



Penerapan Sistem Hybrid Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dan Tenaga Surya Di Desa Pataan, Kec.Sambeng, Kab.Lamongan

Nur Qomariyah Nawafilah¹, Hammam Rofiqi Agustapraja², Nanto Purnomo³

¹Program Studi Teknik Informatika, Universitas Islam Lamongan

²Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Lamongan

³Program Studi Manajemen, Universitas Islam Lamongan

ABSTRAK

Pembangkit listrik hybrid adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan lebih dari satu sumber energi, seperti pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) dan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Dalam sistem ini, energi yang berasal dari sinar matahari dikonversi oleh sel surya menjadi arus listrik searah (DC) untuk kemudian disimpan di *baterai* (aki) agar bisa digunakan sesuai kebutuhan. Sementara itu, energi potensial yang dimiliki oleh angin akan dikonversi menjadi listrik bolak-balik (AC) oleh turbin dan generator untuk kemudian digunakan dalam mengisi (*charge*) *baterai* tersebut. Sistem pembangkit listrik hybrid yang dikembangkan berupa PLTS yang terdiri dari panel surya berdaya 300 WP, solar charge controller 30 A, dan inverter 1.000 W. Sedangkan PLTB yang dibangun berupa 1 Set turbin dan generator yang berdaya 800 W. Listrik yang dihasilkan dari PLTS dan PLTB tersebut akan disimpan dalam baterai 150 Ah 12 V yang akan mampu menyimpan daya maksimal 1.800 W, untuk menghidupi 50 buah lampu warna-warni LED 3 W dan 6 W selama 6 jam di Taman Airlangga. Kesimpulan dari kegiatan ini yakni dapat menambah ilmu dan transfer teknologi kepada masyarakat terutama khususnya pokdarwis sebagai mitra dan masyarakat Desa Pataan pada umumnya. kombinasi PLTS dan PLTB ini akan menghasilkan daya listrik yang cukup untuk digunakan sebagai penerangan di lokasi Taman Airlangga dan Tenaga Pendukung UMKM yang ada di sekitar tempat wisata Taman Airlangga Desa Pataan, Kecamatan Sambeng, Kabupaten Lamongan.

Kata Kunci : PLTB, PLTS, Taman Airlangga, Desa Pataan

Application Of Hybrid System Of Wind Power And Solar Power In Pataan Village, Kec. Sambeng, Kab. Lamongan

ABSTRACT

Hybrid power plants are power plants that utilize more than one energy source, such as wind power plants (PLTB) and solar power plants (PLTS). In this system, energy from sunlight is converted by solar cells into direct electric current (DC) and then stored in batteries so that it can be used as needed. Meanwhile, the potential energy possessed by the wind will be converted into alternating electricity (AC) by the turbine and generator to then be used to charge the battery. The combination of PLTS and PLTB will produce sufficient electrical power to be used as lighting at the Airlangga Park and MSME Supporting Personnel in the vicinity of the Airlangga Park tourist spot, Pataan Village, Sambeng District, Lamongan Regency. The hybrid power generation system developed is in the form of PLTS consisting of a solar panel with a power of 300 WP, a solar charge controller of 30 A, and a 1,000 W inverter. This will be stored in a 150 Ah 12 V battery which will be able to store a maximum power of 1,800 W, to power 50 3 W and 6 W LED colorful lights for 6 hours at Airlangga Park.

Keywords: PLTB, PLTS, Airlangga Park, Pataan Village

Penulis Korespondensi :

Nur Qomariyah Nawafilah

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Islam Lamongan

E-mail : nq.nawafil@yahoo.com

No. Hp : 08563336766

PENDAHULUAN

Taman airlangga desa pataan yang terletak di sebelah selatan candi pataan, yang mana lokasinya pada area tengah persawahan yang tidak terlalu rimbun tertutup pepohonan. Letak Taman Airlangga ini memiliki potensi angin yang kencang sehingga memungkinkan di buatnya pembangkit listrik tenaga angin. PLTB ini memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan, diantaranya kelebihanannya menggunakan energi yang terbarukan dan ramah lingkungan (tidak menghasilkan emisi gas buang / polusi terhadap lingkungan) (Nian Y. et al., 2015). Akan tetapi pltb juga memiliki banyak kekurangan diantaranya membutuhkan waktu yang lama dalam studi kasus lapangan untuk menetapkan persetujuan pengadaan tempat pltang (ladang angin), membutuhkan lahan yang luas sehingga berpotensi dapat mengganggu ekologi, membutuhkan lahan yang telah mendapatkan clearance untuk membangun bangunan yang relatif tinggi yang berpotensi mengganggu transportasi udara, biaya instalasi awal tinggi, kurang dapat diandalkan karena sangat tergantung pada faktor-faktor alami dan belum efisien (Thakur et al., 2012).

