

PENERAPAN SISTEM OPERASIONAL DAN PERAWATAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU DI KELURAHAN MANGUNHARJO KECAMATAN TUGU

IMPLEMENTATION OF OPERATIONAL AND MAINTENANCE SYSTEMS FOR WIND POWER PLANTS IN MANGUNHARJO VILLAGE, TUGU DISTRICT

Sahid¹, Yanuar Mahfud S², Dwiana Hendrawati³

^{1, 2, 3}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang

¹sahid.poline@gmail.com

Info Artikel

Riwayat Artikel:

Disubmit 18 Desember 2024

Direvisi 7 Januari 2025

Diterima 8 Januari 2025

Kata kunci:

PLTB

Operasional dan Perawatan

Mangunharjo

Keywords:

Wind Power Plant

Operational and Maintenance

Mangunharjo Village

ABSTRAK

Mitra program ini adalah pengelola Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) yang berada di Kelurahan Mangunharjo kecamatan Tugu Kota Semarang. Kendala Mitra adalah terbengkelainya PLTB yang dibangun pada tahun 2019. Beberapa menara telah mengalami kerusakan karena faktor alam. Kemampuan pengelola menjadi kendala dalam operasional dan perawatan PLTB karena latar belakang keilmuan yang tidak memadai. Solusi tepat yang ditawarkan melalui pengabdian ini adalah perbaikan pada beberapa peralatan dan penerapan teknologi operasional dan perawatan bagi pengelola PLTB. Tujuan pengabdian kepada masyarakat ini adalah (1) melakukan perbaikan menara angin, (2) menerapkan sistem operasional dan perawatan PLTB, dan (3) melakukan evaluasi dan pendampingan untuk menjaga keberlanjutan program. Tahap awal yang dilakukan dalam pengabdian ini mengidentifikasi kerusakan dan melakukan perbaikan komponen-komponen pembangkit. Tahap berikutnya adalah penerapan iptek Operasional dan perawatan. Tahapan ini dilakukan terhadap pengelola PLTB. Tahapan akhir pengabdian adalah evaluasi dan pendampingan. Evaluasi dilakukan dengan menilai langsung praktek operasional mitra terhadap materi yang sudah diberikan. Pendampingan yang dilakukan meliputi pengawasan, kontrol kerja, dan pengarahan saat mitra melakukan operasional PLTB. Peralatan dan bagian yang telah diperbaiki antara lain rangkaian baterai, panel listrik, charger otomatis, inverter, jaringan instalasi, rumah daya, turbin angin, menara angin, dan lantai PLTB. Peralatan-peralatan ini telah berfungsi dengan baik. Peningkatan kompetensi pengelola dilakukan dengan melibatkannya pada setiap kegiatan pengabdian.

ABSTRACT

The partner of this program is the manager of the Wind Power Plant (PLTB) located in Mangunharjo Village, Tugu District, Semarang City. The Partner's obstacle is the abandonment of the PLTB built in 2019. Several towers have been damaged due to natural factors. The ability of the manager is an obstacle in the operation and maintenance of the PLTB due to inadequate scientific background. The right solution offered through this community service is the repair of several pieces of equipment and the application of operational and maintenance technology for PLTB managers. The objectives of this community service are (1) to repair wind towers, (2) to implement a PLTB operational and maintenance system, and (3) to conduct evaluation and assistance to maintain the sustainability of the program. The initial stage carried out in this service is to identify damage and make repairs to generator components. The next stage is the application of Operational and Maintenance Science and Technology. This stage is carried out for PLTB managers. The final stage of service is evaluation and assistance. Evaluation is carried out by directly assessing the operational practices of partners against the material that has been provided. The assistance provided includes supervision, work control, and direction when partners carry out PLTB operations. Equipment and parts that have been repaired include battery circuits, electrical panels, automatic

chargers, inverters, installation networks, power houses, wind turbines, wind towers, and PLTB floors. These equipment have been functioning well. Improving the competence of managers is done by involving them in every community service activity.

