

Implementasi Pembangkit Listrik Hidro Vortex pada Aliran Sungai Sebagai Upaya Penyediaan Energi Mandiri di Bumi Perkemahan Jeongmara Campuhan

Prabuditya Bhisma Wisnu Wardhana ^{1*}, Yeddid Yonatan Eka Darma ²,
Agung Fauzi Hanafi ³, Mega Lazuardi Umar ⁴,
I. G. N. A. Satria Prasetya D. Y. ⁵, Rochmad Eko Prasetyaning Utomo ⁶

^{1, 3, 4} Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Banyuwangi

^{2, 5, 6} Program Studi Teknik Manufaktur Kapal, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Banyuwangi

* prabuditya@poliwangi.ac.id

Abstrak

Pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk menggagas kecintaan lingkungan di Bumi Perkemahan Jeongmara melalui pemanfaatan teknologi Hydro Vortex dari aliran sungai sebagai aplikasi energi mandiri. Dalam upaya meningkatkan kesadaran lingkungan dan mengedukasi para petugas perkemahan serta peserta berkemah, kegiatan pengabdian ini melibatkan pelatihan intensif tentang teknologi Hydro Vortex. Tim pengabdian menyampaikan informasi mengenai potensi energi yang dapat dihasilkan dari aliran sungai, serta bagaimana penerapan teknologi ini dapat berdampak positif pada lingkungan dan kemandirian energi perkemahan. Selain itu, tim pengabdian akan membantu dalam pengadaan dan instalasi sistem Hydro Vortex di Bumi Perkemahan Jeongmara untuk membuktikan konsep energi berkelanjutan. Langkah-langkah praktis dan panduan teknis diberikan kepada petugas perkemahan agar mereka dapat memelihara dan mengoperasikan sistem tersebut dengan efisien dan aman. Dalam jangka panjang, diharapkan keberadaan teknologi Hydro Vortex di Bumi Perkemahan Jeongmara dapat menjadi contoh inspiratif bagi perkemahan lain maupun masyarakat sekitarnya dalam mengadopsi energi terbarukan untuk meningkatkan keberlanjutan dan mengurangi dampak negatif pada lingkungan. Selain itu, pengabdian masyarakat ini dapat memberikan manfaat sosial, ekonomi, dan lingkungan dengan menyediakan energi mandiri yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan perkemahan serta mendukung upaya pelestarian alam.

Kata Kunci: *Implementasi, Pembangkit Listrik, Hydro Vortex, Jeongmara*

Pendahuluan

Bumi Perkemahan Jeongmara yang terletak di Desa Sragi, Kecamatan Songgon, Kabupaten Banyuwangi telah menjadi destinasi favorit bagi para pecinta alam dan penggemar kegiatan luar ruangan. Pemilihan nama “Jeongmara” diambil dari Bahasa Sansekerta yang artinya pertemuan. Jeongmara diresmikan oleh Wakil Bupati Banyuwangi sebagai tempat Kepanduan/Bumi Perkemahan pada tanggal 28 Februari 2022

<https://madaniya.biz.id/journals/contents/article/view/1262>

(Kabaroposisi.net, 2022). Salah satu daya tarik utama Bumi Perkemahan Jeongmara adalah kondisi alamnya yang indah, dilengkapi dengan aliran sungai yang jernih mengalir di sekitar area perkemahan. Sungai ini tidak hanya menambah keasrian lokasi, tetapi juga menjadi sumber air bagi pengunjung dan penduduk setempat. Secara keseluruhan, proyeksi konsumsi energi listrik di Kabupaten Banyuwangi tahun 2014-2028 mencapai 1.863 GWh, meningkat sebesar 190 % dibandingkan konsumsi tahun 2013 sebesar 641,234 GWh (Tanoto & Handoyo, 2015). Ketergantungan ini tidak hanya kurang ramah lingkungan, tetapi juga menimbulkan biaya operasional yang tinggi, sehingga perlu dicarikan solusi yang lebih berkelanjutan.

