

POMPA AIR DENGAN PENGGERAK KINCIR ANGIN UNTUK PENGAIRAN DI DUSUN BUGEL 2, KELURAHAN BUGEL, KECAMATAN PANJATAN, KABUPATEN KULON PROGO DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Toto Rusianto, Saiful Huda
Jurusan Teknik Mesin, Institut Sains & Teknologi, AKPRIND Yogyakarta
Balapan, Jl. Kalisahak No.28, Klitren, Kec. Gondokusuman, Yogyakarta - 55222
toto@akprind.ac.id

Abstract

The community in Bugel 2 Hamlet, Bugel Village, Panjatan Subdistrict, Kulon Progo Regency, Yogyakarta Special Region Province, is a beach sand farmer who cultivates chilli, watermelon, melon and others. Every day they need water to watering the plants. Water is obtained by using a gasoline engine for water pump so it increases the cost of expenditure. Through a development program for sustainable education (ESD). The community was introduced to alternative energy, namely windmills as a driver of water pumps. Windmills are expected to be an alternative to change the water pump of gasoline engine. Windmill construction consists a stake was made of 4 m high cast concrete. Windmill functions to change the kinetic energy of wind into rotational motion, through eccentric wheels or crankshaft rotational motion is converted into translation. The translation motion moves the up and down pulling rod of the piston pump to pump water from the well to the surface. The piston pump was made using PVC pipe material. The capacity of the pump made from PVC pipe material is 4.5 litres/minute. While the minimum wind speed to produce this capacity is 4 meters/second. The involvement of making windmills includes lecturers, students and the community as a form of ESD-based learning. The number of windmills made as educational media made as many as 6 pieces scattered in several wells of residents. In terms of the social aspects of the community, pump technology and windmills are not very complicated technologies, it is easily mastered, socialization to the community as users. The technology of windmill is very helpful for the community.

Keywords: *windmills, water pumps, wells*

Abstrak

Masyarakat di Dusun Bugel 2, Kelurahan Bugel, Kecamatan Panjatan, Kabupaten Kulon Progo DIY, merupakan petani lahan pasir pantai dengan budidaya tanaman cabai, buah semangka, melon dan lainnya. Setiap hari membutuhkan air untuk menyirami tanamannya. Air diperoleh dengan menggunakan motor pompa berbahan bakar bensin sehingga meningkatkan biaya pengeluaran. Melalui program pengembangan untuk pendidikan berkelanjutan atau *Education Sustainable Development* (ESD), masyarakat diperkenalkan energi alternatif yaitu kincir angin sebagai penggerak pompa air. Rancangan kincir angin tersebut diharapkan sebagai alternatif pengganti motor pompa. Kontruksi kincir angin terdiri tiang terbuat dari beton cor setinggi 4 m. Sudu berfungsi merubah energi kinetik angin menjadi gerak rotasi, melalui roda eksentrik atau poros engkol gerak rotasi diubah menjadi translasi. Gerak translasi menggerakkan batang penarik naik turun menggerakkan pompa torak untuk memompa air dari sumur ke permukaan. Pompa torak dibuat menggunakan bahan pipa PVC. Kapasitas pompa yang dibuat dari bahan pipa PVC adalah 4,5 liter/menit. Sedang kecepatan minimum angin untuk menghasilkan kapasitas tersebut adalah 4 meter/detik. Keterlibatan pembuatan kincir angin menyertakan dosen, mahasiswa dan masyarakat sebagai bentuk pembelajaran berbasis ESD. Jumlah kincir angin yang dibuat sebagai media pendidikan, dibuat sebanyak 6 buah tersebar pada beberapa sumur warga. Dari segi sosial masyarakat, teknologi pompa dan kincir angin bukanlah teknologi yang sangat rumit, akan tetapi merupakan teknologi yang mudah dikuasai, sosialisasi kepada masyarakat selaku pengguna teknologi ini akan sangat membantu, khususnya di Dusun Bugel 2 Kelurahan Bugel Kecamatan Panjatan Kabupaten Kulon Progo DIY.