Creative Commons Attribution-Share-Alike 4.0 License (CC BY-SA)



Corresponding Author:

Sahid,
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang,
Jl. Prof. Sudarto, SH Tembalang Semarang Fax. (024) 7472396
E-mail: sahid.poline@gmail.com

How to Cite (Cara Sitasi):

Sahid, Yanuar Mahfud S, D. Hendrawati, "Penerapan Sistem Operasional dan Perawatan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu di Kelurahan Mangunharjo Kecamatan Tugu," *Jurnal Kemitraan, Technopreneurship dan Pengabdian Masyarakat (KURVAMAS)*, vol. 1, no. 1, pp 21-26, Januari 2025. DOI: <https://doi.org/10.33579/krvms.v1i1.5569>

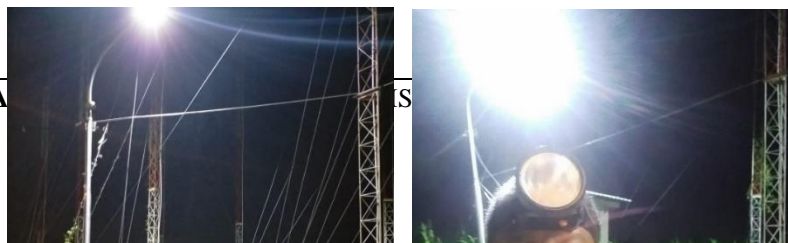
I. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) terletak di kelurahan Mangunharjo kecamatan Tugu Kota Semarang. PLTB dibangun pada tahun 2019 atas kerjasama pemerintah Kota Semarang dan Polines (Surat Perjanjian Antara Pemerintah Kota Semarang Dengan Politeknik Negeri Semarang Nomor: 019.6/182/2018; Nomor 2974a/Pl4.4/Ks/2018). PLTB ini merupakan percontohan dalam pemanfaatan sumber energi terbarukan kota Semarang. PLTB memiliki 10 menara pembangkit dengan kapasitas total 4 KWp dan rumah daya ukuran 2m x 2m. Setiap menara pembangkit terdiri dari tiang menara dan unit turbin angin. Rumah daya mengakomodasi battery, otomatic charger, inverter, dan kontro panel. PLTB membutuhkan nilai investasi mahal, oleh karenanya keberlangsungan operasional perlu dijaga (Adlie dkk., 2015)

Awalnya sudu turbin angin paada PLTB ini menggunakan tipe flat tiga lapis. Tipe ini sangat cocok untuk potensi angin rendah, bahkan bisa berputar pada keepatan angin di bawah 3 m/s (Afiffudin dkk., 2017). Kelemahan tipe ini bersudu banyak sehingga memiliki massa runner yang besar. Dampaknya adalah sering terjadi aus pada bearing turbin. Sudu tipe flat ganda hasil pengembangan tipe Tunggal sudah dilakukan oleh Bono (2018), namun tipe ini juga masih memerlukan jumlah sudu banyak. Perkembangan berikutnya, runner turbin angin di substitusi dengan jenis sudu airfoil NACA 4410 dengan jumlah sudu lima yang memiliki massa lebih ringan (D Hendrawati dkk., 2021). Jenis sudu NACA sangat cocok dengan jumlah sudu tiga untuk potensi angin tinggi dan lima untuk potensi angin rendah (Aryanto dan Firman, 2013). Desain NACA 4410 mengacu pada Desain Hau, Erich (2006).

Sejak dibangun, PLTB ini terbengkalai. Walaupun masih beroperasi, beberapa menara mengalami kerusakan karena angin lesus. Lokasi dan komponen-komponen pemangkit tidak terawat, peralatan mekanikal maupun elektrikal. Selama ini pengelolaan PLTB diserahkan ke pak Irvan, warga setempat. Pak Irvan memiliki tugas untuk selalu mengontrol lokasi dan memberikan laporan tentang keadaan PLTB. Pak Irvan hanyalah warga biasa yang tidak memiliki basis pendidikan yang mumpuni di bidang operasional dan perawatan PLTB, oleh karenanya beberapa kerusakan dan kendala operasional tidak bisa diatasi.

