

Rekayasa Pompa Air Tenaga Angin sebagai Upaya Penyediaan Air Bersih di Ponpes Darululum Assyar'iyah ds. Jetis Leyangan Ungaran

Saefurrohman*¹, Dewi Handayani Untari Ningsih², Rusiyanto³

^{1,2} Fakultas Teknologi Informasi dan Industri Universitas Stikubank Semarang

³ Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

*e-mail: saefurr@edu.unisbank.ac.id¹, dewi_h@edu.unisbank.ac.id², me_rusiyanto@mail.unnes.ac.id³

Abstrak

Ketersediaan air bersih di Pondok Pesantren Darululum Assyar'iyah, Ungaran, mengalami tantangan signifikan, terutama saat musim kemarau. Sumber air utama yang berjarak hampir 1 km memerlukan pompa listrik berdaya tinggi, sehingga menambah beban biaya operasional. Rekayasa pompa air tenaga angin dibangun sebagai upaya solusi inovatif untuk memenuhi kebutuhan air bersih. Metodologi mencakup survei kebutuhan air, desain teknis, konstruksi pompa angin, hingga pelatihan santri untuk operasional dan pemeliharaan sistem secara berkelanjutan. Hasil implementasi menunjukkan sistem mampu memenuhi hingga 80% kebutuhan air harian pesantren, menurunkan ketergantungan pada energi listrik, dan mengurangi biaya operasional. Selain itu, santri memperoleh pengetahuan langsung mengenai energi terbarukan, meningkatkan wawasan teknologi mereka. Teknologi ini berpotensi direplikasi di wilayah lain yang menghadapi masalah serupa, memberikan solusi penggunaan energi angin sebagai sumber tenaga utama diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional dan berkontribusi pada pelestarian lingkungan.

Kata Kunci: Air Bersih, Energi Terbarukan, Keberlanjutan, Pesantren, Pompa Tenaga Angin

Abstract

The availability of clean water at Pondok Pesantren Darululum Assyar'iyah, Ungaran, faces significant challenges, particularly during the dry season. The primary water source, located nearly 1 km away, requires high-power electric pumps, increasing operational costs. A wind-powered water pump system was developed as an innovative solution to address the clean water demand. The methodology included assessing water needs, technical design, pump construction, and training students for sustainable operation and maintenance. The implementation results showed that the system could fulfill up to 80% of the daily water needs, reduce reliance on electricity, and lower operational expenses. Additionally, students gained hands-on knowledge of renewable energy, enhancing their technological understanding. This technology has the potential to be replicated in other areas facing similar challenges, offering a sustainable solution that harnesses wind energy as the primary power source, thereby reducing dependence on conventional energy and contributing to environmental conservation.

Keywords: Clean Water, Pesantren, Renewable Energy, Sustainability, Wind-Powered Pump.

1. PENDAHULUAN,

Ketersediaan air bersih merupakan kebutuhan dasar yang vital (Sukartini and Samsubar 2016) bagi kehidupan, terutama di lingkungan pondok pesantren, seperti Pondok Pesantren Darululum Assyar'iyah yang berlokasi di ds. Jetis, Leyangan, Ungaran yang mengalami permasalahan air bersih, terutama di musim kemarau.

Air bersih yang ada dilingkungan sekitar pondok hanya untuk kebutuhan air minum, memasak dan bersuci. Sedangkan untuk keperluan mandi dan mencuci baju harus melewati persawahan agar bisa menjangkau sendang air yang jaraknya hampir 1 km. Selama ini air di pondok berasal dari sendang yang dialirkan melalui pipa dengan

jarak hampir 1 km. Kondisi ini akan semakin mempersulit para santri bila dimusim penghujan, karena selain air keruh, jarak ke lokasi menjadi berlumpur. Hal ini sangat menghambat aktivitas sehari-hari dan khususnya untuk proses pembelajaran dan berdampak pada produktivitas santri.



Gambar 1. Sumber Air Lama dan Sumber Air Baru Serta Jarak Ke Pondok Pesantren

Tantangan dalam memperoleh akses air bersih di daerah ini menjadi permasalahan yang mendesak untuk diatasi. Keterbatasan sumber air bersih serta ketergantungan pada sistem distribusi konvensional, yang sering kali tidak stabil, mengakibatkan kebutuhan air bersih di pesantren ini tidak terpenuhi secara optimal.

Daya jangkauan air dari sumber yang ada di sendang ke pondok pesantren (gambar 1) memerlukan pompa listrik dengan daya yang tinggi supaya air bisa sampai. Tingginya pemakaian pompa listrik sangat berdampak pada kebutuhan listrik yang harus dikeluarkan untuk pompa air. Sebagian besar iuran SPP tiap bulan santri hanya untuk kebutuhan membayar listrik saja.