Kata kunci: kincir angin, pompa air, sumur

Pendahuluan

Penggunaan energi terbarukan yang ramah lingkungan belum dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia. Hal tersebut dapat dikarenakan pengetahuan keilmuan yang terbatas. Di negara maju seperti Amerika Serikat (AS) yang sudah mengembangkan energi angin (*wind energy*) terbukti bahwa energi ini bisa lebih murah empat hingga enam persen dibanding yang konvensional (Reksoatmodjo, 2004). Energi Hijau, disamping sekadar sebagai alasan hemat energi, energi hijau juga dibutuhkan demi membangun lingkungan sehat bagi makhluk hidup, dan menerapkan sumber energi terbarukan (Nakhoda, 2016). Di Indonesia yang merupakan negara kepulauan dimana memiliki jumlah pantai yang sangat panjang, dimana angin selalu bertiup sepanjang masa, dapat merupakan sebuah sumber energi alternatif pada saat ini (Dita dkk, 2015).

Air merupakan kebutuhan pokok bagi masyarakat baik untuk kebutuhan sehari-hari maupun untuk pengairan. Untuk mendapatkan air dilakukan dengan memompa air dari dalam tanah ke permukaan tanah, sehingga diperlukan energi. Kebutuhan air untuk pertanian juga dirasakan semakin meningkat, seiring dengan kebutuhan petani dalam bercocok tanam sepanjang hari. Petani yang berlokasi jauh dari pengairan irigasi tentunya akan mengalami kesulitan dalam memperoleh air untuk kebutuhan pertaniannya. Kebutuhan air petani dapat dipenuhi dengan memanfaatkan kincir angin. Lokasi yang dapat dijadikan pilihan adalah lahan pertanian Desa Bugel Kecamatan Panjatan Kabupaten Kulon Progo Daerah Istimewa Yogyakarta. Di daerah tersebut, merupakan daerah pertanian lahan pasir (Suparton, 2003). Petani banyak menanam palawija seperti cabe, tomat dan tanaman budidaya lainnya. Lahan pasir merupakan lahan yang tidak dapat menampung air, air cenderung akan meresap ke dalam tanah. Sifat tanah yang demikian tentunya membutuhkan air secara berkesinambungan agar tanaman tidak kering. Para petani untuk mendapatkan air menggunakan pompa air motor bensin, dengan memompakan air dari sumur untuk menyirami tanaman, sehingga menjadi tidak efisien karena dibutuhkan energi minyak.

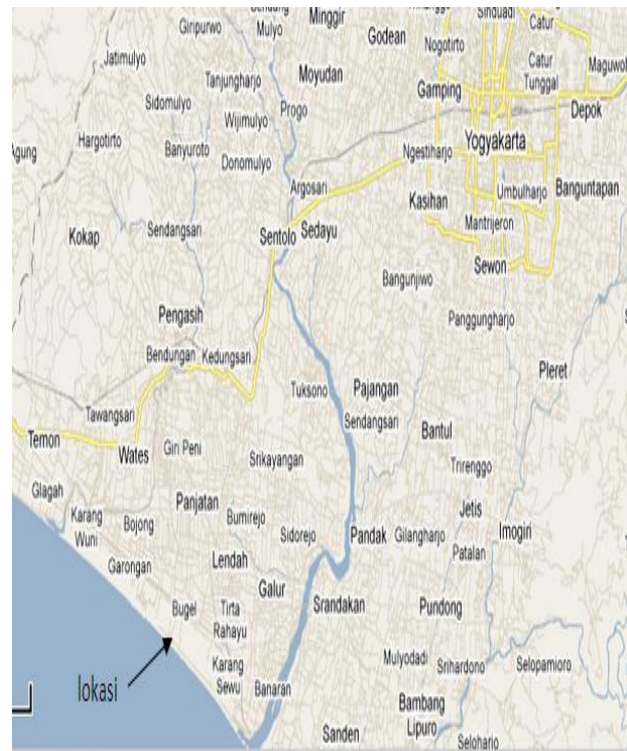
Salah satu teknologi yang dapat memanfaatkan energi alam adalah kincir angin. Kincir angin dengan energi yang tersimpan pada putaran poros (Hasyim Asy'ari dkk, 2012), dengan sistem mekanik putaran engkol, merubah gerak rotasi diubah menjadi gerak translasi. Gerak translasi diaplikasikan pada pompa torak (gerakan memompa naik turun). Gerakan tersebut dapat digunakan untuk menaikkan air dari dalam tanah ke permukaan tanah. Dengan konsep ini masyarakat petani dapat memperoleh air tanpa energi listrik ataupun energi

minyak, sehingga dapat memperoleh keuntungan yang lebih dengan tanpa mengeluarkan biaya untuk membeli energi.

