

Pompa Air Hemat Energi dan Ramah Lingkungan menggunakan Kincir sebagai Tenaga Penggerak

Jamrud Aminuddin¹, Sunardi², Mukhtar Effendi³, Wihantoro⁴, Aris Haryadi⁵

jamrud.aminuddin@unsoed.ac.id¹, sunardi1507@unsoed.ac.id²,
mukhtar.effendi@unsoed.ac.id³, wihantoro@unsoed.ac.id⁴,
aris.haryadi@unsoed.ac.id⁵

^{1,2,3,4}Universitas Jenderal Soedirman

Abstract: *A water pump with a wheel as the driving force has been successfully realized in Plana Village, Banyumas Regency, Central Java Province. This activity was carried out with the fish cultivator group, namely Tirta Lestari. The group uses the flow of the Serayu River as a water source for irrigating fish ponds. The position of the fish pond is about 5-6 meters higher than the river flow, so the water removal process is carried out using a water pump. Since the position of the fish pond is very far from electricity, the only solution for water supply is to use an engine-powered water pump so that the group's profits have yet to be maximized. Therefore, the water pump is a development of the research results and service carried out at the Physics Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Jenderal Soedirman. In this activity, small-scale water pump design will be socialized as a pilot for the group to be developed on a large scale. The partner group enthusiastically welcomed the pump successfully realized because the design was simple and easy to make.*

Keywords: *Plana, pump, river, UNSOED, electricity*

Pendahuluan

Desa Plana, Kecamatan Somagede, Kabupaten Banyumas terletak di arah tenggara kota Purwokerto, Provinsi Jawa Tengah. Lokasi tersebut berjarak sekitar 25 km dari Kampus Unsoed melewati jalan desa. Berhubung jalan tersebut melewati beberapa desa dalam wilayah Kecamatan Somagede, dengan jalan yang relative kecil, maka waktu tempuh dari Kampus UNSOED sekitar 45 menit. Di Desa Plana terdapat sebuah kelompok usaha peternakan ikan air tawar yang sudah resmi terdaftar pada notaris pada Tanggal 04-08-2020 dengan nama Kelompok Pembudidaya Ikan Tirta Lestari Plana. Pada Gambar 1 diperlihatkan

profil singkat kelompok tersebut beserta kondisi kolam ikan yang dikelola kelompok bentukan Pemerintah Desa Plana.



Gambar 1. Profil kolam ikan Kelompok Pembudidaya Ikan Tirta Lestari Plana.

Berdasarkan observasi awal di lokasi tersebut diketahui bahwa kelompok tersebut memanfaatkan tanah milik Pemerintah Desa Plana yang berdekatan dengan aliran Sungai Serayu. Posisi kolam ikan berada pada ketinggian sekitar 5 meter dari permukaan aliran sungai. Kelompok tersebut memanfaatkan air hujan untuk pengairan pada musim hujan dan aliran Sungai Serayu pada musim kemarau. Selain kolam ikan, Pemerintah Desa Plana juga sedang membina kelompok petani jambu batu di lokasi tersebut, namun masih terkendala dengan pengangkatan air dari aliran Sungai Serayu di musim kemarau.

Sejak terbentuknya Kelompok Pembudidaya Ikan Tirta Lestari Plana pada awal Tahun 2019, kelompok ini sudah panen sebanyak 2 (dua) kali. Dari keterangan beberapa pengurus intinya, keuntungan bisa mencapai 50% dari modal operasional yang digunakan, tetapi tidak dihitung berdasarkan semua permodalan. Permodalan berupa sewa tanah, pengadaan terpal, dan pengadaan benih ikan semuanya mendapatkan bantuan dari Pemerintah Desa Plana dan Dinas Perikanan Kabupaten Banyumas. Biaya operasional yang diadakan sendiri oleh kelompok tersebut adalah pakan ikan, pengadaan pompa mesin, dan bahan bakar mesin.



Gambar 2. Sumber aliran air dari Sungai Serayu.

Setelah mempertimbangkan permasalahan yang dihadapi kelompok tersebut maka direncanakan sebuah kegiatan alih teknologi berupa pompa air yang tenaga penggerakya berupa kincir yang didorong aliran sungai. Kegiatan akan dilaksanakan dalam bentuk sosialisasi cara pembuatan pompa dengan menerapkan hasil penelitian dan pengabdian yang telah dilaksanakan di Jurusan Fisika FMIPA Unsoed (Aminuddin dkk 2019a,b). Kegiatan ini akan dilaksanakan dengan menganalisa kemampuan kondisi aliran Sungai Serayu yang akan digunakan sebagai sumber air dan sumber gaya dorong untuk memutar kincir. Gaya dorong tersebut akan dikaji ulang keseimbangannya untuk memutar kincir dan konverter energi yang terdiri atas beberapa roda. Konverter energi merupakan bagian penting pada pompa untuk mengubah energi aliran sungai menjadi energi mekanik untuk memutar kincir sebagai tenaga penggerak pompa (Aminuddin dkk 2020a,b). Kegiatan ini bertujuan untuk mentransformasi teknologi sederhana kepada Kelompok Pembudidaya Ikan Tirta Mandiri Plana. Setelah kegiatan ini, kelompok tersebut diharapkan mampu merawat dan mengembangkan pompa air dengan kincir sebagai tenaga penggerak.