Salah satu teknologi yang sesuai untuk kondisi aliran sungai di Jeongmara adalah *Hydro Vortex Turbine*. Teknologi ini ideal diterapkan di sungai dengan perbedaan elevasi rendah, seperti di Jeongmara, karena mampu memanfaatkan aliran air secara efisien untuk menghasilkan listrik (Darma & Wardhana, 2020) (Suarda, Sucipta, Wahyuni, & Dewi, 2023). Jika melihat dari struktur tanah dan kondisi di lapangan, pengembangan teknologi mikrohidro dengan konsep *hydro vortex* ini adalah solusi yang paling tepat untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Seperti yang kita pahami bersama bahwa *hydro vortex* ini hanya memerlukan beda ketinggian yang cukup rendah sekitar 0,7-3 meter, atau sebagai contoh ketinggian 2,6 meter bisa menghasilkan listrik sekitar 250 Watt (Prabowo, B, Nazori, & Gata, 2018). Dengan memanfaatkan energi kinetik dari aliran sungai, *Hydro Vortex Turbine* menawarkan solusi berkelanjutan untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil sekaligus menjaga kelestarian alam. Implementasi teknologi ini dapat menjadi langkah strategis dalam mewujudkan kemandirian energi di kawasan perkemahan tersebut. Beberapa daerah di Kabupaten Banyuwangi juga sudah menerapkan teknologi ini dikarenakan kehandalan dan mudah dalam perawatannya (Darma, Sani, Hanafi, & Putra, 2023) (Liliyanti, Hanafi, & Darma, 2024). Sebagai bentuk dukungan nyata pihak akademisi kepada masyarakat, staf akademik Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Banyuwangi mengadakan kegiatan pengabdian masyarakat. Kegiatan ini meliputi sosialisasi, pelatihan, dan pendampingan dalam penerapan *Hydro Vortex Turbine* sebagai sumber energi alternatif.

Melalui pendekatan partisipatif, tim pengabdian berupaya memberdayakan masyarakat dan pengelola Jeongmara untuk memahami serta mengelola teknologi ini secara mandiri. Harapannya, kolaborasi ini tidak hanya memberikan solusi energi, tetapi juga meningkatkan kesadaran akan pentingnya inovasi ramah lingkungan. Melalui pengabdian masyarakat ini, penulis berkomitmen menciptakan lingkungan perkemahan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Keberhasilan penerapan *Hydro Vortex Turbine* di Jeongmara diharapkan dapat menjadi model bagi komunitas lain dalam mengadopsi energi terbarukan. Selain itu, inisiatif ini juga sejalan dengan upaya global dalam mengurangi emisi karbon dan menjaga keberlanjutan lingkungan. Dengan demikian, pengabdian ini tidak hanya bermanfaat secara lokal, tetapi juga berkontribusi pada tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) di tingkat nasional maupun global.

Metode Pelaksanaan

Kegiatan pengabdian dilaksanakan pada bulan November 2023 yang dilakukan oleh enam dosen Jurusan Teknik Mesin dengan melibatkan beberapa mahasiswa menggunakan

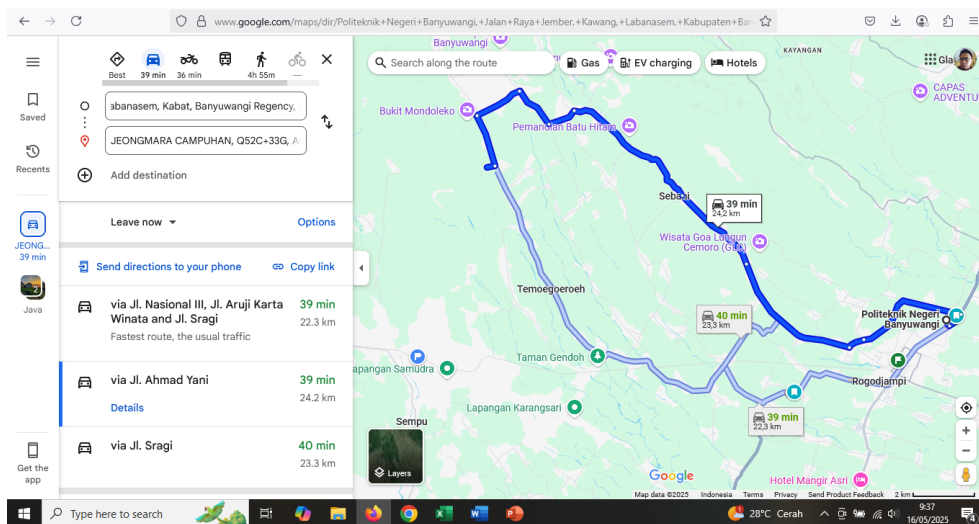
metode pembelajaran *Project Based Learning*. Lokasi kegiatan pengabdian ini berada di Bumi Perkemahan Jeongmara Campuhan yang berada di Desa Sragi, Kecamatan Songgon, Kabupaten Banyuwangi. Tempat ini memiliki potensi energi yang berlimpah dan belum dimanfaatkan secara maksimal yaitu adanya aliran sungai yang mengalir deras meskipun dangkal.