Ruang Lingkup Permasalahan

Energi ramah lingkungan merupakan kebutuhan energi yang sangat diidamkan oleh semua masyarakat, teknologi kincir angin merupakan salah satu pilihan teknologi yang mengkonversikan sumber energi kinetik angin menjadi gerak. Energi gerak tersebut dapat dikonversikan kembali menjadi energi listrik ataupun energi potensial lainnya (Subiyanto, 2014). Dalam hal ini energi dari kincir angin digunakan untuk menggerakkan pompa. Energi gerak tersebut digunakan untuk menggerak pompa torak untuk menaikkan air.

Daerah lokasi yang dipilih adalah daerah pertanian dengan lapang yang luas, tidak terhalang pegunungan maupun pepohonan, selain itu daerah lokasi tidak terjangkau dari irigasi. Lokasi yang dapat dijadikan pilihan adalah lahan pertanian Desa Bugel Kecamatan Panjatan Kabupaten Kulon Progo Daerah Istimewa Yogyakarta sebagai lokasi Pengabdian kepada masyarakat (PKM) (Gambar 1).



Gambar 1

Lokasi PKM ESD dalam pelaksanaan “Hibah Penelitian untuk Pengembangan Pendidikan Berbasis *Education Sustainable Development (ESD)* Pompa Air dengan Penggerak Kincir Angin di Desa Bugel Kecamatan Panjatan Kabupaten Kulon Progo DIY

Di daerah tersebut, merupakan tanah berpasir karena lokasi yang dipinggir pantai, air mudah sekali menyerap ke dalam tanah sehingga untuk pertanian harus selalu kontinyu karena tanah tidak dapat menampung air. Air biasanya ditimba atau dipompa dari sumur untuk menyirami tanaman, sehingga menjadi tidak efektif dan efisien karena dibutuhkan tenaga dan area jangkauannya yang kecil. Dengan adanya teknologi kincir angin untuk menggerakkan pompa, diharapkan proses pengambilan air menjadi lebih mudah dan daerah yang diairi menjadi lebih luas dengan tanpa energi yang mahal.

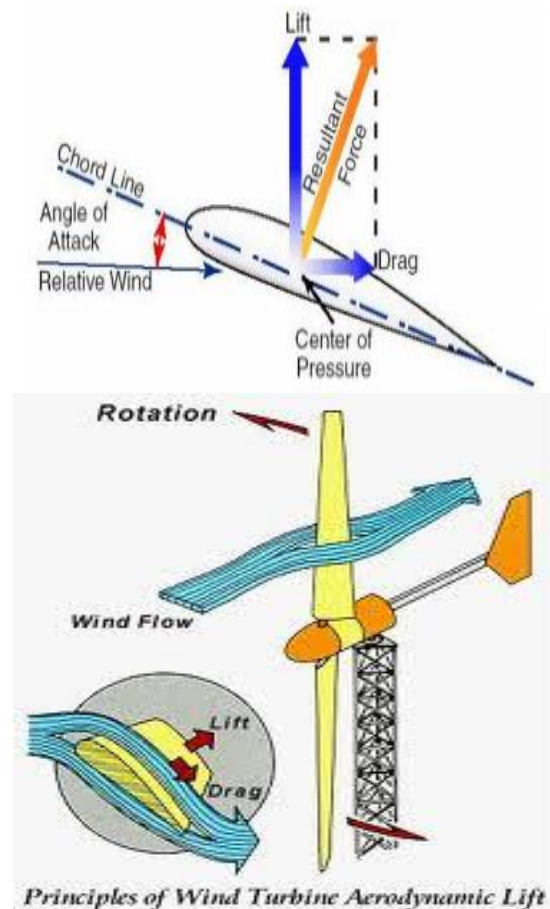
Kondisi sosial, ekonomi masyarakat dan geografis lokasi Desa Bugel Kecamatan Panjatan Kabupaten Kulon Progo Daerah Istimewa Yogyakarta. Sebagian besar 90% masyarakat adalah petani, tanaman palawija merupakan penopang utama kebutuhan ekonomi mereka. Jenis tanaman buah seperti melon, semangka, timun dan tanaman palawija lainnya seperti jagung, cabe merah, kacang panjang dan lainnya dapat tumbuh subur dilahan berpasir tetapi harus selalu disirami setiap pagi, siang dan sore hari. Kondisi tersebut terkadang terkendala oleh masalah pengairan karena tidak adanya saluran irigasi karena sifat tanah. Secara geografi desa Bugel merupakan dataran rendah dekat pantai selatan dengan lokasi sepanjang 5 km dari pantai Timur ke barat berupa lahan pertanian. Dengan demikian secara geografis sangat menguntungkan dari potensi angin yang ada, dengan hembusan angin laut sepanjang hari dari pantai Selatan. Kondisi ini sangat memungkinkan dengan dipasangnya kincir angin sebagai pembangkit pompa air untuk pengairan.