Permasalahan utama yang dihadapi oleh Pondok Pesantren Darululum Assyar'iyah ds. Jetis Leyangan Ungaran adalah keterbatasan akses air bersih terutama di musim kemarau dan jarak sumber air ke pondok, kebutuhan air untuk mandi dan mencuci baju harus melalui jalan setapak melewati pematang sawah yang dimana pada saat musim penghujan licin dan berlumpur, biaya listrik untuk mengoperasikan mesin pompa air juga menjadi beban keuangan bagi pondok pesantren.

Sebagai salah satu solusi inovatif, pemanfaatan energi terbarukan, seperti angin, dapat menjadi alternatif yang berkelanjutan dan ramah lingkungan (Eckhouse 2020) dimana pemanfaatan rekayasa pompa air tenaga angin dipandang sebagai solusi yang tepat untuk menghadapi masalah ini (Hussany 2023). Memanfaatkan potensi angin di daerah tersebut, sistem pompa air dapat dirancang untuk mengalirkan air bersih secara efektif, tanpa ketergantungan pada sumber energi listrik konvensional.

Solusi ramah lingkungan dan pemanfaatan sumber daya alam yang ada disekitar pondok menjadi alternatif pilihan untuk bisa mengoptimalkan sumber daya yang ada dan bisa dimanfaatkan untuk energi alternatif bagi pemenuhan kebutuhan air bersih. Pemanfaatan teknologi yang ada sekitar pondok sebagai sumber alternatif energi terbarukan sebagai edukasi bagi santri untuk pengayaan pengetahuan dan wawasan

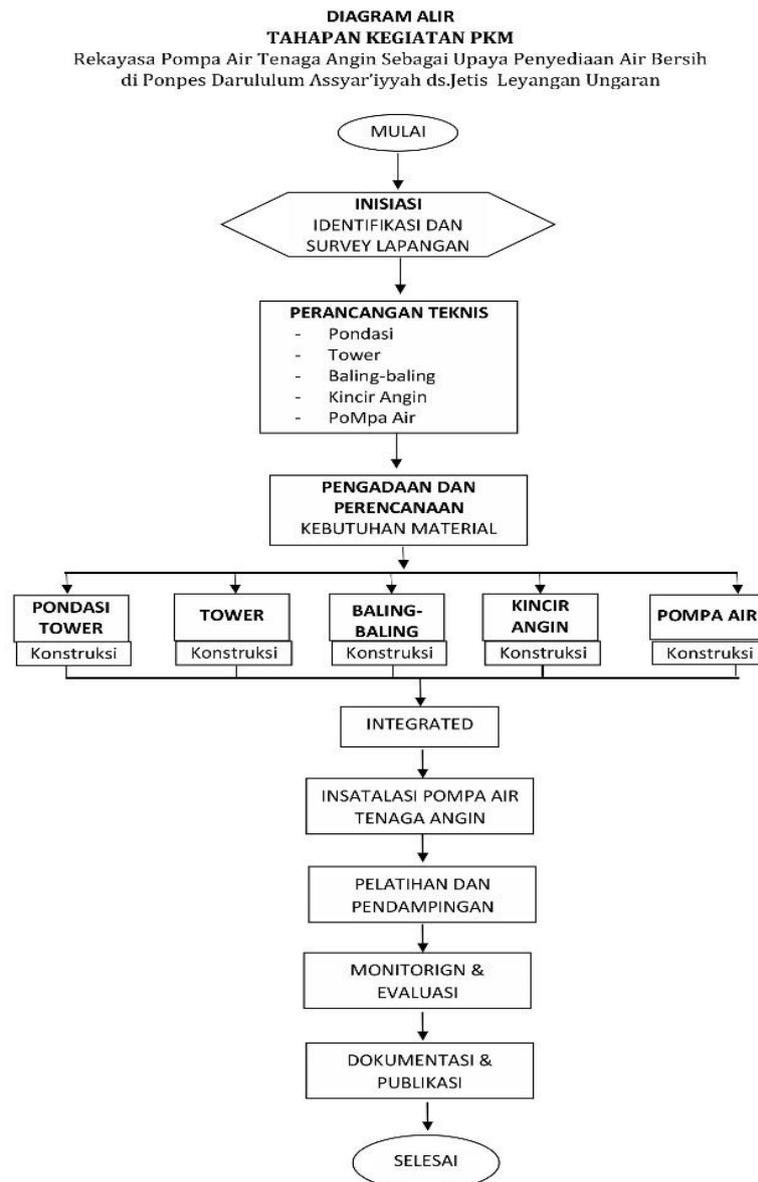
keilmuan sebagai sumber daya manusia berkualitas melalui pengetahuan penerapan teknologi ini (Sudrajat et al. 2023), santri diperkenalkan dengan konsep energi terbarukan, yaitu energi yang diambil dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui, seperti angin. Kincir angin berfungsi mengubah energi angin menjadi energi mekanik yang memompa air dari dalam tanah ke permukaan. Melalui teknologi pompa air tenaga angin, santri dapat melihat langsung aplikasi nyata dari teknologi di kehidupan sehari-hari, tidak hanya konsep teoretis, melainkan teknologi yang memiliki dampak langsung dan praktis, terutama dalam memenuhi kebutuhan air bersih di pesantren. Santri akan belajar bagaimana teknologi ini dipasang, dioperasikan, dan dirawat agar dapat berfungsi secara optimal. Peningkatan pengetahuan teknologi bagi santri akan sangat bermanfaat (Sudrajat, Romadoni, and Herlan Asymar 2022) dimana mereka tidak hanya belajar tentang ilmu pengetahuan dan teknologi, tetapi juga dapat menerapkan pengetahuan agama terkait menjaga dan memanfaatkan sumber daya alam dengan bijak.

