

## Pembuatan Kincir Air Dengan Pemanfaatan Sungai Sebagai Sarana Irigasi Di Taman “Kotaku” Desa Gumpang, Kecamatan Kartasura

<sup>1</sup>\*Diffa Muhammad Basri, <sup>1</sup>Khalfin Rofian, <sup>1</sup>Rahma Afifah Nur Faridah, <sup>1</sup>Putri Sulistyoningsih

<sup>1</sup>Program Studi Geografi, Fakultas Geografi, Universitas Muhammadiyah Surakarta

\*Penulis korespondensi, email: khelvinofans101@gmail.com

(Received: 16 December 2021/Accepted: 1 July 2023/Published: 30 July 2023)

### Abstrak

*Desa Gumpang desa yang memiliki taman yang difungsikan sebagai ruang publik untuk masyarakat sekaligus sebagai ruang hijau dimana pada taman desa gumpang dihiasi dengan berbagai jenis vegetasi yang ditanam oleh masyarakatnya sendiri. Irigasi Taman di Desa Gumpang, Kartasura yang dilakukan secara manual dengan menimba air dari sungai menyebabkan irigasi yang dilakukan masyarakat kurang efisien. Pembuatan Kincir Air di Taman Desa Gumpang, ditujukan untuk membantu masyarakat untuk melakukan irigasi taman agar lebih efisien dari sebelumnya. Kincir air tersebut dibuat dengan rancangan undershoot yang memanfaatkan arus air yang berada di bawah komcir air yang nantinya akan menggerakkan kincir air melalui dayung yang terpasang di bawah lingkaran kincir air.*

Kata Kunci: kincir air, irigasi, taman, desa gumpang, sungai

### Abstract

*Gumpang Village is a village that has a garden that functions as a public space for the community as well as a green space where the Gumpang village park changes with various types of vegetation planted by the people themselves. Irrigation of the garden in Gumpang Village, Kartasura which is done manually by drawing water from the river causes irrigation that is carried out by the community to be less efficient. The construction of the Waterwheel in Gumpang Village Park is intended to help the community to irrigate the garden to be more efficient than before. The waterwheel is made with an undershoot design that utilizes air currents under the waterwheel which will later move the waterwheel through oars installed under the circumference of the waterwheel.*

Keywords : waterwheel, irrigation, garden, gumpang village, river

## 1. Pendahuluan

Sungai merupakan aliran air yang terbentuk secara sistem yang alami dengan bentuk memanjang dan bergerak mengalir secara berlanjut dari awal mula aliran air sungai bagian atas hingga ujung akhir aliran air sungai bagian bawah. Pada pemanfaatannya, air sungai mampu dialiri dan digunakan sebagai pemenuhan bagi kebutuhan masyarakat di sebagian Desa Gumpang seperti halnya irigasi air sungai. Pemanfaatan tersebut harus dikelola sebaik mungkin dengan perencanaan bangunan sungai dan bendung sesuai kondisi hidrologi yang ada. Selain bendung sebagai perencanaan bangunan, terdapat pula kincir air yang berfungsi untuk mengambil air pada sungai dengan posisi ketinggian air sungai jauh di bawah ketinggian lahan. Proses tersebut dapat terjadi dalam sistem kincir air melalui perputaran dengan tingginya daya dan kecepatan arus air sungai yang mendorong sehingga kincir tersebut dapat menaikkan air dan berputar secara berulang. Apabila daya dan kecepatan arus air sungai tidak mencukupi pasti akan menjadi persoalan utama karena kincir tidak mampu menaikkan air untuk berputar sehingga air tersebut tidak dapat digunakan ([Elfiano, Hastuti, & Dinata, 2017](#)). Kincir air sendiri merupakan rangkaian sistem mekanis yang memiliki bentuk roda dengan dikelilingi sudu pada setiap sisinya. Besar daya yang dihasilkan oleh kincir air ditentukan oleh banyak sedikitnya jumlah sudu tersebut ([Hafidh, George, & Sryang, 2018](#)). Kincir air juga dapat diartikan sebagai sebuah roda besar yang dilengkapi dengan timba sebagai wadah pengambil air yang dapat terbuat dari pipa yang berputar karena daya arus pada aliran sungai untuk menaikkan air dari sungai ke arah yang lebih tinggi posisinya. Ketersediaan air yang mengalir, ukuran tabung sebagai wadah air, jumlah putaran kincir, hingga lamanya tabung tersebut terendam air merupakan beberapa faktor besarnya debit air yang dapat di naikkan oleh kincir ([Sule, & Timbayo, 2012](#)). Selain itu kincir air merupakan jenis alat bersistem hidrolik tertua. Konstruksi pada kincir air relatif sederhana dengan diameter yang besar dan memiliki kecepatan putar yang rendah namun memiliki daya dan torsi yang tinggi. Beberapa masyarakat di daerah perdesaan juga telah menggunakan kincir air untuk menyalurkan air pada irigasi sawah dari sumber air sungai menuju tempat yang lebih tinggi ([Wibawa, Santoso, & Dharmayana, 2014](#); [Wibawa, 2001](#)).

