



Pemanfaatan *Green Energy* pada Aliran Air Bebas untuk Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Desa Sumberdem

Retno Wulandari^{1*}, Melisa Surya Andini¹, Baihaqie Danuputra Sudrajat¹, Edwin Rachmanando¹, Achmad Chilmi Dzulfikar¹, Dieno Indo Rochmanul Fanani¹

¹ Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang Semarang No.5, 0341551312

*e-mail: retno.wulandari.ft@um.ac.id

Abstrak

Energi listrik merupakan hal utama yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan masyarakat terlebih untuk penerangan di Desa Sumberdem. Desa Sumberdem yang terletak di Kecamatan Wonosari Kabupaten Malang merupakan salah satu desa yang memiliki sumber air dengan potensi aliran bebas cukup besar sehingga dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan energi listrik. Tujuan dari pengabdian masyarakat ini adalah memberikan sosialisasi dan pelatihan kepada Siswa SMK 1 Wonosari program studi Teknik energi terbarukan dan warga Desa Sumberdem untuk meningkatkan kemampuan dalam memelihara turbin air kaki angsa untuk mewujudkan Desa Sumberdem yang mandiri energi, serta menambah pengalaman secara langsung melalui proses praktik lapangan, Mahasiswa KKN MBKM Membangun Desa UM melakukan program kerja dengan melaksanakan pembimbingan langsung menggunakan metode pengajaran dan pelatihan kepada siswa. Metode tersebut dilakukan dengan pemberian modul manual book perawatan turbin air kaki angsa disertai dengan dasar teori sebagai literatur siswa. Hasil yang didapatkan dari kegiatan pengampingan ini adalah siswa menunjukkan ketertarikan untuk memanfaatkan energi aliran bebas air menjadi energi listrik menggunakan turbin air kaki angsa serta meningkatkan kemampuan, pengetahuan dan keterampilan siswa sesuai dengan program studinya dan warga desa sebagai pengguna dimana memiliki kemampuan untuk merawat dan mengoperasikan hal ini akan terus berkelanjutan untuk mewujudkan Desa Sumberdem sebagai Desa Mandiri Energi.

Kata Kunci—Pengabdian Masyarakat, Desa Mandiri Energi, Turbin Air Piko Hidro, Sumberdem

Abstract

Electric energy is the main thing that cannot be separated from people's lives, especially for lighting sources in Sumberdem Village. Sumberdem Village, located in Wonosari District, Malang Regency, is one of the villages that has a water source with a large enough free flow potential so that it can be used to generate electrical energy. The purpose of this community service is to provide socialization and training to students of SMK 1 Wonosari, the renewable energy engineering study program and the residents of Sumberdem Village to improve their ability to maintain a goose-foot water turbine to realize an energy-independent Sumberdem Village, as well as add experience directly through the field practice process. , MBKM KKN Students Build a Village UM conduct a work program by carrying out direct mentoring using teaching and training methods to students. The method is carried out by providing a goosefoot pico hidro turbine maintenance manual book module accompanied by a theoretical basis as student literature. The results obtained from this mentoring activity are that students show an interest in utilizing free flow energy of water into electrical energy using a goose-foot pico hidro turbine and improve students' abilities, knowledge and skills according to their study program and villagers as users who have the ability to maintain and operate things. This will continue to be sustainable to realize Sumberdem Village as an Energy Independent Village.