Eksplorasi penggunaan pompa air bertenaga angin untuk memenuhi kebutuhan air bersih (Nurdin et al. 2019). Pentingnya pompa ini dalam mengoptimalkan distribusi air dan mengatasi kelangkaan air di pedesaan (Saskya 2010). Peran sistem penyaringan air sederhana dalam menjamin ketersediaan air bersih, terutama pada saat kekurangan air (Triatmadja 2008). Pengelolaan sumber daya air bersih untuk melindungi keuangan publik dan menjamin akses warga terhadap air bersih (Hartono 2014). Potensi pompa air bertenaga angin dan sistem penyaringan dalam memenuhi kebutuhan air bersih (Susaidi et al. 2020) , khususnya di daerah pedesaan dan daerah yang kurang terlayani (Adiputra et al. 2022).

Pompa air dengan penggerak turbin dengan memanfaatkan kincir angin untuk menaikkan air dari dalam tanah ke permukaan tanah (Air et al. 2019), dimana dengan pompa ini bisa untuk memompa air tanpa memerlukan sumber energi eksternal (Aminuddin, Nurhayati, and Widiyani 2019). Air yang dipompakan di tempat penampungan dialirkan ke pondok pesantren dan masyarakat sekitar serta dari kincir angin bisa diperoleh sumber energi alternatif berupa energi listrik (Firmansyah, Purwangka, and Iskandar 2021) yang bisa disimpan dan digunakan sesuai dengan kebutuhan, sehingga pemanfaatan energi alternatif dalam pengelolaan air sumber sebagai air bersih menjadi optimal (Novit, Sudarti, and Yushardi 2023). Pompa air tanpa listrik dengan penyaluran air ke area yang membutuhkan dengan energi listrik alternatif dapat menjadi solusi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan (Saskya 2010); (Wiyono et al. 2018). Besarnya debit air bisa dimanfaatkan untuk meningkatkan produktivitas penggunaan air bersih.

2. METODE

Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian pada masyarakat untuk menyelesaikan permasalahan dari khalayak sasaran dilakukan dengan beberapa tahapan kegiatan yang ditunjukkan dalam bentuk diagram alir sebagai berikut:



**Gambar 2. Tahapan Kegiatan Pengabdian Pada Masyarakat
Rekayasa Pompa Air Tenaga Angin**

- 1) Identifikasi dan Survei Awal (gambar 2)
 - Diawali dengan survei lapangan di Ds. Jetis, Ungaran, di Pondok Pesantren Darul'ulum Assar'iyah yang bertujuan untuk mengetahui kebutuhan air bersih, kondisi geografis, kecepatan angin, dan ketersediaan sumber air. Informasi ini penting untuk merancang sistem pompa air tenaga angin yang sesuai dengan kondisi lokasi.
- 2) Perancangan Teknis
 - Berdasarkan hasil survei, tim melakukan perancangan teknis sistem pompa air tenaga angin meliputi desain pondasi tower sesuai dengan lebar Sumur, tower, desain baling-baling, kincir angin, dan pompa air.
 - Dilakukan simulasi dan perhitungan teknis untuk memastikan sistem mampu bekerja secara optimal dalam kondisi lokal, termasuk mempertimbangkan variabilitas kecepatan angin dan kebutuhan air harian.