Perancangan kincir air model undershot atau kincir air arus bawah beroperasi jika sisi pada sudu yang berada dibagian bawah dari kincir air tersebut dialiri air dengan arus yang cukup untuk mengangkat air. Model tersebut cocok digunakan pada daerah dengan kondisi perairan yang cenderung dangkal dan rata, sehingga putaran kincir berlawanan dengan arah sudu yang dialiri arus air sungai. Kelebihan kincir air model undershot adalah: (1) desain konstruksi yang sederhana; (2) biaya lebih terjangkau; (3) dapat disesuaikan kembali, sedangkan kekurangannya yaitu: (1) efektivitas yang kecil dengan kisaran hanya 25 hingga 70 persen saja; (2) tenaga yang diperoleh relatif kurang ([Wong, et. al., 2019](#)). Kincir Air sendiri merupakan kincir yang beroperasi dengan menggunakan tenaga dari arus aliran air, dimana arus air (baik secara alami maupun buatan) yang menabrak dayung pada kincir kemudian menimbulkan putaran pada roda kincir yang berpusat pada poros roda tersebut yang akhirnya mampu menggerakkan kincir air, yang mana kemudian dapat di aplikasikan ke dalam berbagai hal. Berdasarkan bahannya kincir air dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu: kincir air yang berbahan alami dan buatan. Kincir dengan bahan alami merupakan kincir air yang dibuat memakai bahan-bahan yang tersedia dari alam seperti bambu, kayu, hingga rotan. Kemudian kincir dengan bahan buatan merupakan kincir yang dibuat menggunakan bahan logam ringan seperti pipa besi, baja ringan, pipa galvalum dan lain sebagainya. Jenis kincir berbahan pipa galvalum adalah salah satu je bantunis yang biasanya sering digunakan, hal tersebut karena karakteristik pipa galvalum yang ringan dan memiliki ketahanan terhadap air sehingga tidak terjadi korosi.

Pengertian sungai yang dikutip dari Dinamika Hidrosfer (2018), sungai merupakan suatu aliran air pada permukaan dengan bentuk memanjang dan mengalir secara terus-menerus dari hulu menuju hilir. Arah aliran sungai menyesuaikan dengan sifat air, dari tempat tinggi ke tempat rendah. Sungai berasal dari dataran tinggi atau gunung menuju ke lautan dan danau. Istilah irigasi