Keywords—Community Service, Energy Independent Village, Pico Hydro Water Turbine, Sumberdem



1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan tingkat kepadudukan terpadat nomor 4 di dunia (Saleh et al., 2019), dengan jumlah penduduk yang relatif banyak tersebut kebutuhan energi di Indonesia sangat dibutuhkan dan diharapkan dapat memenuhi kebutuhan nasional. Energi sangat penting peranannya dalam perekonomian Indonesia, baik sebagai bahan bakar untuk proses industrialisasi, sebagai bahan baku untuk proses produksi, dan sebagai komoditas ekspor yang merupakan sumber devisa negara. Sumber daya alam, energi harus dimanfaatkan sebesar-besarnya bagi kemakmuran masyarakat dan pengelolaannya harus mengacu pada asas pembangunan berkelanjutan. Kebutuhan energi listrik adalah salah satu contoh energi yang sangat sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Pembangkit listrik sebagai upaya pemanfaatan energy untuk memenuhi kebutuhan nasional. Konsumsi listrik Indonesia setiap tahunnya terus meningkat sejalan dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi nasional.

Menurut BPPT, (2020), 50% konsumsi energi nasional Indonesia selama ini berasal dari minyak bumi. Hal ini menunjukkan bahwa bangsa Indonesia masih sangat tergantung pada sumber energi tak terbarukan tersebut. Padahal, cepat atau lambat sumber energi tersebut akan habis. Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan mengoptimalkan potensi energi terbarukan yang dimiliki Indonesia yaitu sebesar 311. 232 MW dan baru 22% yang dimanfaatkan.

Menurut Rachmat, (2020), kebutuhan listrik jangka panjang di Indonesia untuk periode tahun 2003 hingga tahun 2021 meningkat hingga mencapai 275 TWh. Terlihat bahwa kebutuhan listrik nasional didominasi oleh sektor industri, disusul sektor rumah tangga, usaha, dan umum. Pola kebutuhan listrik per sektor berbeda menurut wilayah pemasaran listrik PLN, dimana semakin ke Kawasan Indonesia Timur, semakin besar kebutuhan listrik sektor rumah tangga dibanding sektor industri. Hal ini disebabkan karena masih rendahnya rasio elektrifikasi dan terbatasnya jumlah industri di kawasan tersebut.

Dalam mendukung terwujudnya pemerataan elektrifikasi terutama di daerah pedesaan. Mahasiswa

S1 Teknik Mesin Universitas Negeri Malang melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Membangun Desa tahun 2022 mengabdikan diri untuk membangun system PLTPH di dusun sumber gelang, Desa Sumberdem, Kecamatan Wonosari, Kabupaten Malang Jawa Timur. Kegiatan pengabdian ini dilakukan dengan memanfaatkan aliran bebas air menggunakan turbin untuk mewujudkan Desa Sumberdem sebagai desa yang mandiri energi.

Pengelompokan turbin air terdiri dari turbin air implus dan reaksi. Pengabdian menggunakan turbin air kaki angsa dimana serupa dengan turbin air crossflow namun tidak berfungsi sama secara spesifik yang merupakan bagian dari turbin air implus. Turbin kaki angsa sangat memungkinkan untuk digunakan di Desa Sumberdem karena memiliki arus sungai yang kecil dimana ini merupakan kelebihan turbin air kaki angsa. Potensi minimal turbin dapat menghasilkan 1,2 kW dengan turbin *couple*. Pengabdian ini diharapkan mampu menghasilkan daya turbin dan efisiensi yang maksimal sehingga masyarakat di Desa Sumberdem dapat memanfaatkan aliran bebas sungai menjadi energi listrik terbarukan.

Terlepas daripada pengabdian pemanfaatan PLTPH di Desa Sumberdem, mahasiswa sebagai peserta KKN memberikan modul untuk diberikan kepada Siswa SMK 1 Wonosari sebagai tindak lanjut dari pengabdian untuk memberdayakan masyarakat, terutama siswa SMK 1 Wonosari jurusan energi baru terbarukan untuk dapat turut serta dalam melakukan pengembangan dan pemeliharaan dari pengabdian ini secara berkelanjutan. Sehingga, dengan adanya modul operations and maintenance turbin air kaki angsa ini diharapkan dapat mendorong pemuda dan masyarakat dalam mewujudkan Desa Sumberdem sebagai Desa Mandiri Energi.