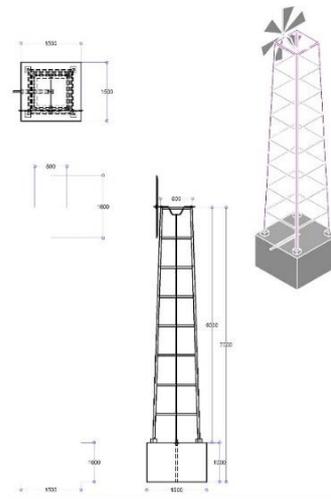
- 3) Pengadaan Material dan Peralatan
 - Setelah perancangan selesai, tahap berikutnya adalah pengadaan material dan peralatan yang dibutuhkan. Tim memastikan semua komponen yang dibeli berkualitas dan sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang.
 - Material yang digunakan dipilih berdasarkan ketersediaannya di pasar lokal untuk memudahkan perawatan dan perbaikan di masa depan.
- 4) Konstruksi
 - Kegiatan berikutnya adalah membuat peralatan sesuai dengan perancangan dan material yang tersedia.
 - Pembuatan Pompa Air Tenaga Angin dimulai dengan membuat pondasi Tower yang terletak di atas Sumur, pembuatan Tower setinggi 5 meter yang bisa dibongkar pasang, baling-baling menyesuaikan dengan ketinggian tower dan kemampuan tower dalam menyangga kincir yang berputar, pembuatan kincir angin, konstruksi pompa air, dan terakhir menintegrasikan pompa air dengan kincir angin.
- 5) Instalasi Sistem
 - Instalasi sistem pompa air tenaga angin dilakukan di lokasi yang telah ditentukan berdasarkan survei awal. Proses instalasi melibatkan pemasangan menara angin, pompa, dan sistem distribusi air.
 - Dilakukan uji coba sistem untuk memastikan semua komponen bekerja dengan baik. Penyesuaian dilakukan jika ada masalah atau kendala yang ditemukan selama proses instalasi.
- 6) Pelatihan dan Pendampingan
 - Setelah instalasi selesai dan sistem berfungsi dengan baik, dilakukan pelatihan kepada para santri dan staf pesantren. Pelatihan mencakup cara mengoperasikan, merawat, dan memperbaiki sistem pompa air tenaga angin.
 - Tim pengabdian memberikan panduan tertulis dan melakukan simulasi langsung untuk memastikan pemahaman yang mendalam.
- 7) Monitoring dan Evaluasi
 - Monitoring dilakukan selama beberapa bulan setelah instalasi untuk memastikan sistem berjalan dengan stabil dan sesuai harapan. Tim akan melakukan kunjungan berkala untuk mengevaluasi kinerja sistem dan memberikan bantuan teknis jika diperlukan.
 - Evaluasi akhir dilakukan untuk menilai keberhasilan program pengabdian, termasuk dampaknya terhadap kualitas hidup di pesantren dan keberlanjutan sistem yang diterapkan.
- 8) Dokumentasi dan Publikasi
 - Seluruh proses kegiatan didokumentasikan dengan baik, termasuk foto, video, dan laporan tertulis. Dokumentasi ini akan digunakan sebagai bahan evaluasi serta untuk publikasi di jurnal pengabdian masyarakat dan media lainnya.
 - Hasil dari program pengabdian ini juga akan disosialisasikan ke komunitas lain yang mungkin membutuhkan solusi serupa, dengan harapan program ini dapat direplikasi di lokasi lain.

Desain Rekayasa Teknologi Kincir Angin untuk Pompa Air

Desain konstruksi teknologi yang akan diterapkan meliputi:

1. Konstruksi Tower Penyangga Kincir Angin (Rizal, Jannifar, and Nurdin 2019)
2. Kincir Angin (Marsus and Guntoro 2014)
3. Konstruksi Pompa Air Tenaga Angin (Buchholz et al. 2013; Ismanto, Trinofrandesta, and Hamid 2015)