juga memiliki arti luas dalam kegiatan bertani dan bentuk pengairan lainnya sebagai salah satu faktor penting. Seiring dengan era reformasi dan otonomi daerah, bahwa saat ini terdapat peraturan baru yang mengatur mengenai irigasi, yaitu pengelolaan diserahkan kepada petani. Namun pemerintah tetap memiliki kewajiban untuk berkewajiban untuk mendukung para petani terutama dalam bimbingan secara teknis dan keuangan hingga dapat mengelolanya secara mandiri. Irigasi diartikan sebagai sebuah upaya cara mengairi lahan, baik secara alami maupun buatan kepada tanah dengan tujuan untuk memberi kebutuhan pada pertumbuhan tanaman agar tetap terpenuhi kebutuhan air dan kelembabannya. Kesimpulannya, tujuan dari irigasi dapat dikategorikan menjadi dua kategori, yaitu: tujuan langsung, yaitu irigasi memiliki tujuan untuk membasahi tanah berkaitan dengan kebutuhan kandungan air serta udara dalam tanah sehingga dapat dicapai suatu kondisi yang sesuai dengan kebutuhan untuk pertumbuhan tanaman yang ada di tanah tersebut. Tujuan tidak langsung, yaitu irigasi mempunyai tujuan yang meliputi: mengatur suhu dari tanah, mencuci tanah yang mengandung racun, mengangkat bahan pupuk dengan melalui aliran air yang ada, menaikkan muka air tanah, meningkatkan elevasi suatu daerah dengan cara mengalirkan air dan mengendapkan lumpur yang terbawa air, dan lain sebagainya.

Desa Gumpang merupakan desa yang berada di Kecamatan Kartasura, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah. Menurut administrasi desa gumpang memiliki batas wilayah, yaitu: bagian utara berbatasan langsung dengan Desa Pabelan dan Kelurahan Ngadirejo, di bagian barat berbatasan dengan Kelurahan Ngadirejo dan Desa Ngemplak, bagian selatan berbatasan dengan kecamatan Gatak, bagian timur berbatasan dengan Desa Makahaji dan Desa Purbayan. Desa Gumpang memiliki luas wilayah sebesar 185,4 ha dengan lahan sawah sebesar 58 ha dan lahan bukan sawah sebesar 127,4 ha. Pengambilan tempat yang berada di Desa Gumpang tersebut dikarenakan adanya permasalahan dalam penyiraman tanaman yang ada di taman Kotaku, sehingga kepedulian masyarakat oleh lingkungan sekitar adalah hal yang harus dikembangkan secara berkelanjutan. Dampak yang ditimbulkan oleh minimnya kepedulian masyarakat terhadap pelestarian lingkungan dapat menimbulkan kerugian banyak pihak. Bagi masyarakat yang berada dibantaran sungai, tindakan membuang sampah ke sungai merupakan hal yang sangat merugikan kelangsungan ekosistem sungai (Syahrin, M. A., Syaharuddin, S., & Rahman, A. M., 2020). Desa Gumpang merupakan desa yang dilalui aliran sungai Bengawan Solo, atas dasar itu masyarakat berinisiatif memanfaatkan lokasi di bantaran sungai tersebut sebagai ruang publik sekaligus sebagai ruang hijau. Hal ini dilakukan dengan dibuatnya taman bermain untuk anak-anak yang diiringi dengan penanaman berbagai macam vegetasi di lingkungan sekitar taman tersebut. Dengan adanya taman tersebut diharapkan lingkungan sekitar bantaran sungai menjadi lebih terawat dan mampu membawa manfaat lebih bagi masyarakat sekitar.

