Kincir Air Breastshot

Kincir air Breastshot merupakan perpaduan antara tipe overshoot dan undershot dilihat dari energi yang diterimanya. Jarak tinggi jatuhnya

tidak melebihi diameter kincir, arah aliran air yang menggerakkan kincir air disekitar sumbu poros dari kincir air. Kincir air jenis ini memperbaiki kinerja dari kincir air tipe under shot.



Keuntungan :

1. Tipe ini lebih efisien dari tipe under shot
2. Dibandingkan tipe overshot tinggi jatuhnya lebih pendek
3. Dapat diaplikasikan pada sumber air aliran datar

Kerugian :

1. Sudu-sudu dari tipe ini tidak rata seperti tipe undershot (lebih rumit) Diperlukan dam pada arus aliran datar
2. Efisiensi lebih kecil dari pada tipe overshot

2. Force Drag

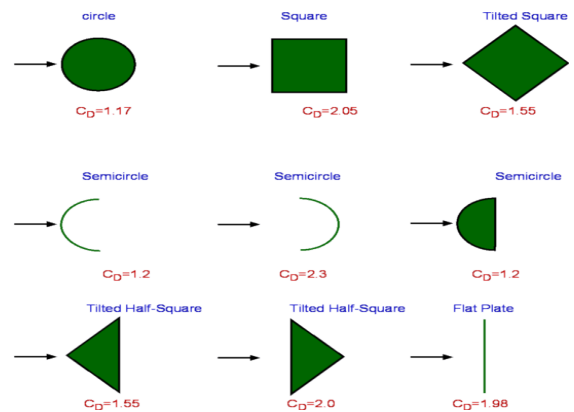
Force Drag adalah gaya hambat yang yang dikarenakan adanya gesekan dan tahanan antara permukaan. Force Drag tergantung pada sifat-sifat fluida dan pada ukuran, bentuk, dan kecepatan objek. Salah satu cara untuk mengungkapkan ini dengan persamaan :

$$F_d = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot C_d \cdot A$$

dimana :

- F_d = gaya drag (N)
- ρ = densitas fluida (kg/m³)
- v = kecepatan aliran (m/s)
- A = luas penampang (m²)
- C_d = koefisien drag

Koefisien drag (C_d) adalah bilangan yang menunjukkan besar kecilnya tahanan fluida yang diterima oleh suatu benda. Harga koefisien drag yang kecil menunjukkan hambatan fluida yang diterima benda saat berjalan adalah kecil, dan begitu juga sebaliknya. Koefisien drag (biasanya dinotasikan sebagai: c_d , c atau c_{wx}). nilai C_d sangat bergantung pada bentuk dari suatu geometri. berikut adalah bebagai variasi nilai adalah :



III.METODE PENELITIAN

3.1 Kriteria Perancangan

Terdapat beberapa kriteria dalam perancangan kincir air ini diantaranya :

1. Perancangan kincir air tipe undershot
2. Kontruksi kincir yang sangat sederhana
3. Kincir air yang memiliki bobot total ringan
4. Bahan kincir air yang relatif murah dan mudah didapat
5. Mampu meneruskan tenaga dari aliran air
6. Mampu menggerakkan pompa

3.2. Observasi Lapangan

Mencari debit air dengan pengukuran menggunakan metode apung. Metoda ini menggunakan alat bantu suatu benda ringan (terapung) untuk mengetahui kecepatan air yang diukur dalam satu aliran terbuka.

Pengukuran dilakukan dengan cara menghanyutkan benda terapung dari titik awal (start) kemudian dibiarkan mengalir mengikuti kecepatan aliran sampai batas titik akhir (*finish*), sehingga diketahui waktu tempuh yang diperlukan benda terapung tersebut pada jarak yang ditentukan tersebut.

Lokasi sumber air : Sungai Cipager, Desa Cipager Kec.Talun Kab.Cirebon Jawa Barat



1. Perhitungan Luas Penampang

Luas penampang A adalah hasil perkalian antara lebar rata-rata aliran air dengan kedalaman air sungai.

$$A = L \times H$$

dimana :

A = Luas penampang (m^2)

L = Lebar aliran air (m)

H = kedalaman aliran air (m)

Dari hasil pengukuran diperoleh data keadaan sungai :

- Lebar sungai, $L = 3,054$ m
- Kedalaman sungai, $H = 0,3$ m

hingga untuk luas penampang sungai adalah :

$$\begin{aligned} A &= 3,054 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} \\ &= 0,916 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

1. Kecepatan (v)

Panjang lintasan aliran sungai P adalah 5 meter. Dari hasil pengukuran waktu rata-rata adalah 2,466 detik.