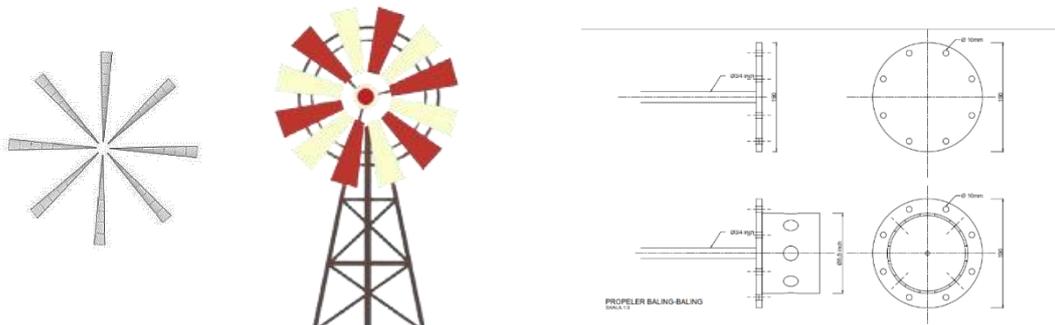
1. Konstruksi tower Penyangga Kincir Angin



Gambar 3. Desain Konstruksi Menara (Sumber: Penulis 2024)

Tower 4 kaki (*Rectangular Tower*) Tower ini berbentuk segi empat dengan empat kaki. Tower dengan 4 kaki sangat jarang sekali dijumpai roboh. Tower jenis ini memiliki kekuatan tiang pancang serta sudah dipertimbangkan konstruksinya (Gambar 3) (O'Leary, Pakrashi, and Kelliher 2019)

2. Kincir Angin (Saputra, Jannifar, and Fakhriza 2022)



3.

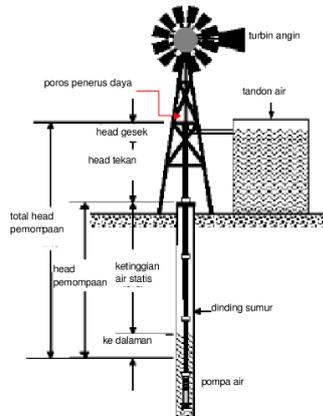
Gambar 4. Desain Baling-Baling Sumbu Horisontal

Prinsip dasar dari turbin angin adalah mengkonversi energi kinetik dari angin menjadi energi putar pada kincir, selanjutnya putaran kincir digunakan untuk memutar generator sehingga dapat menghasilkan listrik (Farid 2014);(Buchholz et al. 2013). Energi kinetik poros adalah cara utama angin menghasilkan energi. Angin yang bergerak dari tempat bertekanan udara tinggi ke tempat bertekanan udara rendah menghasilkan energi kinetik poros. (Adziimaa 2022; Rahman et al. 2023). Kontruksi Kincir angin yang dibuat berdasar perhitungan bagaimana pengaruh jumlah blade dan variasi panjang chord terhadap performansi turbin angin sumbu horisontal (*tash*) (Rahman et al. 2023). Desain baling-baling dari Kincir Angin dengan sumbu horisontal ditunjukkan di gambar 4.

3. Konstruksi Pompa Air Tenaga Angin

Sistem mekanik putaran engkol, lingkaran angin mengubah gerak rotasi menjadi gerak translasi menggunakan energi yang tersimpan dalam putaran poros (Buchholz et al. 2013) pompa torak menggunakan gerakan translasi. Air dapat diangkat dari dalam tanah ke permukaan melalui gerakan ini. Angin yang

mengenai baling-baling akan mengakibatkan baling-baling tersebut berputar pada porosnya (Manwell, McGowan, and Rogers 2010). Pompa digunakan untuk menaikkan air dari permukaan rendah ke permukaan yang lebih tinggi (sumur) menggunakan kincir angin (Aminuddin et al. 2019).



Gambar 5. Desain Konstruksi Popa Air Tenaga Angin Dengan Kincir Angin
(Sumber: https://www.researchgate.net/figure/Gambar-624-Pompa-dengan-penggerak-mula-turbin-angin_fig6_323551460)

Kincir angin yang digunakan adalah adalah kincir angin poros horizontal sebanyak 8 buah baling-baling dengan sudut masing-masing 60° , bahan yang digunakan berupa pipa PVC 6" yang telah dipotong dan dibelah serta dipipihkan dengan panjang 60 cm. Pompa air yang digunakan dalam perancangan ini adalah pompa air piston dengan dua katup yaitu katup bagian bawah dan katup bagian atas. Pada katup bagian bawah disebut juga *foot valve* yang berfungsi sebagai *check valve* agar air selalu ada di bagian bawah. Ini dimaksudkan agar tingkat responsivitas dari pompa ini sangat tinggi sehingga tidak dilakukan pemancingan terus menerus. Sedangkan katup bagian atas berfungsi untuk mengangkat air yang tersedia pada ruang katup bagian bawah ke atas dan keluar melalui pipa. Rancangan pompa air tenaga angin ditunjukkan di gambar 5

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pelaksanaan Survey Lapangan Dan Koordinasi



Gambar 6. Survey Lapangan dan Koordinasi Penerapan Teknologi Pompa Air Tenaga Angin Di Ponpes Darululum Assyar'Iyyah Jetis Leyangan Ungaran.