Lingkungan yang asri pada taman di bantaran sungai Bengawan Solo tersebut tentunya membutuhkan pemeliharaan yang dilakukan secara rutin guna menjaga kesuburan vegetasi yang ada. Perawatan tersebut dilakukan secara sukarela oleh masyarakat sekitar atas kesadaran masyarakat terhadap pentingnya menjaga lingkungan. Dengan dibuatnya kincir air diharapkan dapat membantu masyarakat dalam perawatan taman tersebut. Di mana sebelumnya untuk irigasi masyarakat hanya memanfaatkan hujan untuk menyirami tanaman selama musim penghujan, kemudian di musim kemarau masyarakat menggunakan air sungai sebagai sarana irigasi, namun hal tersebut masih kurang maksimal karena masih menggunakan cara yang manual dengan menimba air dari sungai menggunakan ember. Sehingga kincir air ini memudahkan masyarakat untuk pengambilan air dari sungai dan diharapkan dapat membawa banyak manfaat untuk jangka panjang bagi masyarakat desa Gumpang

## 2. Metode

Pada metode penelitian yang digunakan adalah metode survei pada lokasi yang digunakan untuk mengetahui letak lokasi instalasi kincir air, besar arus debit air irigasi, dan diameter pada kincir. Survei lokasi sendiri adalah langkah awal yang berguna untuk merencanakan suatu kegiatan dalam perencanaan proyek atau sebuah pembangunan dalam lingkup kecil, menengah,

maupun besar dimana pada survei lokasi tersebut kita mampu mengetahui keberadaan lokasi sungai dan kondisi lingkungan tersebut sehingga kita dapat memaksimalkan perencanaan kegiatan pembangunan kincir air tersebut. semaksimal mungkin untuk dapat merencanakan kegiatan pembangunan kincir air yang akan didirikan di lokasi tersebut atau yang di buat di lokasi tersebut yang melaksanakan kegiatan survei masih termasuk daerah irigasi sungai bengawan solo.

Lokasi Penelitian terletak di Desa Gumpang, Kecamatan Kartasura, Kabupaten Sukoharjo. Survei lokasi tersebut dilakukan guna mengetahui kondisi medan secara langsung yang nantinya akan digunakan sebagai dasar pembuatan kincir air guna menentukan lokasi pemasangan kincir air, ukuran diameter kincir, lokasi bak air, dan jalur irigasi menuju taman. Kegiatan ini merupakan salah satu kunci dalam menentukan perencanaan sederhana sebagai irigasi sungai di desa tersebut, karena survei lokasi yang digunakan ini dapat menjamin pemilihan dan penentuan proyek atau kegiatan yang harus memenuhi ketentuan yang disyaratkan, mampu memberikan nilai guna yang diharapkan, diperoleh dengan harga yang relatif rendah dan seimbang, minim terjadinya permasalahan teknis yang berat, dan dapat bermanfaat untuk masyarakat sekitar. [Gambar 1](#) berikut merupakan lokasi letak kincir air:



Gambar 1. Lokasi Pembuatan Kincir Air

Peta lokasi yang ditampilkan pada Gambar 1 tersebut memberikan gambaran mengenai sungai tempat pemasangan kincir air di Desa Gumpang yang ditinjau melalui google earth. Berdasarkan dari analisis peta tersebut terdapat sungai yang mengalir di dekat taman sehingga perencanaan pembuatan kincir air dilakukan untuk mempermudah irigasi bagi masyarakat sekitar dan guna mendukung fasilitas taman Desa Gumpang, Kecamatan Kartasura, Kabupaten Sukoharjo tersebut. Pada akhirnya, tim penelitian melakukan peninjauan *survey* di lokasi secara langsung guna untuk mengetahui kondisi dan keadaan di sekitar sungai. [Gambar 2](#) berikut merupakan kondisi taman “KOTAKU” sekitar lokasi sungai di Desa Gumpang, Kecamatan Kartasura, Kabupaten Sukoharjo.