Kecepatan v adalah hasil pembagian antara panjang aliran sungai P dibagi dengan waktu rata-rata T .

$$v = \frac{P}{T_{rata-rata}}$$

dimana :

v = kecepatan aliran sungai (m/detik)

P = Panjang saluran (m)

T = waktu rata-rata (detik)

Hasil perhitungan dapat diperoleh untuk kecepatan aliran sungai adalah:

$$\begin{aligned} v &= \frac{5 \text{ m}}{2,466 \text{ det}} \\ &= 2,027 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

2. Perhitungan debit air

Debit air Q merupakan hasil perkalian antara luas penampang sungai dengan kecepatan aliran air.

$$Q = A \times v$$

Dimana :

Q = debit aliran (m^3 /detik)

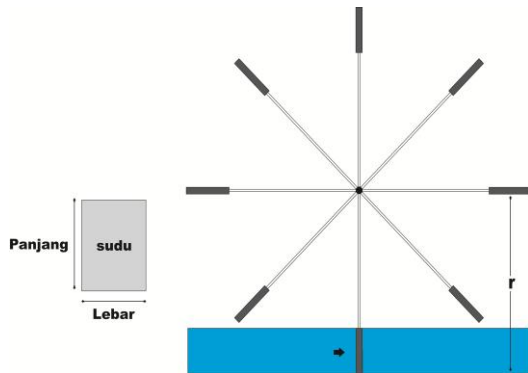
$A =$ luas penampang saluran (m^2)

$v =$ kecepatan aliran air (m/detik)

$$Q = (0,916m^2)(2,027m/det) = 1,85 m^3/detik = 1850 L/detik$$

1.1 Alternatif Desain

Alternatif desain untuk perancangan ukuran kincir adalah sebagai berikut :



3.1 gambar ukuran desain

Dipilih diameter kincir 80 cm, panjang sudu 12 cm, lebar sudu 10 cm, dengan bahan sudu adalah plat besi dengan tebal 2 mm, dan berat total 1,5 kg

IV.HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa daya yang dihasilkan kincir

Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam menganalisa daya yang dihasilkan oleh kincir air terapung adalah sebagai berikut :

1. Tentukan Besar gaya (F) pada kincir menggunakan persamaan *force drag*,

$$F_d = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot C_d \cdot A$$

2. Dari langkah 1, dapat diperoleh torsi (T) dengan menggunakan persamaan

$$T = F \cdot r$$

3. Tentukan besar kecepatan sudut (ω) dengan persamaan $\omega = \frac{v}{r}$

4. Tentukan besar daya (P) pada kincir menggunakan persamaan

$$P = T \cdot \omega$$

5. Menentukan besar gaya :

Diketahui :

$$v = 2,027 \frac{m}{s}$$

$$C_d = 1,98$$

Dengan Persamaan *force drag* (FD) diperoleh besar gaya adalah :

$$F_d = \frac{1}{2} \rho v^2 C_d A$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 10^3 \frac{kg}{m^3} \cdot 4,108 \frac{m}{s} \cdot 1,98 \cdot 0,012 m^2$$

$$F_d = 48,811 N$$

4.2 Menentukan Torsi kincir

Untuk menghitung torsi pada kincir dengan menggunakan persamaan

$$T = F \cdot r$$

$$T = 48.811 N \cdot 0,4 m$$

$$= 19,524 Nm$$

4.3 Menentukan kecepatan sudut (ω) pada kincir

Untuk menghitung kecepatan sudut pada kincir dapat menggunakan persamaan

$$\omega = \frac{v}{r}$$

$$\omega = \frac{2,027 \frac{m}{s}}{0,4 m} = 5,06/s = 48,34rpm$$

4.4. Menentukan Daya kincir

Untuk menentukan daya pada kincir dapat menggunakan persamaan

$$P = T \cdot \omega$$

$$= 19,524 \text{ Nm} \cdot 5,06 \text{ rad/s}$$

$$P = 65,96 \text{ W}$$

Sehingga untuk daya 2 kincir menjadi :

$$P_T = 2 \cdot 65,96 \text{ W} = 131,921 \text{ W}$$

4.5 Detail Desain

- Diameter Kincir: 80 cm
- Panjang Sudu : 12 cm
- Lebar Sudu : 10 cm
- Bahan Sudu : Plat Besi tebal 2 mm
- Massa : $\pm 1,5$ kg

4.6 Spesifikasi

Spesifikasi kincir air dari hasil analisa perancangan sebagai berikut :