Survey lapangan dilakukan dengan meninjau lokasi untuk mengukur potensi penggunaan teknologi pompa air tenaga angin yang terletak di lokasi pondok baru, termasuk sumber air serta kedalaman air tanah dan kualitas air. Koordinasi dengan tim teknis dan penyedia alat. Menyusun timeline pelaksanaan yang mencakup jadwal pengiriman alat, instalasi, serta pelatihan bagi pengurus pmpes dan santri. Kegiatan ini ditunjukkan di gambar 6.

3.2. Perencanaan Program



Gambar 7. Perencanaan Program dengan Penyusunan Tim dan Pembelian Material

Perencanaan diawali dengan penyusunan tim pelaksana lapangan dan pembagian kerja yang bekerja sama dengan pengurus pondok. Pengadaan material dan peralatan yang dibutuhkan untuk membangun mulai dari dudukan tower, tower, kincir angin dan pompa air, serta integrasi keseluruhan bangunan. Mengidentifikasi dan membeli komponen kincir angin, pompa air, serta material pendukung lainnya seperti pipa dan tangki air. Melakukan pengecekan kualitas alat sebelum dikirim ke lokasi dan pengaturan pengiriman alat serta material ke lokasi proyek di Pondok Pesantren Darululum Assyar'iyah. Kegiatan ini ditunjukkan di gambar 7.

3.3. Konstruksi Dudukan Tower dan Tower



Gambar 8. Pembuatan Tower

Pembangunan diawali dengan mengukur dudukan yang akan dibuat diatas sumur dan pembersihan area sekitar sumur sumber air dan tower dibuat tepat diatas sumur, dimana sumber air berada yang memungkinkan secara langsung memposisikan pompa air digerakkan dengan bantuan kincir angin. Perhitungan kekuatan dudukan dilakukan dengan pemilihan material yang digunakan untuk membangun dudukan dan tower 4 kaki. Menggali tanah untuk membuat pondasi dudukan tower dengan kedalaman yang cukup. Memasang rangkaian tulangan baja pada area pondasi untuk memperkuat struktur beton, dan pengecoran beton. Spesifikasi tower dengan

ketinggian 5.3 meter dengan konstruksi yang memudahkan bagi pengurus pondok dalam pemeliharaan. Pemasangan tower yang akan mendukung kincir angin dan sistem pompa air (kontruksi ditunjukkan di gambar 8).

3.4. Konstruksi Baling-baling

Menentukan desain baling-baling yang sesuai dengan kondisi angin di lokasi dan kebutuhan sistem pompa air. Produksi baling-baling sesuai desain untuk dipasang pada kincir angin dan implementasi baling-baling ditunjukkan di gambar 9.



Gambar 9. Pembuatan Baling-baling

3.5. Konstruksi Kincir Angin



Gambar 10. Bangunan Kincir Angin

Aktivitas ini diawali dengan memilih desain kincir angin yang cocok, seperti model baling-baling horizontal (*horizontal axis wind turbine, HAWT*) yang umum digunakan untuk memanfaatkan energi angin bagi kebutuhan sistem pompa air. Pembuatan baling-baling kincir yang aerodinamis untuk mengoptimalkan tangkapan angin dan rotasi kincir, pembuatan poros utama, perakitan bearing dan mekanisme putar, membangun struktur penopang kincir yang kokoh menggunakan besi galvanis atau baja, dan merakit semua komponen kincir angin menjadi satu unit yang fungsional. Aktivitas konstruksi kincir angin ditunjukkan di gambar 10.

3.6. Konstruksi Pompa Air



Gambar 11. Rancangan bangun Pompa Air

Kegiatan ini diawali dengan menghitung kebutuhan harian air bersih, seperti konsumsi, air minum, wudlu, dan mandi. Menentukan jenis pompa air yang sesuai.

pembuatan mekanisme penggerak pompa, perakitan pompa air, serta pengujian pompa air bisa berjalan dengan baik. Konstruksi ini ditunjukkan gambar 11.

3.7. Hasil Akhir Rekasaya Teknologi Pompa Air Tenaga Angin

Hasil akhir konstruksi dapat mengalirkan air dari sumber air ke tandon yang akan dialirkan ke seluruh lingkungan pondok dan dimanfaatkan tidak hanya untuk kebutuhan air minum, tetapi juga untuk mandi dan bersuci. Implementasi teknologi ditunjukkan di Gambar 12. Air yang dihasilkan dari Sumur langsung disalurkan ke tandon yang sudah disediakan di lantai atas pondok setinggi lebih kurang 6 meter, yang nantinya bisa tinggal disalurkan ke bangunan pondok yang ada di depan dan di alirkan ke sekitar pondok.