(a)



(b)

Gambar 2. Taman Desa Gumpang

Pelaksanaan pembuatan kincir air dilakukan di Desa Gumpang Kecamatan Kartasura Kabupaten Sukoharjo. Pembuatan kincir air juga melibatkan masyarakat di Desa Gumpang. Antusias kepala dusun dan warga cukup baik. Kepala dusun sepakat dan warga juga mendukung atas pembuatan kincir air dengan pemanfaatan sungai sebagai sarana irigasi di taman kotak desa gumpang. Kegiatan pembuatan Kincir Air ini melalui tahapan persiapan dan pelaksanaan kegiatan. Adapun tahapannya dalam pengabdian ini sebagai berikut:

#### 2.1. Persiapan

Tahapan-tahapan yang dilakukan antara lain yaitu: 1) Survei lokasi yang akan digunakan untuk pembuatan kincir air, 2) Perencanaan desain kincir air yang akan dipasang, 3) Mencari referensi informasi pembuatan kincir air, 4) Menentukan peralatan yang akan digunakan untuk

pemasangan kincir air, 5) Mengumpulkan bahan-bahan material yang diperlukan saat pembuatan kincir air.

## 2.2. Pelaksanaan Kegiatan

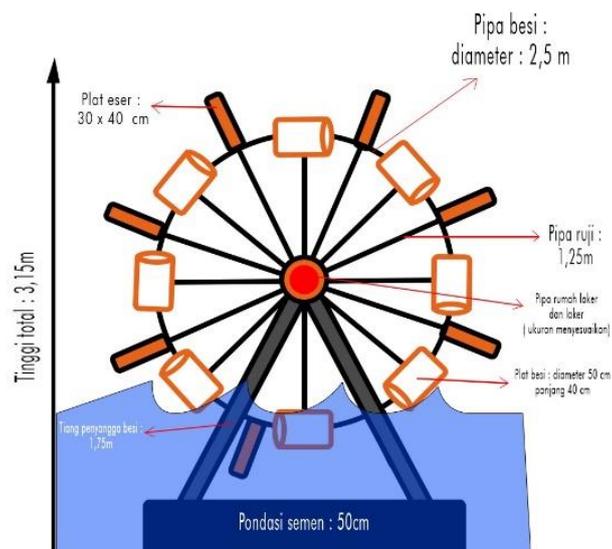
Tahapan-tahapan yang dilakukan antara lain yaitu: 1) Pengukuran diameter kincir air, 2) Pembuatan bendungan dan jalur air, 3) Pembuatan dan perakitan kincir air, 4) Uji coba pemasangan kincir air, 5) Penyetingan lokasi bak air disesuaikan dengan letak kincir air, 6) Penyetingan jalur irigasi taman, 7) Menguji kincir air yang telah terpasang.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan data hasil survei yang telah dilakukan pada tanggal 10 September 2021 di Desa Gumpang tersebut sungainya yang ada di taman KOTAKU termasuk sungai yang mengalir ke Sungai Bengawan Solo. Sungai tersebut juga bukan termasuk sungai yang besar, namun sungai tersebut bisa bermanfaat sebagai irigasi di taman tersebut dan juga digunakan untuk penyiraman tanaman. Maka dari itu tipe kincir air yang digunakan adalah jenis *breastshot* yang merupakan perpaduan dari kincir air jenis *undershoot*. Tahapan perancangan kincir air ini dimulai dengan menentukan panjang diameter kincir air sehingga dapat menaikkan air dari sungai ke taman yang letaknya lebih tinggi dari sungai tersebut, kemudian penentuan jumlah dayung kincir, penentuan jumlah drum untuk mengangkat air, penentuan lokasi bak penampung air, dan lain sebagainya. Berikut tahapan dalam pembuatan kincir air:

### 3.1. Perancangan Kincir Air

Berdasarkan hasil survei maka tipe kincir air yang dipilih yaitu tipe *undershoot*. Kincir air *undershoot* merupakan rancangan kincir air yang bekerja ketika air yang mengalir menghantam bagian sudu yang terletak di bawah kincir air. Tipe kincir air ini juga disebut dengan “Vitruvian”. Tipe kincir air ini dipilih karena cocok dengan kondisi sungai yang dangkal. Kincir air jenis ini memiliki nilai efisiensi sebesar 15% - 25% dengan kecepatan poros 2 rpm – 12 rpm dan tinggi jatuh air > 5 m. [Gambar 3](#) berikut adalah desain dari kincir air.