Tujuan pembuatan kincir angin untuk menggerakkan pompa air ini antara lain untuk, mengembangkan penggunaan energi alternatif yang ramah lingkungan untuk masyarakat dan petani pada khususnya. Memasyarakatkan energi kincir angin kepada petani dalam memperoleh air untuk pengairan lahan pertaniannya. Membantu masyarakat dalam memperoleh air baik untuk kebutuhan sehari-hari maupun untuk pertanian. Meningkatkan pendapatan petani dengan mengurangi pembelian energi. Pemberdayaan mahasiswa dalam program pengabdian masyarakat melalui Pengabdian kepada Masyarakat/PKM ESD.

Tinjauan Pustaka

Kincir angin dibagi menjadi dua jenis yaitu kincir angin dengan sumbu poros horisontal dan sumbu poros vertikal (Desriansyah, 2006), (Syafrie dkk., 2013) dari kedua jenis tersebut masing-masing memiliki kelebihan dan kelemahan. Skema jenis poros horisontal kincir angin dan prinsip kerja gaya

angkat pada baling-baling kincir angin tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2

Prinsip gaya angkat pada kincir angin untuk menghasilkan putaran

Angin memiliki energi kinetik yang besarnya tergantung dari kecepatannya (El-Wakil, 1985). Angin yang mengenai baling-baling akan mengakibatkan baling-baling tersebut berputar pada porosnya (Dwiyantoro, 2015). Pergerakan berputar tersebut akan ditransmisikan oleh poros ke elemen mesin yang lain seperti roda gigi (*gear box*) atau transmisi puli dan sabuk (*belt*), untuk meningkatkan putaran yang akan ditransfer ke poros engkol untuk menggerakkan pompa. Pompa digunakan untuk menaikkan air dari permukaan rendah ke permukaan yang lebih tinggi. Kinerja kincir angin, spesifikasi kincir angin adalah diameter rotor 3 meter, tinggi tiang 4 meter, perbandingan putaran poros utama dengan tuang engkol 1:1, sehingga untuk 1 kali putaran kincir setara dengan 1 siklus langkah pompa.

Keuntungan yang diperoleh dengan penggunaan kincir angin sebagai tenaga untuk menggerakkan pompa antara lain (Manwell, 2002). :

1. Energi angin adalah gratis tanpa perlu biaya.
2. Produknya bersih dan ramah lingkungan.
3. Tidak membutuhkan areal yang luas, hanya membutuhkan ruang yang terbuka dan lahan sekitarnya dapat dimanfaatkan untuk keperluan lain.
4. Energi angin tidak akan habis (*renewable*)

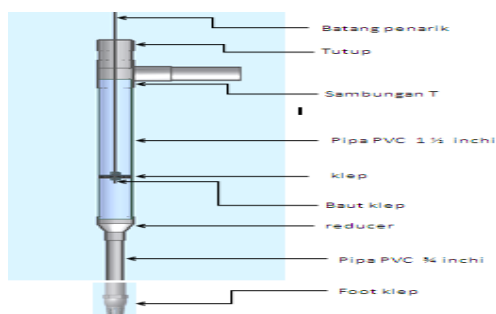
Kelemahan yang dapat ditimbulkan dengan penggunaan Kincir angin ini antara lain