Coefficient Drag (CD) : 1,98

Force Drag (F) : 48,811 N

Torsi : 19,524 Nm

Kecepatan sudut (ω) : 5,06/s = 48,34 rpm

Daya (P) : 197,882 Watt

V. KESIMPULAN

Dari Dari hasil perancangan kincir air yang sebagai penggerak awal pompa dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

JNTETI, Vol. nn, No. nn, Bulan 20nn

Yang dipilih dalam perancangan kincir air ini adalah type undershot yang dengan spesifikasi sebagai berikut : diameter kincir 80 cm, panjang sudu 12 cm, lebar sudu 10 cm, dengan bentuk sudu datar, bahan sudu terbuat dari palt baja dengan tebal 2 mm sedangkan untuk bahan poros adalah baja poros dengan diameter 20 mm. Dari dimensi ukuran kincir diperoleh putaran kincir 48,34 rpm menghasilkan daya kincir sebesar 197,882 watt dan daya kincir yang digunakan untuk menggerakkan pompa hanya 5,18 persen dari total keseluruhan daya kincir yang dihasilkan

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Azizah dkk. 2015. "Stategi Kerjasama Sekolah dengan Dunia Usaha dan Dunia Industri (DU/DI) dalam meningkatkan Kompetensi Lulusan pada SMK Negeri 3 Banda Aceh" Jurnal Administrasi Pendidikan Universitas Syiah Kuala. Volume 3 Nomor 2.
- [2] Badan Standar Nasional Pendidikan (BNSP). 2006. "Panduan Penyusunan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah. 1-23.
- [3] Clare and Winch. 2007. "Vocational Education International Approaches Development and System". International Journal of Vocation New York. Routledge Falmer
- [4] Cohen, Lois. & Manion, Lawrence. & Morrison, Keith. 2005. "Research Methods in Education". International Journal of Vocation New York. Routledge Falmer
- [5] Dubois, D., Rothotwel, W.W. 2004. "Competency Based Human Resource Management". International Journal of Vocation United States of America
- [6] Gasskov, V. 2000. "Managing Vocational Training System". Geneva. International Labour Office.
- [7] Hamalik, O. 2007. "Manajemen Pelatihan Ketenagakerjaan Pendekatan Terpadu". Jakarta: PT. Bumi Aksara
- [8] Hamalik, O. 2009. "Dasar-dasar Pengembangan Kurikulum". Bandung: PT. Remaja Rosdakarya
- [9] Hamalik, O. 2001. "Proses Belajar Mengajar".

Jakarta: PT.Bumi Aksara

- [10] Jalinus, N. 2001. " Pengembangan Pendidikan Teknologi dan Kejuruan dan Hubungan Dunia Kerja". *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 1(1):25 – 34..
- [11] Kuswara, W. S. 2013. *Filsafat Pendidikan Teknologi, Vokasi dan Kejuruan*. Bandung: Alfabeta..
- [12] Kuswara, W. S. 2013. *Dasar – Dasar Pendidikan Vokasi & Kejuruan*. Bandung: Alfabeta.
- [13] Mulder, T. Et al. 2006. " *The Concep Of Competence In The Development of Vocational education and Training In Selected EU Member States-a Critical Analysis*". International Journal of Vocation Education and Training.
- [14] Mulyasa. 2006. "Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan Sebuah Panduan Praktis". Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- [15] Renata.P, et al. 2005." *Competency, Capability, Complexity, and Computer: Exploring a New Model For Conceptualising End-User Computer Education*". Journal International Southern Cross University
- [16] Sanghi. 2007. " *The Handbook Of Competency Mapping: Understanding, Designing And Implementing Competency Models In Organization*". Journal International Sage Publication Pve, Ltd
- [17] Syahrul & Aras. M. 2014. "Analisis Tingkat Relevansi Kurikulum SMK dengan Kompetensi Kerja di Dunia Usaha dan Industri". *Jurnal Media Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 6(1):1 - 96.
- [18] Saraswati, I. "Peran Dunia Usaha Terhadap Pendidikan Praktek Kerja Industri". Laporan Penelitian. Semarang: IKIP Veteran Semarang..
- [19] Sudjana, N dan Ibrahim. 2012. "Penelitian dan Penilaian Pendidikan". Bandung. Sinar Baru Algensindo.
- [20] Sugiyono, 2013. " *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan RnD*". Bandung: Alfabeta.
- [21] Undang-undang RI nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional. Jakarta: Aneka Ilmu.
- [22] Xin Jin. 2009. "A Conceptualized Proposal for Reforming China's Test-Driven Secondary Education: Integrating Academic and Vocational Education towards a Vocationalism". International Journal Mount Sains Vincent University.