2. METODE

Kegiatan pengabdian ini dilakukan untuk transfer ilmu dalam bentuk pemaparan dan pelatihan sosialisasi pemanfaatan aliran bebas dari sungai untuk penerangan dan kebutuhan listrik lainnya kepada masyarakat Dusun Sumbergelang Desa Sumberdem. Secara umum ada 5 tahapan yang dilakukan pada kegiatan ini. Tahap pertama adalah melakukan survei lokasi kegiatan sosialisasi

pengabdian sekaligus koordinasi kegiatan dengan Guru dan Kepala Sekolah SMK 1 Wonosari Desa Sumberdem. Tahap kedua adalah Pembuatan Modul dan Literatur mengenai turbin air kaki angsa seperti yang ditunjukkan Gambar 1. kegiatan dilakukan oleh tim pengabdian KKN Merdeka Belajar Kampus Merdeka Teknik Mesin 2022 Universitas Negeri Malang dengan jurusan Teknik Energi Surya, Hidro, dan Angin (TESHA). Kegiatan ini bertujuan untuk mendiskusikan kegiatan pelatihan dan sosialisasi yang akan dilaksanakan termasuk juga permintaan siswa, waktu dan tempat pelaksanaan kegiatan.



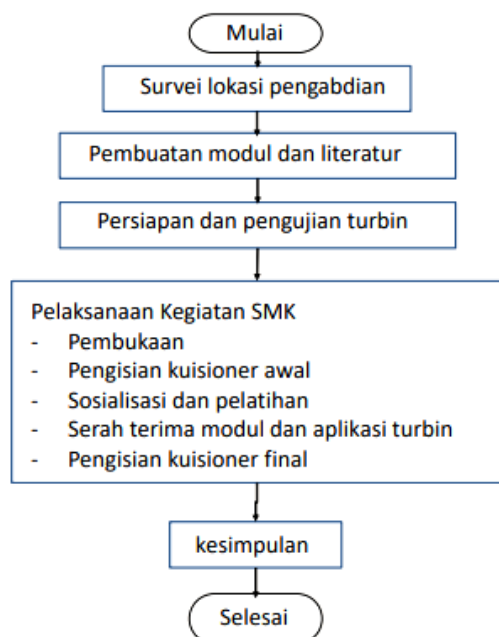
Gambar 1. Modul *Operations and Maintenance* Turbin Air Kaki Angsa

Tahap ketiga pada Pengabdian ini adalah persiapan dan pengujian turbin yang digunakan pada pemaparan dan pelatihan sosialisasi. Adapun komponen yang digunakan diantaranya turbin air kaki angsa, *charge controller*, AKI, inverter, *watt meter*, kabel dan lampu DC seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Persiapan dan Pengujian Turbin Air Kaki Angsa