1. Angin tidak selalu dapat diperkirakan, kadangkala suatu hari tidak ada angin.
2. Suara yang ditimbulkan dari baling-baling agak mengganggu, jika terletak di sekitar lingkungan penduduk.
3. Menimbulkan pengaruh refleksi terhadap penangkapan gelombang televisi jika terlalu dekat.

Dengan memperhatikan keuntungan dan kelemahan dari kincir angin tersebut, dapat dikatakan bahwa keuntungan jauh melebihi dari kerugiannya. Sehingga kincir angin dapat dikembangkan menjadi energi alternatif baru.

Metode Pelaksanaan

Pompa terbuat dari bahan PVC lihat Gambar 3, diameter pipa = 1½ inchi (38,1 mm), panjang langkah pompa atau setara dengan diameter putaran engkol = 150 mm. Sehingga volume pompa untuk satu kali langkah adalah $V = \frac{1}{4} \Pi D^2 L = 0,17 \text{ dm}^3 = 0,17 \text{ liter}$. Jika kincir angin berputar dengan putaran (n) = 60 rpm maka debit air yang dapat dipompakan $Q = Vn$ (Sularso, 2004) adalah $Q = 10,2 \text{ lt/menit}$, atau setara dengan 615 lt/jam, Gambar 4 menunjukkan pompa air sederhana dari bahan PVC hasil buatan mahasiswa dan hasil uji coba untuk memompakan air. Kondisi tersebut merupakan, kondisi pompa keadaan ideal, tetapi sebenarnya pompa tersebut tidak dapat bekerja 100%, disebabkan ada kerugian-kerugian mekanik antara lain kebocoran pada katup. Hasil pengamatan di lapangan air yang dapat dipompakan hanya 4,5 lt/menit, sehingga efisiensi pompa adalah 44% .



Gambar 3 pompa air torak dari bahan pipa PVC

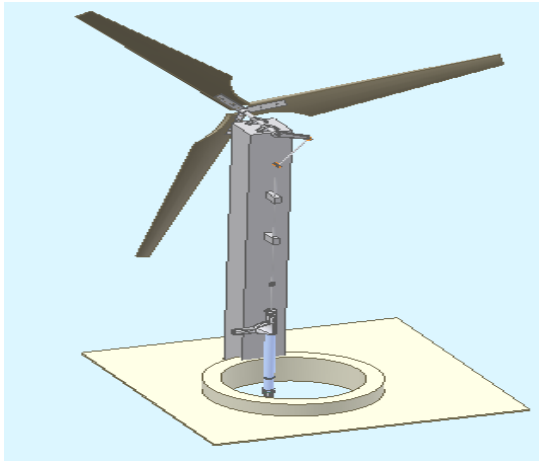


Gambar 4 desain pompa dari pipa PVC dan hasil pembuatannya

Baling-baling panjang 150 cm dengan penampang air foil, bahan dari kayu atau fiber glass. Diameter rotor = 2 kali panjang baling-baling, menentukan besarnya daya yang dihasilkan (Tjukup, 2010). Baling-baling dapat dibuat dari kayu dengan panjang disesuaikan dengan kebutuhan. Dudukan Baling-baling membentuk sudut datang/angle attack 20° terhadap arah angin, dimana arah angin akan sejajar sumbu poros. Bantalan tempat dudukan poros utama untuk dudukan baling-baling. Diameter poros harus sesuai dengan diameter dalam bantalan. Engkol yang berfungsi merubah gerak rotasi menjadi translasi. Panjang engkol akan menentukan stroke (panjang langkah pompa). Panjang langkah = 2 kali panjang engkol. Panjang langkah juga menentukan volume air yang diangkat. Semakin besar panjang langkah semakin besar daya yang dibutuhkan. Panjang engkol dapat disesuaikan untuk mendapatkan panjang langkah yang sesuai dengan kemampuan kincir angin, sehingga untuk desain dapat diuat beberapa lubang sebagai tempat tuas/batang (*connecting rod*). Tuas/batang yang dihubungkan dengan engkol berfungsi merubah rotasi menjadi translasi. Panjang batang tuas harus lebih panjang dari panjang engkol (>1,2 kali panjang batang tuas). Kedua ujungnya diberi *bushing* untuk empat perputaran pin, agar perubahan gerak rotasi menjadi translasi bergerak dengan baik dan lancar.