Gambar 3. Rancangan Kincir air

### 3.2. Pembuatan Pondasi

Pondasi yang dibuat untuk menopang kincir air adalah menggunakan sistem cakar ayam. Sistem cakar ayam dipilih karena keunggulannya dimana cakar ayam sesuai dengan kondisi tanah di dasar sungai yang kurang kokoh karena berupa lumpur. [Gambar 4](#) berikut merupakan dokumentasi proses pembuatan pondasi dari kincir air.



Gambar 4. Proses Pembuatan Pondasi

### 3.3. Pembuatan Jalur Air

Jalur air yang dibuat merupakan dua talut di sisi kanan dan kiri dengan tinggi 50 cm yang dibuat dengan tujuan memperbesar arus dan mengarahkan arus tepat di dayung kincir air sehingga air dapat menggerakkan kincir dan diangkat melalui drum di kincir air. [Gambar 5](#) merupakan jalur air pada sungai dengan mengecor sungai yang akan digunakan sebagai jalur air.



Gambar 5. Jalur Air

### 3.4. Pembuatan Kincir Air

Pada proses pembuatan kincir air harus mempersiapkan beberapa alat dan bahan setelah itu melakukan penyesuaian ukuran yang ditentukan, hingga proses pengelasan dan menyatukan bahan dengan baut untuk penyambungan bahan. Model Kincir air yang dikerjakan merupakan kincir air dengan tipe *undershoot* dengan material utama berupa pipa galvanis, pipa galvanis dipilih karena mempunyai daya tahan yang lebih tangguh terhadap air dan tidak mudah berkarat. Kincir air dibuat dengan diameter luar 2,5m kincir sengaja dibuat dengan diameter panjang agar mampu mengangkat air dari sungai yang letaknya lebih rendah daripada lokasi taman. Dayung kincir air dan drum sebagai pengangkut air dibuat menggunakan bahan plat *stainless*, dimana plat ini memiliki ketahanan yang kuat dan tentunya ringan sehingga tidak terlalu menambah beban pada kincir air. semua bahan baku di atas dirakit sedemikian rupa menggunakan teknik las. untuk pipa galvanis dilakukan teknik *roll* untuk membentuk pipa menjadi lingkaran. [Gambar 6](#) berikut merupakan pengelasan kerangka kincir air dari bahan baku besi.



Gambar 6. Proses Pengelasan Kincir Air

### 3.5. Penyetingan Kincir Air

Penyetingan dilakukan dengan memasang kincir air kemudian mengatur posisi as kincir sehingga berada di posisi terbaik agar kincir dapat berputar secara maksimal. Proses penyetingan kincir air pada sungai yang dipasang dengan memperhatikan arah arus air pada sungai tersebut. Yang mana arah arus air dan pemasangan kincirnya harus satu arah. [Gambar 7](#) berikut merupakan pemasangan kincir air yang telah melalui proses pengelasan.



Gambar 7. Proses Penyetingan Kincir Air

### 3.6. Penentuan dan Pembuatan Lokasi Bak Penampung Air

Lokasi bak penampung air dibuat berdasarkan posisi jatuhnya air dari kincir air tersebut ([Gambar 8](#) dan [Gambar 9](#)). bak air dibuat dengan ukuran panjang 52cm, lebar 23cm, dan tinggi 60cm. Berdasarkan ukuran bak penampung air dapat diketahui jumlah air yang dapat di tampung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 V &= P \times L \times T \\
 &= 52 \times 23 \times 60 \\
 &= 71.760 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$



Gambar 8. Proses Pembuatan Bak Air



Gambar 9. Proses Pembuatan Bak Air

Jadi jumlah air yang dapat ditampung pada bak penampungan sebanyak 7.176 liter.