Disamping persiapan komponen yang diperlukan, tahap ketiga juga dipersiapkan kuesioner melalui *link Google Form* yang akan diberikan kepada Siswa SMK 1 Wonosari jurusan TESHA. Pemberian kuesioner ini bertujuan untuk mengetahui tingkat pengetahuan siswa terkait teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH). Lebih lanjut, kuesioner ini akan dibagikan sebelum dan sesudah dilakukan pemaparan dan pelatihan sosialisasi. Tahap keempat dalam kegiatan pengabdian ini adalah tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian. Pelaksanaan kegiatan ini dibagi kedalam beberapa sesi. Sesi pertama adalah pembukaan kegiatan oleh guru mata pelajaran tenaga hidro SMK 1 Wonosari yang diikuti dengan pengisian kuesioner pertama oleh siswa. Sesi berikutnya adalah pemaparan materi terkait perkembangan teknologi PLTPH yang diikuti dengan pelatihan perawatan turbin air kaki angsa yang mana pelatihan tersebut diberikan modul literatur dengan judul "*operations and Maintenance Turbin Air Kaki Angsa*". Sesi selanjutnya adalah diskusi berupa tanya jawab mengenai materi dan juga prosedur perawatan turbin air kaki angsa. Selanjutnya diikuti dengan pengisian kuesioner tahap akhir. Pelaksanaan kegiatan ini ditutup dengan serah terima perangkat aplikasi turbin air kaki angsa yang digunakan untuk penerangan jalan di daerah Dusun Sumbergelang Desa Sumberdem kepada siswa dan masyarakat yang diterima secara simbolis oleh Sekretaris desa setempat. Sedangkan tahap akhir dari kegiatan pengabdian ini adalah instalasi perakitan aplikasi perangkat turbin air kaki angsa oleh mahasiswa KKN MBKM Teknik Mesin 2022 Universitas Negeri Malang yang mengikuti pelatihan instalasi untuk Siswa SMK sebagai operator dan pengurus PLTPH turbin air kaki angsa untuk proses operasi dan perawan mesin selanjutnya. Keseluruhan tahapan yang dilaksanakan pada kegiatan pengabdian ini, ditampilkan pada Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3. Diagram Alir Kegiatan Pengabdian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan di SMK 1 Wonosari Desa Sumberdem, Kecamatan Wonosari Kabupaten Malang dengan sasaran Siswa SMK 1 Wonosari jurusan Teknik Energi Surya, Hidro, dan Angin (TESHA). Jurusan TESHA merupakan jurusan energi terbarukan yang disasarkan untuk mewujudkan pemuda di Desa Sumberdem agar bias memanfaatkan potensi energi terbarukan di kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, peningkatan pengetahuan dan keterampilan siswa dalam memanfaatkan energi aliran bebas sungai menggunakan aplikasi turbin air kaki angsa dapat diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan terkait energi listrik dan mendorong kreativitas serta kehidupan sosial masyarakat di Desa Sumberdem.

Pengabdian kegiatan sosialisasi dan pelatihan dilaksanakan pada tanggal 20 September 2022 bertempat di SMK 1 Wonosari. Pengabdian ini diikuti oleh 25 orang siswa yang didominasi oleh jurusan TESHA. Kegiatan ini dimulai dengan pembukaan oleh guru mata pelajaran tenaga hidro SMK 1 Wonosari Kegiatan dilanjutkan dengan pembagian *link* dan pengisian kuisisioner awal oleh para peserta melalui *Google Form*. Kuisisioner ini berisi pertanyaan terkait pengetahuan siswa sasaran

tentang penggunaan energi melalui Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) menggunakan aplikasi turbin air kaki angsa dan perkembangan teknologi terkait sumber energi listrik berbasis tenaga air. Pengabdian sosialisasi dan pelatihan ini dilakukan oleh mahasiswa pengabdian KKN Merdeka Belajar Kampus Merdeka Teknik Mesin 2022 Universitas Negeri Malang. Setelah pengisian kuisisioner, kegiatan dilanjutkan dengan pemaparan terkait operasi dan perawatan turbin air kaki angsa seperti ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar 4. Penyampaian Materi Sosialisasi dan Pelatihan

Secara umum, materi yang disampaikan dalam pemaparan terdiri dari potensi pemanfaatan energi aliran bebas sungai untuk menghasilkan listrik, menggunakan aplikasi turbin air kaki angsa dengan berbagai alasan penggunaan model dan jenis turbin untuk dapat disesuaikan sesuai jenis aliran. Lebih lanjut, pada pemaparan juga disampaikan nilai ekonomis pemanfaatan energi aliran sungai menggunakan Pembangkit Listrik Piko Hidro untuk penerangan dan kebutuhan perangkat elektronik lainnya serta sistem operasi dan juga cara perawatannya agar dapat bekerja maksimal. Pemaparan materi ditampilkan pada Gambar 4.