Metode

Proses yang dilakukan dalam pemindahan air dari posisi yang lebih rendah ke posisi yang lebih tinggi umumnya yang dilakukan selama ini adalah memanfaatkan tenaga mesin untuk menggerakkan pompa air. Cara tersebut memerlukan biaya tambahan dalam bentuk pengadaan bahan bakar mesin sehingga memerlukan dana operasional tambahan. Salah satu fenomena yang sering ditemukan adalah proses pengangkatan aliran sungai ke posisi

yang lebih tinggi untuk pengairan area sawah (Suarda, 2010; Cahyanta and Mandagi, 2011; Alkarrami et.al, 2020). Solusi yang ditawarkan untuk permasalahan tersebut adalah pemanfaatan pompa air dengan memanfaatkan pompa hidram (Suryawan dkk, 2009; Suyatno, 2008; Hussin et.al, 2017).

Perancangan dan realisasi pompa air dalam kegiatan ini dikembangkan berdasarkan cara kerja penggerak pompa air yang digerakkan dengan tenaga mesin dan tenaga listrik. Dalam proses perancangan kincir sebagai alat penggerak utama pompa ini dikembangkan dari prinsip kerja turbin untuk memutar generator listrik PLTA skala kecil (Soekarno dkk, 2002; Alexander and Giddens, 2008, Aminuddin et al, 2020a,b). Berdasarkan prinsip kerja turbin untuk pembangkit listrik tenaga air (PLTA) *mikro-hidro* dan *pico-hidro*, pompa air dalam bentuk piston dianggap sebagai komponen yang digerakkan oleh kincir seperti generator listrik yang digerakkan oleh hubungan roda-roda yang dikenal dengan istilah konverter energi (*energy converter*). Kecepatan putaran kincir dan beberapa roda untuk memutar pompa air dianalisis berdasarkan kecepatan radial semua roda penggerak yang digunakan dalam sistem konverter (Aminuddin, et.al, 2019a,b; Sunardi et.al, 2021).

Pompa air yang digerakkan menggunakan kincir dalam skala kecil merupakan pengembangan hasil penelitian dan pengabdian sebelumnya. Pengadaan alat dan bahan lainnya di lapangan didukung pemerintah dan masyarakat dalam bentuk in-kind. Berdasarkan kesepakatan dengan mitra, proses pengerjaan yang tidak membutuhkan keterampilan khusus dibantu anggota mitra. Proses pengerjaan yang membutuhkan keterampilan khusus seperti pengelasan beberapa peralatan dibantu oleh teknisi dari Jurusan Fisika FMIPA UNSOED.

Pembahasan

Dalam kegiatan ini telah berhasil dikembangkan sebuah pompa air hemat energi dan ramah lingkungan yang menggunakan kincir sebagai instrumen penggerak. Dalam hal pemanfaatan pompa pada sumur yang sangat dalam mutlak menggunakan tenaga mesin karena dibutuhkan putaran dengan kecepatan sangat besar. Untuk itu, dalam kegiatan ini hanya terbatas pada perancangan pompa untuk mengangkat air yang bersumber dari aliran sungai. Aliran Sungai Plana sebagai anak Sungai Serayu di Kabupaten Banyumas Provinsi Jawa

Tengah dimanfaatkan selain sebagai sumber air juga sebagai tenaga penggerak pompa. Pompa air dengan memanfaatkan kincir air pada penelitian sebelumnya merupakan hasil modifikasi pompa jet (Aminuddin et.al, 2019a,b) dan pompa hidram (Sunardi et.al, 2021). Selain itu, pompa ini dikembangkan berdasarkan konsep dari referensi lainnya (Suarda, 2010; Cahyanta & Mandagi, 2011; Alkarrami et al. 2020).