(a) Bumi Perkemahan Jeongmara

(b) Potensi Energi di Jeongmara

Gambar 1. Lokasi Kegiatan Pengabdian



Gambar 2. Peta Lokasi Mitra (Jarak Lokasi Mitra dengan Politeknik Negeri Banyuwangi : 23 Km)

Mitra kegiatan yang dipilih untuk pengabdian ini adalah Bumi perkemahan Jeongmara Campuhan dengan alasan bahwa tempat ini adalah tempat kepramukaan bukan sebagai tempat/destinasi wisata. Tempat ini tidak memungut biaya untuk tiket masuk. Biaya operasional tempat ini didapatkan dari sumbangan pengunjung, program CSR perusahaan, pemerintah desa, dan pemerintah Kabupaten Banyuwangi. Jika tidak ada bantuan dari pihak external, pengelola merasa kesulitan untuk operasional sehari-hari dalam mengelola lahan yang luas karena dalam sekali kegiatan perkemahan, jumlah orang yang berkemah bisa ratusan hingga ribuan orang. Metode pengabdian yang dipilih pada kesempatan ini adalah implementasi teknologi inovatif berupa pembangkit listrik *Hydro Vortex* untuk penerangan jalan dan penyediaan air bersih di Bumi Perkemahan Jeongmara

Campuhan. Indikator keberhasilan pada kegiatan pengabdian ini adalah terpasangnya sistem *Hydro Vortex* yang mampu menyediakan listrik untuk penerangan jalan dan mampu mendukung penyediaan air bersih di area perkemahan. Metode evaluasi untuk mengukur ketercapaian indikator keberhasilan pada kegiatan pengabdian ini adalah dengan cara uji coba *off-grid* pada sistem *Hydro Vortex*.

Hasil dan Pembahasan

Kegiatan implementasi pembangkit listrik hidro vortex pada aliran sungai telah dilaksanakan dengan berbagai bentuk kegiatan, antara lain diskusi mengenai titik-titik penerangan jalan desa dengan perangkat desa yang berwenang, pembuatan vortex system, uji coba *off grid*, pembuatan turbine (Extended Kaplan Turbine), percobaan skala laboratorium, uji coba *on grid*. Adapun keluaran yang dicapai (output) adalah sebagai berikut:

Diskusi Titik Penentuan Lokasi

Diskusi ini ditujukan untuk mengetahui titik letak penerangan yang akan di lakukan, di rencanakan sebanyak 3 titik awal untuk permulaan kegiatan sembari melihat hasil uji coba yang akan di lakukan nanti, pada dasar nya masyarakat desa sangat berharap adanya penerangan waktu malam hari di jalan desa mereka (Gambar 3).



Gambar 3. Diskusi Titik Lokasi

Pembuatan Vortex Sistem

Pembuatan Vortex System ini didasari oleh hasil penelitian penulis di mana perbandingan yang terbaik untuk komposisi inlet dan diameter chamber adalah 1 : 5.74 sedangkan untuk penentuan material yang dipilih, penulis menggunakan material resin dan *matte* dengan penguatan kerangka menggunakan material Fiber Glass, hal ini dilakukan untuk menghindari karat pada *hydro vortex chamber system*. (Gambar 4). Pembuatan Vortex System ini menggunakan outlet berdiameter 22 cm untuk memaksimalkan torsi yang diterima oleh turbin. (Gambar 5).