Pemaparan materi dilanjutkan dengan penunjukan cara operasional dan pelatihan penggunaan serta perawatan turbin air kaki angsa seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Demo Instalasi dan Pelatihan Penggunaan Turbin

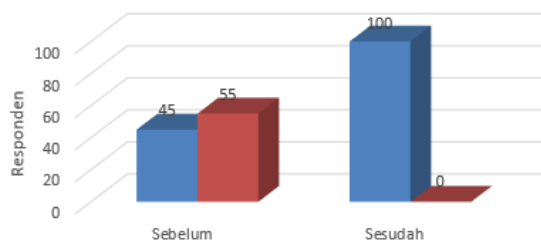
Kegiatan utama dari pengabdian ini adalah sosialisasi dan perawatan turbin air kaki angsa dengan pemberian modul literatur siswa yang digunakan untuk mempelajari teori dari turbin air mengenai bagaimana system kerja dan efisiensinya serta macam-macam jenis dari turbin air sebagai pembangkit listrik. Modul literatur berjudul “Operations and Maintenance Turbin Air Kaki Angsa” ini juga memuat operasional pada turbin air kaki angsa yang dipakai di Desa Sumerdem sebagai pembangkit listrik, lengkap dengan prosedur perawatannya.

Selam kegiatan sosialisasi dan pelatihan, para siswa menunjukkan antusias yang tinggi terhadap manfaat dari energi tenaga air dengan sumber aliran bebas sungai. Hal ini terlihat dari pertanyaan yang disampaikan oleh para siswa selama kegiatan berlangsung. Pertanyaan yang disampaikan oleh para siswa berkaitan dengan bagaimana kinerja dari turbin air kaki angsa tersebut apabila dalam keadaan kemarau Panjang dimana debit air sungai yang

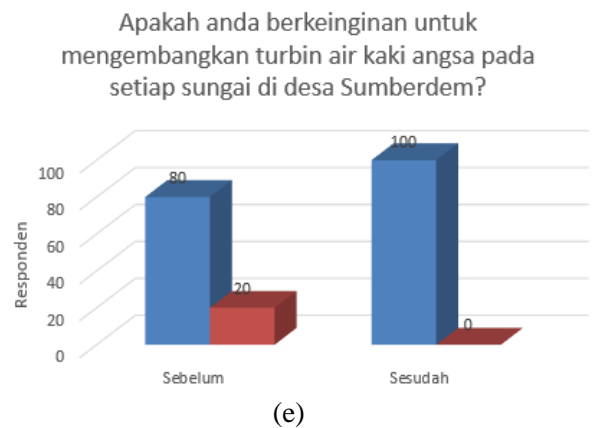
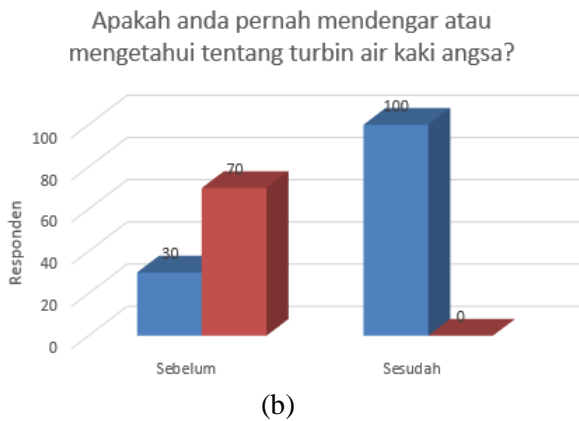
menurun dibandingkan dengan musim hujan. Selanjutnya siswa juga menanyakan kapasitas daya yang dihasilkan pada turbin air kaki angsa tersebut, dan berapa biaya yang harus dikeluarkan secara personal apabila ingin menggunakan turbin air kaki angsa untuk kebutuhan listrik di rumah. Di samping itu, siswa juga menunjukkan ketertarikan untuk menggunakan energi tenaga piko hidro tersebut sebagai sumber energi listrik yang akan digunakan untuk kebutuhan masyarakat di Desa Sumberdem. Siswa juga memiliki perkebunan serta tempat tinggal yang berada jauh dari pemukiman sehingga sangat membutuhkan akses listrik. Oleh karena itu, teknologi turbin air kaki angsa sangat cocok untuk digunakan di Desa sumberdem. Lebih lanjut, untuk mengevaluasi pengetahuan siswa setelah dilakukan pemaparan dan sosialisasi pelatihan, mahasiswa memberikan *link Google Form* untuk kuesioner akhir yang harus diisi para siswa.