Hasil komunikasi yang telah dilakukan, terdapat kerusakan dua menara yaitu beberapa sudu turbin patah saat terjadi hujan deras disertai angin kencang. Kondisi lantai tak terawat menyebabkan tumuhnya tanaman liar. Hasil pengecekan terhadap rumah daya menunjukkan adanya beberapa jaringan arus nol menuju battery. 8 turbin terlihat berputar dengan baik, namun suara yang dihasilkan sangat bising, menunjukkan perlunya perawatan mekanikal pada unit turbin angin.



Gambar 1. Kondisi PLTB Mangunharjo

Mengacu analisis situasi di atas, masalah yang dihadapi mitra adalah adanya beberapa kerusakan komponen-komponen PLTB yang tidak bisa diatasi oleh pengelola. Identifikasi masalah menunjukkan kondisi ini disebabkan tidak dilakukannya operasional dan perawatan yang benar oleh pengelola. Kompetensi pengelola tidak memadai untuk mengatasi kondisi ini. Pengelola berharap masalah ini segera diatasi agar PLTB tetap terjaga operasionalnya.

Solusi tepat yang ditawarkan untuk mengatasi permasalahan adalah dilakukannya perbaikan terhadap komponen-komponen yang mengalami kerusakan, baik komponen mekanikal maupun elektrikal. Kerusakan-kerusakan yang harus segera diatasi antara lain bagian rotor (sudu-sudu) turbin angin, bagian bearing poros, jaringan kabel-kabel, rekondisi charger dan battery (10 buah), dan pembersihan bagian lantai. Selain itu perlu adanya monitor digital agar setiap saat pengelola dapat memantau secara langsung terutama saat terjadi hujan deras. Selain itu perlu penerapan sistem operasional dan perawatan melalui bimtek terhadap pengelola agar kerusakan dapat dicegah dan kinerja PLTB tetap terjaga dengan baik. Luaran yang ditargetkan melalui program ini adalah produk komponen turbin angin yang dipasang di PLTB, dan kompetensi SDM PLTB. Selain itu, Manfaat langsung yang diharapkan bagi mitra adalah terjaganya operasional PLTB dengan baik sehingga listrik yang dihasilkan dapat dimanfaatkan masyarakat sekitar. Program ini secara langsung juga memberikan kontribusi terhadap aset negara dan memberikan peluang kerjasama baru antara Polines dan Kota Semarang dalam pengelolaan PLTB. Bagi Polines, PLTB ini dapat digunakan untuk menunjang pendidikan antara lain praktikum, magang dan pengembangan teknologi energi. Target luaran pengabdian adalah Teknologi PLTMh terpasang di lokasi dan publikasi

II. METODE PENGABDIAN

Tahapan pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat dapat diuraikan sebagai berikut:

A. Deteksi kerusakan dan pengukuran performan PLTB

Deteksi peralatan mekanikal meliputi pemeriksaan langsung terhadap menara dan slink turbin, rotor turbin (sudu-sudu), poros turbin. Deteksi peralatan elektrikal meliputi jaringan arus, charger, battery, inverter, generator menggunakan multimeter. Pengukuran arus jaringan dilakukan pada luaran generator, luaran charger, luaran battery, dan luaran inverter. Tahapan ini akan menghasilkan catatan jenis kerusakan dan performan pada PLTB dan akan ditindaklanjuti pada tahapan berikutnya.

B. Perbaikan komponen-komponen PLTB, pelatihan operasional perawatan

Tahapan ini meliputi pembuatan komponen dan pemasangan peralatan mekanikal, pengecekan jaringan dan perbaikan, pembersihan lantai PLTB, dan pelatihan operasional dan perawatan. Beberapa komponen yang harus dibuat adalah sudu-sudu turbin. Komponen ini tidak ada di pasaran. Sudu dibuat dari cor aluminium dengan ukuran yang sama dengan yang terpasang. Sudu yang sudah dibuat akan di pasang sekaligus melibatkan pengelola (pelatihan pemasangan). Beberapa komponen yang ada dipasaran seperti mur baut, bearing akan di lakukan penggantian langsung. Pengecekan jaringan dilakukan untuk mengetahui jaringan putus. Tindakan perbaikan dilakukan dengan mengganti atau menyambung jaringan. Terkait dengan beberapa peralatan elektrikal seperti charger, battery, inverter, amperemeter, voltmeter terpasang akan dilakukan penggantian langsung. Tahapan ini juga akan dilakukan pembersihan lantai PLTB yaitu dengan perataan kembali dan pembersihan tanaman liar. Pembersihan lantai akan memudahkan operasional dan perbaikan PLTB. Setiap kegiatan pengecekan dan

perbaikan akan melibatkan pengelola sekaligus memberikan pelatihan praktek sehingga pengelola mendapatkan peningkatan kompetensi operasional, perawatan, dan perbaikan.