Batang penarik yang menghubungkan batang/tuas ke pompa, pada satu ujung dipasang *bushing* untuk diikat ke tuas dan dapat bergerak rotasi, sedang ujung lainnya dipasang mur-baut untuk menghubungkan dengan batang pompa, yang harus segaris sumbu. Panjang batang penarik harus menyesuaikan dengan tinggi kincir angin. Rel merupakan tempat Bergeraknya batang penarik. Rel dikaitkan ke tiang. Sehingga batang dapat bergerak bebas naik turun tanpa terjadi tekuk. Dudukan bantalan menyesuaikan dengan tiang. Jarak antar

baut juga harus menyesuaikan dengan bantalan. Tiang tunggal dapat dibuat dari rangka beton yang dicor, karena pondasi harus kuat menahan beban maka pondasi harus dalam, untuk tinggi tiang 4 m kedalaman pondasi dibuat 1 meter dengan pondasi berbentuk cakar ayam. Gambar 5 menunjukkan konstruksi dari kincir angin sebagai penggerak pompa air



Gambar 5

Kincir angin tanpa pengarah dengan dudukan statis dan pompa air PVC terpasang permanen di atas sumur

Hasil dan Pembahasan

Pelaksanaan pendidikan untuk berkelanjutan dengan mengedepankan pemanfaatan energi terbarukan yang ramah lingkungan yaitu pembuatan kincir angin untuk penggerak pompa air, diberikan kepada mahasiswa sebagai kelompok formal dan masyarakat dusun Bugel 2 sebagai kelompok informal. Pelaksanaan pengembangan pendidikan berkelanjutan dengan pilar utama sosial, ekonomi dan lingkungan dalam pemanfaatan energi terbarukan. Diberikan dalam bentuk pelatihan pembuatan kincir angin terhadap mahasiswa PKM ESD. Pelaksanaan meliputi pengembangan keterampilan penggunaan peralatan dilaksanakan di laboratorium (Gambar 6).



Gambar 6

Suasana mahasiswa sedang membuat kincir angin dan pompa air di laboratorium

Kincir angin dan pompa yang telah dibuat kemudian dibawa ke lokasi dusun Bugel 2. Kincir angin dipasang permanen dengan menghadap arah tenggara, kondisi angin selama musim kemarau di pesisir pantai Selatan Yogyakarta, angin bertiup dari arah Tenggara. Pengembangan untuk pendidikan berkelanjutan bagi masyarakat dilakukan dalam rangka pengenalan energi terbarukan yang ramah lingkungan. Pendidikan diberikan dalam bentuk diskusi teknik pembuatan kincir angin dan latihan pembuatan kincir angin dan pompa air. Pembuatan kincir angin meliputi pelatihan dasar pengelasan, untuk merangkai komponen kincir angin dan latihan pembuatan pompa air dari bahan PVC dan pelatihan pengelasan. Gambar 7 menunjukkan proses pembelajaran bagi warga. Pemasangan kincir dengan konstruksi tiang yang terbuat dari beton cor dapat dilihat pada Gambar 8.



(a)



(b)

Gambar 7.

Suasana proses pembelajaran (a) diskusi pembuatan kincir angin dan (b) pelatihan pengelasan



Gambar 8

Pemasangan kincir angin mahasiswa, dosen bersama masyarakat

Hasil dari pelaksanaan pengembangan untuk pendidikan berkelanjutan, pemanfaatan energi alam terbarukan yang ramah lingkungan dihasilkan 6 kincir angin untuk menggerakkan pompa air, yang tersebar di beberapa sumur warga dusun Bugel 2. Air yang berhasil dinaikan dibuatkan bak penampungan, yang selanjutnya dapat digunakan oleh warga untuk kebutuhan sehari-hari.