Gambar 12. Implementasi Rekasaya Teknologi Pompa Air Tenaga Angin

KESIMPULAN

Berikut kesimpulan program pembangunan rekayasa pompa air tenaga angin bagi Pondok Pesantren Darul Ulum Assyar'iyah:

Sistem pompa air tenaga angin berhasil diimplementasikan dan berfungsi dengan baik, memenuhi hingga 80% kebutuhan air bersih harian pesantren. Penggunaan energi terbarukan melalui pompa angin menurunkan ketergantungan pondok pada listrik yang selama ini menggunakan pompa sanyo untuk memompa air, sehingga mengurangi beban biaya operasional. Sistem ini memiliki potensi untuk replikasi di daerah lain dengan kondisi serupa, membantu lebih banyak komunitas mengatasi masalah akses yang air bersih. Adanya pelatihan bagi santri mengenai pengoperasian dan pemeliharaan sistem, memastikan keberlanjutan untuk jangka panjang. Integrasi dan penggabungan teknologi lain seperti penyimpanan energi untuk memaksimalkan penggunaan energi angin pada hari-hari dengan angin rendah. Sekaligus mengembangkan sistem dengan skala yang lebih besar atau mengadaptasi teknologi untuk penggunaan komunal yang lebih luas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada **Kemdikbud Ristek** yang telah memberikan kesempatan untuk pelaksanaan Program Kemitraan Masyarakat (PKM) **BIMA** bagi Pondok Pesantren Darul Ulum Assyar'iyah dusun Jetis Leyangan Ungaran serta pengasuh pondok pesantren **K.H. Sulaiman Nur Cholis Al Hafizh** yang selalu memberikan dukungan moril bagi pelaksanaan pengabdian ini sehingga berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiputra, Dimas, Titus Kristanto, Abduh Sayid Albana, Gilbert Wednestwo Samuel, Syakira Andriyani, and Christian Jose Anto Kurniawan. 2022. "Penerapan Teknologi Hidroponik Berbasis IoT Untuk Mendukung Pengembangan Desa Wisata Edukasi." *ABDINE: Jurnal Pengabdian Masyarakat* 2(2):200–209. doi: 10.52072/abdine.v2i2.451.
- Adziimaa, Ahmad Fauzan. 2022. "Design of Horizontal Axis Wind Turbine Simulator Using Smart Monitoring System." *IPTEK The Journal of Engineering* 8(2). doi: 10.12962/j23378557.v8i2.a12848.
- Air, Pompa, Penggerak Kincir, Angin Untuk Pengairan Di Dusun Bugel, Kelurahan Bugel, Kecamatan Panjatan, Kabupaten Kulon, Progo Daerah, Istimewa Yogyakarta, Toto Rusianto, and Saiful Huda. 2019. *POMPA AIR DENGAN PENGGERAK KINCIR ANGIN UNTUK PENGAIRAN DI DUSUN BUGEL 2, KELURAHAN BUGEL, KECAMATAN PANJATAN, KABUPATEN KULON PROGO DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA*. Vol. 5.
- Aminuddin, Jamrud, Nurhayati Nurhayati, and Agustina Widiyani. 2019. "Modifikasi Pompa Air Menggunakan Kincir Kecepatan Rendah Sebagai Tenaga Penggerak." *Elkawanie* 5(1). doi: 10.22373/ekw.v5i1.4091.
- Buchholz, Florian, Guisepe Galbiati, Edler Alexander, Eckard Wefringhaus, Ferstl Berthold, and Ross Marco. 2013. "Perancangan Kincir Angin Sebagai Penggerak Pompa Air." *European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition* 2(i).
- Eckhouse, B. 2020. "Solar and Wind Cheapest Sources of Power in Most of the World." *Bloomberg Green*.
- Farid, Ahmad. 2014. "Optimasi Daya Turbin Angin Savonius Dengan Variasi Celah Dan Perubahan Jumlah Sudu." *Prosiding SNST Fakultas Teknik* 1(1).
- Firmansyah, Dudi, Fis Purwangka, and Budhi Hascaryo Iskandar. 2021. "Turbin Angin Mini Sebagai Alternatif Sumber Energi Listrik." *Jurnal Albacore* 4(2):149–58.
- Hartono, Djoko M. 2014. "Sistem Penyediaan Air Minum Dan Permasalahannya." *Universitas Indonesia* (April 2014).
- Hussany, Firas. 2023. "Design of Water Pumping Mechanism Using Wind Energy (Analysis Study)." *SSRN Electronic Journal*. doi: 10.2139/ssrn.4628031.
- Ismanto, D., E. Trinofrandesta, and H. Hamid. 2015. "Rancang Bangun Kincir Air Sebagai Tenaga Penggerak Pompa." *Program Kreativitas ...*
- Manwell, J. F., J. G. McGowan, and A. L. Rogers. 2010. *Wind Energy Explained: Theory, Design and Application*.
- Marsus, Sutan, and Bambang Guntoro. 2014. "Rancang Bangun Penggerak Turbin Angin." *Jurnal Teliska ISSN* 15(3).
- Novit, Andariani, Sudarti Sudarti, and Yushardi Yushardi. 2023. "ANALISIS PENGGUNAAN KINCIR ANGIN SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF CADANGAN YANG TERBARUKAN." *PHYDAGOGIC: Jurnal Fisika Dan Pembelajarannya* 6(1). doi: 10.31605/phy.v6i1.3138.
- Nurdin, Hendri, Hasanuddin Hasanuddin, Irzal Irzal, and Waskito Waskito. 2019. "Optimalisasi Pemanfaatan Kincir Air Terapung Untuk Mensuplai Kebutuhan Air Sawah Tadah Hujan Di Nagari Rajo Dani Tanah Datar." *Suluah Bendang: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat* 19(2). doi: 10.24036/sb.0130.
- O'Leary, Kieran, Vikram Pakrashi, and Denis Kelliher. 2019. "Optimization of Composite Material Tower for Offshore Wind Turbine Structures." *Renewable Energy* 140. doi: 10.1016/j.renene.2019.03.101.