Secara umum, hasil dari kuesioner sebelum dan sesudah pelaksanaan kegiatan pemaparan dan sosialisasi pelatihan menunjukkan bahwa sebagian besar Siswa SMK 1 Wonosari jurusan TESHA sudah mengetahui manfaat aplikasi turbin air kaki angsa untuk menghasilkan energi listrik dari energi aliran bebas sungai. Namun, masih terdapat keterbatasan pada jenis dan variasi turbin air. Hasil detail kuesioner ditunjukkan pada Gambar 6. Kuisisioner tersebut menunjukkan kolom sebelum yang merupakan hasil kuesioner yang diberikan sebelum pemaparan dan sosialisasi pelatihan, sedangkan kolom sesudah menunjukkan data untuk kuesioner yang diberikan setelah pemaparan dan sosialisasi pelatihan.

Apakah anda mengetahui jika energi aliran bebas dapat diubah menjadi energi listrik?

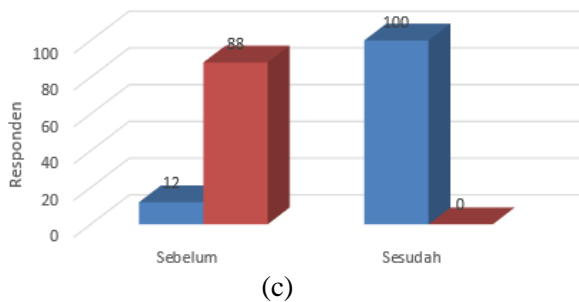


(a)

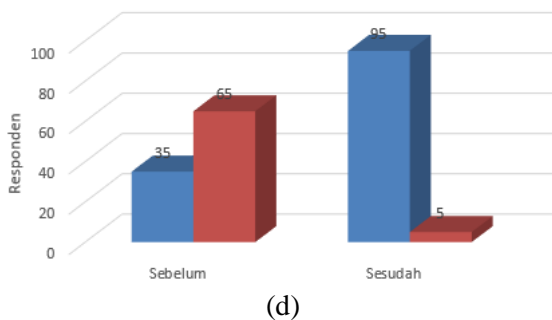


Gambar 6. Hasil Kuesioner Siswa SMK 1 Wonosari

Apakah anda mengetahui jika energi aliran bebas pada sungai dapat dimanfaatkan menjadi energi listrik menggunakan turbin air kaki angsa?



Apakah anda mengetahui jika turbin air memiliki berbagai macam jenis dan variasi?



Pelaksanaan kegiatan pengabdian ini ditutup dengan serah terima aplikasi turbin air kaki angsa beserta modul. Lampu penerangan di Desa Sumberdem yang terpasang terdapat 10 buah yang digunakan untuk penerangan jalan yang diserahkan di area perkebunan Dusun Sumbergelang.



Gambar 7. Lampu Penerangan Jalan Dusun Sumbergelang Desa Sumberdem

Untuk perawatan peralatan aplikasi turbin air kaki angsa yang telah diberikan berkoordinasi dengan Siswa SMK. Selanjutnya, komunikasi dengan siswa SMK 1 Wonosari jurusan TESHA tetap terjalin baik berkaitan dengan performa peralatan yang sudah diberikan untuk dirawat dan dipelihara dengan baik agar tetap beroperasi dengan performa yang maksimal.