Pompa air dengan model piston yang telah dikembangkan di Jurusan Fisika FMIPA UNSOED terbukti mampu mengangkat air dari posisi 5-6 m di bawah permukaan kolam ikan milik kelompok pembudidaya ikan Tirta Lestari Desa Plana, Kecamatan Somagede, Kabupaten Banyumas, Provinsi Jawa Tengah. Pengujian seluruh komponen pompa telah dilakukan pada beberapa kondisi aliran sungai yang dikelompokkan menjadi tiga kategori. Nilai rata-rata laju aliran sungai adalah 1.05, 0.86, dan 0.62 m/s yang masing-masing diklasifikasikan sebagai kategori kecepatan tinggi, sedang, dan rendah. Dari kondisi aliran tiga sungai (v), kinerja pompa telah diverifikasi untuk berbagai ketinggian di mana air dapat dinaikkan (h). Ketinggian yang dipilih dalam pengujian pompa ini adalah 3, 4, 5, dan 6 m. Volume air yang dapat diangkat pada setiap satuan waktu juga diukur bersama dengan kecepatan jari-jari seluruh roda ($\theta_1, \theta_2, \theta_3$) secara bersamaan. Tabel 1 menunjukkan nilai rata-rata proses pengukuran untuk kondisi aliran sungai tercepat. Waktu dalam satuan sekon menunjukkan berapa waktu yang dibutuhkan untuk menampung air sebanyak 1 liter. Skema dan bentuk pompa air dengan kincir sebagai tenaga penggerak model hidram diperlihatkan pada Gambar 3. Kegiatan instalasi dan sosialisasi penggunaan pompa diperlihatkan pada Gambar 4.

Tabel 1. Hasil pengujian unjuk kerja air sungai dengan kecepatan 1,05 m/s.

Ketinggian (m)	Laju angular roda (kg/m)			Waktu (s)	Volume air (L/s)
	θ_1	θ_2	θ_3		
3	16,80	25,21	19,45	11,57	0,09
4	18,20	26,64	20,60	16,53	0,07
5	17,70	25,60	20,76	17,00	0,06
6	16,48	24,14	20,48	18,27	0,05



Gambar 3. Skema dan bentuk rill pompa air dengan kincir sebagai tenaga penggerak.

Prinsip kerja pompa ini dimulai dari konversi energi potensial aliran sungai menjadi energi mekanik untuk memutar kincir yang dalam sistem ini dianggap sebagai roda-1 (roda pertama). Kincir tersebut terdiri atas 9 sudu untuk memudahkan aliran sungai mendorong secara kontinu. Selanjutnya, kincir tersebut dihubungkan secara seporos dengan roda kedua (roda-2) yang terhubung secara serantai dengan roda ketiga (roda-3). Untuk meringankan beban putaran kincir, roda-3 dihubungkan secara seporos dengan roda-4 untuk memutar roda-5 yang terhubung langsung dengan piston untuk memompa air. Proses pengangkatan air dilakukan melalui pergerakan piston yang terhubung langsung dengan pipa penghisap pada posisi aliran sungai. Pada bagian piston juga terdapat bagian yang terhubung dengan pipa pembuangan sebagai komponen untuk memindahkan air dari posisi yang lebih rendah ke posisi yang lebih tinggi.



Gambar 4. Pompa air dengan kincir sebagai tenaga penggerak yang telah dimanfaatkan kelompok pembudidaya ikan Tirta Lestari Plana.

Pompa air ini telah diuji pada aliran air dengan gaya dorong yang relatif rendah sampai tinggi dengan debit air 0,05-0,09 Liter/sekon. Debit air tersebut tampak masih sangat rendah jika dibandingkan dengan debit yang dihasilkan pompa air dengan tenaga mesin dan tenaga listrik dengan perbandingan sampai 24 kali. Pompa air ini dapat bekerja secara terus menerus sehingga dibutuhkan waktu 24 jam untuk mengangkat air dengan volume yang sama dengan pompa mesin selama 1 jam. Secara teknis, pompa air yang telah direalisasikan dalam kegiatan ini lebih memudahkan karena desainnya sederhana dan dapat dibuat dari bahan bekas yang masih layak pakai. Secara ekonomis, pompa ini juga lebih menguntungkan bagi mitra dalam kegiatan ini, karena tidak membutuhkan biaya tambahan khususnya pengadaan bahan bakar mesin.