- Rahman, Fathur, Ika Nurjannah, Handini Novita Sari, Alexander Christian, and Muhammad Khoirul Hidayat. 2023. "OPTIMALISASI METODE BLADE TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL." *Otopro* 59–64. doi: 10.26740/otopro.v18n2.p59-64.
- Rizal, F., A. Jannifar, and H. Nurdin. 2019. "Rancang Bangun Rangka Konstruksi Dudukan Kincir Angin Penggerak Pompa Dengan Ketinggian 6 Meter Untuk Pengairan Sawah." *Jurnal Mesin Sains Terapan* 3(2).
- Saputra, D., A. Jannifar, and F. Fakhriza. 2022. "Rancang Bangun Mekanisme Transmisi Daya Kincir Angin Penggerak Pompa Air Manual." *Jurnal Mesin Sains Terapan* 6(1).
- Saskya, Sastavyana. 2010. "Penentuan Model Sistem Penyediaan Air Minum Perdesaan." *Jurnal Wilayah Dan Perencanaan Kota* 21(2).
- Sudrajat, Budi, Fahlepi Roma Doni, Hasta Herlan Asymar, and Muhammad Darrusalam. 2023. "Edukasi Pemanfaatan Perkembangan Teknologi Untuk Peningkatan SDM Berkualitas Bagi Warga Kelurahan Sukasari Tangerang." *ABDINE: Jurnal Pengabdian Masyarakat* 3(1). doi: 10.52072/abdine.v3i1.530.
- Sudrajat, Budi, Fahlepi Romadoni, and Hasta Herlan Asymar. 2022. "Pelatihan Penerapan IoT Untuk Peningkatan Pengetahuan Teknologi Bagi Kader Kelurahan Sukasari Tangerang." *ABDINE: Jurnal Pengabdian Masyarakat* 2(1). doi: 10.52072/abdine.v2i1.323.
- Sukartini, Ni Made, and Saleh Samsubar. 2016. "Akses Air Bersih Di Indonesia Access to Clean Water in Indonesia." *Jurnal Ekonomi Kuantitatif Terapan* 9(2).
- Susaidi, Aan, Markus Makdin Sinaga, Surya Selindo, Universitas Katolik, and Indonesia Atma. 2020. "Rancang Bangun Pompa Torak Sebagai Pengumpan Pompa Hidram Dengan Penggerak Kincir Angin." *Jurnal Ilmiah Teknik ...* 6(1).
- Triatmadja, Radianta. 2008. "Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaan." *Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaan*.
- Wiyono, A., G. Heryana, M. Laksono, and ... 2018. "Studi Eksperimental Kincir Angin Poros Horizontal Propeller 7 Sudu Sebagai Penggerak Pompa Air." ...: *Jurnal Teknik Mesin ...* IV(2).