4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan dalam meningkatkan pengetahuan, keterampilan dan kreativitas Siswa SMK 1 Wonosari Desa Sumberdem sebagai pemuda penerus keberlanjutan kemajuan desa khususnya Desa Sumberdem menuju Desa Mandiri Energi dalam memanfaatkan energi aliran bebas sungai menjadi energi listrik. Kegiatan ini dilaksanakan dengan sasaran utama Siswa SMK 1 Wonosari Jurusan Teknik Energi Surya, Hidro, dan Angin (TESHA) Desa Sumberdem Kecamatan Wonosari Kabupaten Malang. Berdasarkan kuesioner yang diberikan, Siswa sudah mengetahui manfaat energi aliran bebas sungai dan konversi Pembangkit Listrik Piko Hidro (PLTPH) melalui aplikasi turbin air kaki angsa namun masih terbatas pada system operasi, perawatan dan instalasinya. Lebih lanjut, setelah mengikuti kegiatan sosialisai pelatihan ini siswa sudah mengetahui berbagai jenis dan variasi turbin air serta pemanfaatan aliran bebas sungai. Sehingga dengan adanya kegiatan sosialisasi pelatihan pengabdian ini diharapkan siswa memiliki keiinginan untuk mengembangkan turbin air kaki angsa untuk setiap sungai di Desa Sumberdem dan mewujudkan Desa Mandiri Energi.

DAFTAR RUJUKAN

- Adhikari, R., & Wood, D. (2018). The design of high efficiency crossflow hydro turbines: A review and extension. *Energies*, 11(2), 1–18. <https://doi.org/10.3390/en11020267>
- Aspriadi, F. 2019. Perancangan Energi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Kawasan Perkebunan Teh PT. Pagilarang Batag, Jawa Tengah. *J.Oto.Ktrl.Inst (J.Auto.Ctrl.Inst) Vol 11 (I)*, 2019.
- Budiarso, Warjito, Lubis, M. N., & Adanta, D. 2019. Performance of a Low Cost Spoon-Based Turgo Turbine for Pico Performance of a Low Cost on District Turgo Heating Turbine and Cooling for Pico Hydro Installation. *Energy Procedia*, 156(September 2018), 447–451. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.11.087>

- BPPT. (2020). Energi Terbarukan Solusi Krisis Energi Masa Depan. <https://www.bppt.go.id/profil/organisasi/sekretaris-utama/40-berita-bppt-3/beritateknologi-informasi-energi-material/433-energi-terbarukan-solusi-krisis-energimasa-depan>
- Ebhota, W. S. (2017). Smart Design and Development of a Small Hydropower System and Exploitation of Locally Sourced Material for Pelton Turbine
- Bucket Production. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Mechanical Engineering*, 9(Paish 2002). <https://doi.org/10.1007/s40997-017-0134-9>
- Elbatran, A. H., Abdel-Hamed, M. W., Yaakob, O. B., Ahmed, Y. M., & Arif Ismail, M. (2015). Hydro power and turbine systems reviews. *Jurnal Teknologi*, 74(5), 83–90. <https://doi.org/10.11113/jt.v74.4646>
- Humas EBTKE. 2020. Kapasitas Pembangkit Naik Jadi 69,6 GW, EBT Sumbang 10,3 GW. (Online). (<http://ebtke.esdm.go.id/post/2020/02/10/2473/kapasitas.pembangkit.naik.jadi.696.gw.ebt.sumbang.103.gw>). Diakses 10 Juli 2020
- Irawan, Agustinus P. 2009. *Diklat Elemen Mesin*. Jakarta: Universitas Tarumanagara
- Yudiartono, Y., Anindhita, A., Rahardjo, I., Fitriana, I., Dewi, R. E. P., Siregar, E., & Niode, N. (2018). *Outlook Energi Indonesia 2018*. Tangerang Selatan: Pusat Pengkajian Industri Proses dan Energi (PPIPE).