Kesimpulan

Kegiatan alih teknologi telah dilakukan di Desa Plana Kecamatan Somagede, Kabupaten Banyumas, Provinsi Jawa Tengah. Dalam kegiatan ini telah dilaksanakan sosialisasi dan realisasi pompa air yang digerakkan melalui putaran kincir yang didorong aliran sungai. Pompa ini terbukti mampu mengangkat air pada ketinggian 5-6 meter dengan aliran laju

aliran sungai sekitar 1-2 m/s. Debit air yang dihasilkan lebih kecil dari pompa yang digerakkan dengan mesin tetapi lebih ekonomis karena pompa ini akan terus beroperasi sepanjang aliran sungai masih mampu mendorong kincir. Kegiatan ini dilaksanakan bersama kelompok pembudidaya Ikan Tirta Lestari. Pompa yang berhasil direalisasikan disambut antusias kelompok mitra karena desainnya sederhana dan muda dibuat. Dengan adanya kegiatan ini, pemerintah Desa Plana akan menyiapkan bantuan dana untuk mendesain pompa dengan dimensi yang lebih besar

Ucapan Terima Kasih

Kegiatan ini terlaksana atas dukungan dana dari LPPM Unsoed dalam bentuk Hibah kompetitif skema PKM berbasis Riset Berdasarkan SK Rektor Unsoed No: 1182/UN23/HK.02/2021 dengan Nomor Kontrak: T/1009/UN23.18/PM01.01/2021. Untuk itu, kami sebagai tim pelaksana kegiatan mengucapkan terima kasih atas dukungan dana dari LPPM UNSOED.

Daftar Pustaka

- Alexander, K.V, & Giddens, E.P. (2008). Optimum Penstocks for Low Head Micro Hydro Schemes, *Renewable Energi*, 33(3): 507-519.
- Alkarrami, F., Iqbal, T., Pope, K., & Rideout, G. (2020). Dynamic Modelling of Submersible Pump Based Solar Water-Pumping System with Three-Phase Induction Motor Using MATLAB. *J. of Power and Energy Engineering*, 8:20-64. <https://doi.org/10.4236/jpee.2020.82002>
- Aminuddin J, Effendi, M., Nurhayati, Widiyani, A., & Sunardi. (2019a). Application of Euler-Lagrange Formalism and Solution of its Equation of Motion in Designing of Hydraulic Pump with Turbine as Driving Force, *J. of Teras Physics*, 2(2): 18-20.
- Aminuddin J, Nurhayati, & Widiyani, A. (2019b). Modification of the Water Pump with the Low-Speed Turbine as a Driving Force, *Elkawnie: J. of Islamic Sci. and Tech*, 1(2): 38-46.
- Aminuddin J., Effendi, M. Nurhayati, Widiyani, A., Razi, P., Wihantoro, Aziz, A.N., Abdullatif, R.F., Sunardi, Bilalodin, & Arifin, A. (2020a). Numerical Analysis of Energy Converter for Wave Energy Power Generation-Pendulum System, *Int. J. of Renewable Energy Development*, 9(2): 255-261. <http://dx.doi.org/10.14710/ijred>.
- Aminuddin J., Nurhayati, Widiyani, A., Razi, P., Wihantoro, Aziz, A.N., Abdullatif, R.F., & Arifin, A. (2020b). Estimation of Ideal Configuration and Dimension of Pico Hydropower using Euler-Lagrange Equation and Runge-Kutta Method, *J. of Phys.: Conf. Series*, 1494 (012039), doi:10.1088/1742-6596/1494/1/012039.
- Cahyanta Y.A, & Mandagi, A.W. (2011). The Effect of Waste Valve Stroke Length on The Hydraulic Ram Pump Performance, *International Journal of Engineering and Science*, <https://journal.insankreasimedia.ac.id/index.php/JILPI>

- Hussin N.S. Gamil, M, S.A, Amin, N.A.M, Safar, M.J.A, Majid, M.S.A, Kazim, M.N.F.M, & Nasir, N.F.M. (2017). Design and Analysis of Hydraulic Ram Water Pumping System. *J of Phys: Conference Series* 908(012052). doi:10.1088/1742-6596/908/1/012052.
- Soekarno H., Anggono, T. & Heriansyah, A. (2002). A Basic Component in Designing of Micro Hydropower, *Journal of P3TEK*, 1(1): 8-12.
- Suarda I.M. 2010. Perancangan dan Pengujian Model Sistem Hydran Penggerak Pompa Torak dengan Dua Sumber Aliran: Air Kotor dan Air Bersih. Makalah Utama. *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) Ke-9*, Palembang, 13-15 Oktober 2010.
- Sunardi, Aminuddin, J., Sari, K., & Sidik, W.A., (2021). The Development and Test of a Low-Speed Water Pump using River Flows as the Driving Force, *Int. J. of Sci. & Tech. Research*, 1(1).
- Suryawan A, Adhi, A., & Suarda, I.M., (2009). Kajian Eksperimen Pengaruh Akselerasi Terhadap Performansi Pompa Hydran, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM*. 3(2): 10-15, 2009.
- Suyatno. (2008). Rancang Bangun Pompa Hidraulik Ram (HYDRAM), *Jurnal DINAMIS*. 2(12): 5-10.