Gambar 4. Hydro Vortex System Chamber



Gambar 5. Hydro Vortex System Chamber (Outlet)



Gambar 6. Hydro Vortex System Chamber (Off Grid Test)

Uji Coba Off Grid

Uji coba *off grid* ini dilakukan guna melihat kondisi *chamber vortex* yang sudah di buat apakah mampu menahan air sungai yang ada di kecamatan songgon juga menentukan desain turbin yang tepat guna memanfaatkan arus sungai sehingga penulis bisa dengan tepat mendesain turbine yang sesuai dengan karakteristik sungai. (Gambar 6). Dari hasil uji coba *off grid* ini ditemukan beberapa kendala seperti kurang kokohnya beberapa titik dari *chamber vortex* ini, tinggi *chamber* perlu di tambah dan pengaturan inlet air yang harus di lakukan, sehingga nantinya turbin air dapat bekerja secara maksimal mengkonversi energi.

Pembuatan Turbine (Hydro Vortex Turbine)

Turbin ini sengaja di rancang untuk dapat memanfaatkan aliran air yang berada di bawah *chamber* karena target (*Revolutions per Minute*) RPM yang diinginkan penulis adalah sekitar 200 RPM untuk *direct drive*, sedangkan untuk masalah torsi bisa di atasi dengan banyak nya debit air yang masuk kedalam *chamber* sehingga dengan karakteristik turbin yang seperti Gambar 4.5 akan dapat memberikan RPM yang diinginkan, karena nantinya RPM ini akan ditingkatkan menjadi + 1000 RPM dengan bantuan *gear set*. Turbine ini memiliki karakterisik yang sesuai dengan kondisi *environmental* sungai dimana turbin ini berputar mengandalkan arus bawah vortex sehingga turbine ini akan berputar lebih cepat dibandingkan dengan jenis turbin yang mengandalkan arus tengah vortex. Karena turbin ini mengandalkan arus bawah vortex, maka torsi yang di hasilkan akan lebih rendah jika di bandingkan dengan turbin yang menggunakan arus tengah sebagai gaya dorong nya.



Gambar 7. Design of Extended Kaplan Turbine

Uji Coba di Sungai

Uji coba sungai ini dilakukan di kecamatan songgon, tempat mitra kami berada. Percobaan ini dilakukan selama kurang lebih 3 jam untuk melihat apakah ada kendala yang signifikan dari sistem yang telah kami terapkan. Adapun set up kami pada saat uji coba sungai ini adalah sebagai berikut: Generator (Max Power 500 Watt); Dummy Load ; Watt & Ampere Meter. Adapun set up dari uji coba di sungai ini dapat dilihat pada Gambar 8. Dari data pembebanan yang di dapatkan pada uji coba ini adalah, sistem ini mampu

menghasilkan daya sebesar +/- 36 watt secara terus menerus selama 3 jam dengan kecepatan yang konstan sekitar 1320 RPM (Gambar 9). Berdasarkan hasil uji coba, mekanisme cara kerja turbin hidro vortex yang dihasilkan pada kegiatan pengabdian ini sesuai dengan perancangan dimana kekuatan aliran vortex dipengaruhi oleh tekanan pada lubang dasar tangki dan kecepatan air pada titik masuk yang menjadi energi potensial, selanjutnya energi ini diubah menjadi energi kinetik dan akan dialirkan melalui turbin vertikal (Rinanda & Permatasari, 2018).



Gambar 8. Set Up Uji Coba On Grid



Gambar 9. Daya yang dihasilkan pada Uji Coba di sungai

Kesimpulan

Kegiatan pengabdian masyarakat ini berhasil memperkenalkan teknologi Hydro Vortex Turbine sebagai solusi energi terbarukan di Bumi Perkemahan Jeongmara. Inovasi baru yang diterapkan adalah pemanfaatan aliran sungai dengan elevasi rendah untuk menghasilkan listrik, di mana generator yang digunakan mampu menghasilkan daya sebesar 36 watt, dengan potensi peningkatan lebih besar melalui optimisasi sistem.