### 3.7. Evaluasi

Evaluasi disini dilakukan guna mengetahui apakah kincir air tersebut telah bekerja secara maksimal, kemudian kekurangan - kekurangan pada kincir air dapat disempurnakan kembali.

## 4. Simpulan

Desa Gumpang berada di Kecamatan Kartasura Kabupaten Sukoharjo Provinsi Jawa Tengah memiliki taman desa yang digunakan sebagai ruang publik dimana dulunya masyarakat memanfaatkan air sungai yang terletak berdekatan dengan lokasi taman sebagai sarana irigasi, akan tetapi masyarakat masih menggunakan cara manual berupa menimba air dari sungai yang letaknya lebih rendah dibandingkan lokasi taman. Kondisi ini menginisiatif pembangunan kincir air sederhana yang memanfaatkan arus sungai untuk pergerakan pada roda kincir air yang kemudian menggerakkan kincir air tersebut untuk menaikkan air sungai yang kemudian ditampung pada bak penampungan yang letaknya sejajar dengan lokasi taman. Kincir air disini diharapkan mampu membantu masyarakat dalam irigasi taman yang lebih efisien, selain itu diharapkan pembuatan kincir air ini dapat menjadi contoh masyarakat dari daerah lain untuk dapat memanfaatkan sungai yang ada di daerah mereka dengan lebih baik. Sehingga masyarakat tersebut dapat merasakan manfaat dari kincir air tersebut untuk kehidupan sehari - hari.

## 5. Persantunan

Terima kasih terhadap pihak-pihak yang sudah membantu dan mendukung dalam menyelesaikan pengabdian masyarakat dengan pembuatan kincir air yang dilakukan di Desa Gumpang, Kecamatan Kartasura, Kabupaten Sukoharjo. Kami juga berterima kasih kepada Bapak Dr. Chorul Amin S.Si., M.M. selaku pembimbing program Pengabdian Masyarakat yang dilaksanakan oleh Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta. Kami juga berterima kasih kepada bapak Imam selaku tokoh masyarakat dan masyarakat Desa Gumpang yang telah memberikan izin dan ikut berpartisipasi dalam pembuatan kincir air.

## 6. Referensi

- Arief, B. B. (2014). Perancangan dan Pembuatan Kincir Air yang Diterapkan Paa Air Terjun Mingir. Yogyakarta: UGM Teknik Mesin.
- Elfiano, E., Hastuti, K., & Dinata, A. (2017). Pembuatan Kincir Air Untuk Pembangkit Listrik Dengan Pemanfaatan Arus Air Sungai Rokan Di Desa Rantau Binuang Sakti Kabupaten Rokan Hulu Provinsi Riau. *Jurnal Pengabdian UntukMu NegeRI*, 1(2), 80-85.
- Hafidh, A. S., George, E. K., & Sryang, T. S. (2018). Perancangan dan Pembuatan Kincir Air Type Overshot Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. In *Proceedings of National Conference on Piping Engineering and Its Application*. 3(1), 145-150.
- Sule, L., & Timbayo, E. S. (2012). Analisa Performance Roda Air Arus Bawah Untuk Sudu Plat Datar Dengan Variasi Jumlah Sudu Laju. *Prosiding Hasil Penelitian Fakultas Teknik*, 6.
- Wibawa, U., Santoso, H., & Dharmayana, I. G. A. (2014). Perancangan kincir air pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) desa bendosari kecamatan pujon kabupaten malang. *Jurnal Elektro*, 7(1), 45-58.
- Wibawa, U. 2001. *Sumber Daya Energi Alternatif*. Malang: Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Wong, I. L. K., Buku, A., Latupeirissa, J. E., & Tiyow, H. C. P. (2019). Analisis Unjuk Kerja Kincir Air Undershot Di Desa Saluputti. In *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)*. 4(1), 177-180.



© 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC-BY-NC-ND) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).