C. Evaluasi dan pendampingan

Mitra secara langsung akan dievaluasi dalam mengoperasikan, merawat, dan melakukan perbaikan komponen mekanikal maupun elektrikal. Tahapan ini dilakukan dengan sistem luring menerapkan protokol kesehatan. Hal tersebut agar pengelola dapat mengoperasikan dan merawat PLTB, sehingga keberlanjutan program terjaga. Secara praktek, mitra akan langsung akan di nilai di lokasi PLTB. Tahap pendampingan, akan dilakukan pengecekan, pengontrolan, dan pengarahan kepada pengelola (mitra) agar proses operasional sesuai dengan prosedur yang telah diberikan dalam pelatihan. Tahapan pendampingan dilakukan untuk memastikan bahwa iptek ini berhasil diterapkan di lokasi PLTB.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sosialisasi Program dan Penegasan Kerjasama

Sosialisasi program dilaksanakan pada bulan Juli 2021. Langkah ini dilakukan untuk menjelaskan program Pengabdian kepada masyarakat bagi PLTB. Hal ini perlu dilakukan karena dalam pelaksanaan program akan dilibatkan secara aktif. Dalam kegiatan ini disampaikan tentang program pengabdian kepada masyarakat, pembagian pekerjaan dan jadwal pelaksanaan kegiatan. Proses ini dilakukan agar terjalin kerjasama sinergis, dan komitmen bersama antara masyarakat, dan perguruan tinggi.

B. Perawatan dan Pemasangan Baterai

Rangkaian baterai dilepas dan dicek satu pe satu terkait dengan fungsi dan masing-masing dibersihkan. Hasil pengecekan 10 baterai masih berfungsi dengan baik. Kondisi kotor dapat dikondisikan hingga bersih. Baterai-baterai ini kemudian dirangkai kembali dan dipasang pada tempatnya.



Gambar 2. Perawatan dan pengecekan fungsi baterai.



Gambar 3. Pemasangan baterai.

C. Perbaikan Rumah Daya

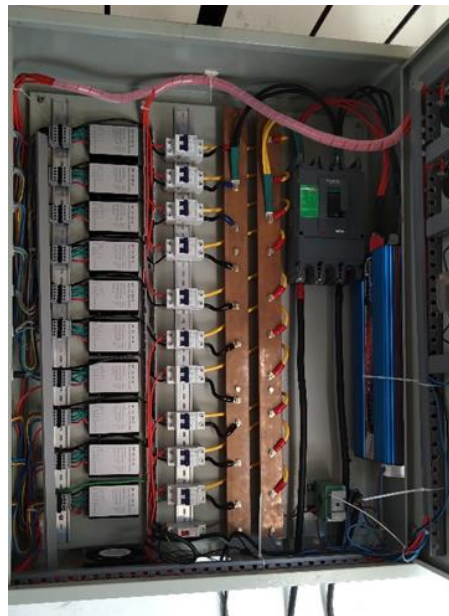
Rumah daya berfungsi untuk mengakomodasi peralatan-pealatan elektrik seperti baterai, alat ukur arus dan tegangan, charger otomatis, inverter, dan panel-panel lainnya. Kondisi awal rumah daya mengalami kerusakan pada bagian atap karena angin kencang. Perbaikan dilakukan dengan memasang cor atap dan memasang kembali bagian atas rumah daya (Gambar 4). Hingga saat ini kondisi rumah daya telah berfungsi dengan baik



Gambar 4. Kondisi rumah daya sebelum dan sesudah perbaikan

D. Perbaikan panel listrik

Panel listrik terdiri dari box panel, charger otomatis, inverter, alat ukur arus dan tegangan, connector-connector dan kabel-kabel instalasi. Kondisi panel sangat kotor dan beberapa kabel instalasi mengalami putus. Perbaikan dilakukan dengan melakukan pembersihan panel beserta peralatan yang ada di dalamnya. Kabel-kabel instalasi disambung kembali hingga arus listrik masuk dan keluar baterai menjadi lancar.