Manfaat bagi masyarakat terlihat dari antusiasme warga yang turut bahu-membahu membantu pelaksanaan program, menunjukkan dukungan kuat terhadap transisi energi ramah lingkungan. Secara teoritik, kegiatan ini berkontribusi dalam pengembangan aplikasi teknologi mikrohidro di daerah dengan topografi spesifik, memperkaya referensi teknik mesin terapan. Sebagai rekomendasi untuk kegiatan selanjutnya, perlu dilakukan peningkatan kapasitas generator serta pendampingan lebih intensif kepada masyarakat dalam hal perawatan sistem. Selain itu, kolaborasi dengan pemerintah setempat dan pihak swasta dapat diperkuat untuk memperluas implementasi teknologi serupa di lokasi lain. Dengan demikian, dampak positif dari pengabdian ini dapat berkelanjutan dan semakin mendorong kemandirian energi di wilayah Banyuwangi.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh pihak dan *stakeholder* yang terlibat dan mendukung kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini hingga terselenggara dengan baik dan tanpa kekurangan suatu apa pun. Terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Banyuwangi yang telah mendukung pendanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini melalui Hibah Internal skema Pengabdian Masyarakat dengan nomor kontrak 6361/PL36/AL.04/2023. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada mitra pengelola bumi perkemahan Jeongmara yang telah berkenan menjadi subjek dalam kegiatan ini.

Referensi

(2022, Maret 1). Retrieved from Kabaroposisi.net:

<https://kabaroposisi.net/2022/03/01/wabup-resmikan-bumi-perkemahan-jeongmara-campuhan-tutup-acara-pesona-negeri-para-pramuka/>

Darma, Y. Y., & Wardhana, P. B. (2020). Energi Hydro Vortex Dalam Upaya Peningkatan Produktivitas Masyarakat serta Penerangan Jalan Desa di Desa Songgon Kecamatan Songgon Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (DIKEMAS)*, 32-36.

Darma, Y. Y., Sani, W., Hanafi, A. F., & Putra, A. P. (2023). Utilization Of Hydro Vortex Energy In Watershed Conservation Efforts and Increasing Community Nutrition Through The Fisheries Sector and Educational Tourism in Songgon. *International Journal Of Community Service*, 115-120.

Liliyanti, M. A., Hanafi, A. F., & Darma, Y. Y. (2024). Efisiensi pengembangan usaha akuakultur melalui pemanfaatan pompa air bertenaga turbin hidro vortex di desa Tambong kabupaten Banyuwangi. *SELAPARANG : Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 452-458.

Prabowo, Y., B, S., Nazori, & Gata, G. (2018). Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) pada Saluran Irigasi Gunung Bunder Pamijahan Bogor. *Jurnal Ilmiah FIFO*, 41-52.

Rinanda, V., & Permatasari, R. (2018). Optimasi Desain Turbin Air Tipe Vortex dengan 5 Variasi Jumlah Sudu terhadap Efisiensi. *Seminar Nasional Cendekiawan ke 4* (pp. 785-790). Jakarta: Lembaga Penelitian Universitas Trisakti.

- Suarda, M., Sucipta, M., Wahyuni, N. P., & Dewi, N. K. (2023). Kajian Parameter Optimal Desain Turbin Vortex pada Head Sangat Rendah. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi (SENASTEK)* (pp. 186 - 191). Kuta: LPPM Universitas Udayana.
- Tanoto, Y., & Handoyo, E. A. (2015). Potensi Energi Panas Bumi di Kabupaten Banyuwangi : Studi Awal Model Perencanaan Penyediaan Energi Listrik Jangka Panjang. *Seminar Nasional ke – 9 : Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi* (pp. 41-45). Yogyakarta: Sekolah Tinggi Teknologi Nasional.