Kesimpulan

Kincir angin sebagai mesin konversi energi alternatif untuk menggerakkan pompa air mudah dibuat dan ramah lingkungan serta tidak menghasilkan polutan. Kapasitas pompa yang dibuat dari bahan pipa PVC adalah 4,5 liter/menit. Kecepatan minimum angin untuk menghasilkan kapasitas tersebut adalah 4 meter/detik. Keterlibatan pembuatan kincir angin menyertakan dosen, mahasiswa dan masyarakat sebagai bentuk pembelajaran berbasis ESD. Jumlah kincir angin yang dibuat sebagai media pendidikan, dibuat sebanyak 6 buah tersebar pada beberapa sumur warga. Dari segi sosial masyarakat, teknologi pompa dan kincir angin bukanlah teknologi yang sangat rumit, akan tetapi merupakan teknologi yang mudah dikuasai, sosialisasi kepada masyarakat selaku pengguna teknologi ini akan sangat membantu, khususnya di Dusun Bugel 2 Kelurahan Bugel Kecamatan Panjatan Kabupaten Kulon Progo DIY.

Terima kasih disampaikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DP2M), Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (Dikti) Kementerian Pendidikan Nasional, yang telah membiayai Hibah Penelitian Untuk Pengembangan Pendidikan Berbasis *Education Sustainable Development* (ESD).

Daftar Pustaka

- Desriansyah. (2006). *“Analisis Teknis Sudu Kincir Angin Tipe Sumbu Horizontal Dari Bahan Fibreglass”*, Indralaya.
- Dita Rama Insiyanda, dkk. (2015). Prototipe Turbin Angin Sumbu Tegak Sebagai Pembangkit Tenaga Listrik Ramah Lingkungan, Prosiding Seminar Nasional *Fisika. E-Journal SNF2015 Volume IV*, Oktober ISSN: 23390654 ISSN: 2476-9398.
- Dwiyantoro, B. A., Suphandani, V., & Rahman, D. (2015). Studi Eksperimental tentang Karakteristik Turbin Angin Sumbu Vertikal Jenis Darrieus-Savonius. *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTMXIV)*.
- El-Wakil, M.M. (1985). *‘Power Plant Technology’*, McGraw-Hill Book Company Co, Singapura.
- Hasyim Asy’ari dkk. (2012). *“Desain Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dengan Turbin Horisontal Dan Generator Magnet Permanen Tipe Axial Kecepatan Rendah”* Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III ISSN: 1979-911X, Yogyakarta.
- Manwell JF, At all. (2002). *‘Wind Energy Explained: Theory, Design and Application’*, John Wiley and Sons Chichester, USA.
- Nakhoda, Y. I., & Saleh, C. (2016). Rancang Bangun Generator Magnet Permanen Untuk Pembangkit Tenaga Listrik Skala Kecil Menggunakan Kincir Angin Savonius Portabel. *Jurnal Ilmiah SETRUM*, 5(2), 71–76.
- Reksoatmodjo, Tedjo N. (2004). ‘Vertical -Axis Differential Drag Windmill’. *Jurnal Teknik Mesin* Vol. 6, No. 2, Oktober 2004: 65 – 70.
- Subiyanto. (2014). Model Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 12(2), 147–158. <https://doi.org/10.15294/saintekno.v12i2.5417>
- Sularso & Tahara, H. (2004). *‘Pompa Dan Kompresor: Pemilihan, Pemakaian, Dan Pemeliharaan’*, Cetakan Keempat, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Suparton, Wahyu. (2003). *‘Pasir Energi Alternatif Masa Depan’*. Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian UGM Yogyakarta.
- Syafrie dkk. (2013). *Rancang bangun pembangkit listrik tenaga angin (PLT Bayu) sumbu horizontal dengan daya terpasang 200 watt”* Hipotesis Tahun ke 5 No 1 Januari-April 2013. Akademik teknik Sorowako.
- Tjukup Marnoto. (2010). *“Perancangan kincir angin axis vertikal tipe baru untuk generator listrik tenaga angin”* Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” ISSN 1693 – 4393, Yogyakarta.