Gambar 5. Hasil perawatan panel listrik.

E. Perbaikan turbin angin

Terdapat 10 menara angin dan 10 turbin angin yang dipasang pada bagian puncak menara. Masing-masing turbin angin berkapasitas 400 wp. Dua buah turbin angin mengalami kerusakan. Perawatan dilakukan dengan melakukan pengambilan turbin angin, pelepasan sudu-sudu turbin dan melakukan penggantian sudu-sudu yang rusak. Kemudian turbin angin dipasang kembali pada puncak menara.



Gambar 6. Pengambilan turbin angin dan perbaikan sudu-sudu

F. Perbaikan Lainnya dan evaluasi

Perbaikan lainnya yang dilakukan adalah perbaikan kawat-kawat menara yang telah mengalami disfungsi dan pembersihan lantai yang ditumbuhi rumput-rumput liar. Kawat-kawat berfungsi sebagai pendukung menara angin untuk menjaga kestabilan akibat fluktuasi angin yang ada. Pembersihan rumput dilakukan secara rutin setiap 4 bulan. Selain tahapan yang dilakukan seperti yang telah diuraikan, kegiatan pengabdian juga melibatkan pihak pengelola pada setiap kegiatan perbaikan. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan kompetensi pengelola dalam melakukan perawatan saat operasional PLTB

IV. KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan dari kegiatan ini adalah

1. Peralatan dan bagian yang telah diperbaiki antara lain rangkaian baterai, panel listrik, charger otomatis, inverter, jaringan instalasi, rumah daya, turbin angin, menara angin, dan lantai PLTB. Peralatan-peralatan ini telah berfungsi dengan baik.
2. Peningkatan kompetensi pengelola dilakukan dengan melibatkannya pada setiap kegiatan pengabdian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, kami mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Direktur Politeknik Negeri Semarang
2. Kepala Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang
3. Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Semarang
4. Kepala Desa Mangunharjo Kota Semarang
5. Semua pihak yang telah membantu dari awal hingga terselesaikannya jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. A. Adlie, F. Amir, and Z. Effendi, "Analisa Biaya Pembuatan Turbin Angin Sumbu Horizontal Di Wilayah Pesisir Kota Langsa," *Jurutera*, vol. 2, no. 02, pp. 1-7, Desember 2015. DOI: <https://doi.org/10.55377/jurutera.v2i02.573>
- [2] Afiffudin, J. A. T. Nugraha, R. Wicaksono, dan W. D. Retnani, "Rancang Bangun Turbin Angin Poros Horizontal Sudu Flat Tiga Lapis Menggunakan Variasi Sudut Blade dan Jarak antar Lapis Sudu," Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin, Polines, Semarang, 2017.
- [3] F. Aryanto, I M. Mara, dan M. Nuarsa, "Pengaruh Kecepatan Angin dan Variasi Jumlah Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Poros Horizontal," *Dinamika Teknik Mesin: Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik Mesin*, vol. 3, no. 1, pp. 50-59, 2013.
- [4] Bono, "Rancang Bangun Turbin Angin Sudu Flat Poros Horizontal dengan Variasi Perbandingan Luas Celah Air Exit guna Meningkatkan Kinerja PLTB," *EKSERGI Jurnal Teknik Energi*, vol. 14, no. 3, pp. 86 - 90, September 2018.
- [5] D. Hendrawati, Sahid, Y. M. Safarudin, dan A. Roihatin, "Pemanfaatan Potensi Energi Angin di Mangunharjo Semarang Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) Skala Mikro," *Jurnal DIANMAS*, vol. 10, no. 1, pp. 17-20, 2021.
- [6] E. Hau dan H. Renouard, "Wind Turbines, Fundamental, Technologies, Application, Economics," 2nd edition, Springer Berlin: Heidelberg, 2006.