Dari uraian diatas untuk menyeimbangkan dan dapat memenuhi kebutuhan listrik yang bertujuan akan digunakan sebagai penerangan di taman airlangga dan sebagai tenaga pendukung untuk UMKM yang ada di sekitar area Taman Airlangga desa pataan, maka dipandang perlu adanya sistem hybrid pembangkit listrik yakni sistem hybrid pembangkit listrik tenaga angin dan tenaga surya. Mengingat lokasi rumah turbin yang tidak terlalu rimbun tertutup

pepohonan, membuat potensi sinar matahari sangat besar untuk dikonversi menjadi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Provinsi Jawa timur menempati posisi terbesar ke 2 di indonesia dengan pottensi sebesar 7907 Mw. Maka penempatan PLTB di desa pataan ini merupakan salah satu langkah tepat untuk mengembangkan dan memanfaatkan tenaga angin sebagai pembangkit Listrik.

Adanya koneksi antara pembangkit listrik tenaga angin dengan tenaga surya ini, bisa membangkitkan listrik yang cukup besar untuk digunakan dalam memenuhi kebutuhan listrik di lokasi tersebut dengan sistem pembangkit listrik hybrid (Abhishek et al., 2015). Dalam Program Diseminasi Teknologi Tepat Guna ini untuk mengatasi solusi permasalahan tersebut terdapat beberapa kegiatan yaitu instalisasi sistem hybrid PLTB dan PLTS yang bertujuan digunakan untuk penerangan lampu warna warni dan sebagai pendukung tenaga listrik untuk UMKM yang ada di sekitar taman airlangga. Selain itu di buat pelatihan dan pendampingan yang bertujuan untuk menambah ilmu dan transfer teknologi dari universitas islam lamongan kepada masyarakat dan pembentukan tim dari unsur pokdarwis sebagai penanggungjawab alat yang telah diserahkan agar alat dapat di maintance dengan baik sehingga dapat digunakan dalam waktu yang lama.

METODE

Metode dan tahapan pelaksanaan kegiatan yang diterapkan pada program ini ditunjukkan dalam diagram alir seperti dalam gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir kegiatan

1. Analisis kebutuhan dan potensi pembangkit listrik tenaga bayu (angin) (PLTB) dan tenaga surya (PLTS)

Kegiatan ini dilakukan melalui survey lapangan dan Forum Group Diskusi yang

intensif dengan semua pihak yang terkait dengan pembangunan PLTB dan PLTS ini. Pihak-pihak tersebut terdiri dari Pokdarwis Desa Pataan, Tim Diseminasi Teknologi Tepat Guna dan Tim Teknis (Irwin & David, 2001). Beberapa obyek yang akan menjadi titik tekan dalam kegiatan ini adalah lokasi pembangunan PLTB dan PLTS, pemanfaatan listrik untuk penerangan lampu warna warni atau memenuhi kebutuhan UMKM yang ada di sekitar Taman Airlangga Desa Pataan, serta manajemen pengelolaan dan perawatan PLTB dan PLTS nantinya apabila sudah berjalan dengan lancar.

a. Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin di Indonesia

Potensi angin Indonesia memang cukup besar (Peraturan Presiden No.22 Tahun 2017, 2017). Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) mencantumkan angka 60.647,0 MW untuk kecepatan angin 4 meter perdetik atau lebih. Lokasi potensi angin tersebut dapat dibaca pada tabel 1.

Tabel 1. Potensi Angin per Provinsi

Satuan: MW			Satuan: MW		
No.	Provinsi	Potensi	No.	Provinsi	Potensi
1	Nusa Tenggara Timur	10.188	18	Kepulauan Riau	922
2	Jawa Timur	7.907	19	Sulawesi Tengah	908
3	Jawa Barat	7.036	20	Aceh	894
4	Jawa Tengah	5.213	21	Kalimantan Tengah	681
5	Sulawesi Selatan	4.193	22	Kalimantan Barat	554
6	Maluku	3.188	23	Sulawesi Barat	514
7	Nusa Tenggara Barat	2.605	24	Maluku Utara	504
8	Bangka Belitung	1.787	25	Papua Barat	437
9	Banten	1.753	26	Sumatera Barat	428
10	Bengkulu	1.513	28	Sumatera Utara	356
11	Sulawesi Tenggara	1.414	29	Sumatera Selatan	301
12	Papua	1.411	30	Kalimantan timur	212
13	Sulawesi Utara	1.214	31	Gorontalo	137
14	Lampung	1.137	27	Kalimantan Utara	73
15	DI. Yogyakarta	1.079	32	Jambi	37
16	Bali	1.019	33	Riau	22
17	Kalimantan Selatan	1.006	34	DKI Jakarta	4
			Total		60.647,0

Sumber : Lampiran Peraturan Presiden Nomor 22 Tahun 2017

Provinsi Jawa timur menempati posisi terbesar ke 2 di Indonesia dengan potensi sebesar 7907 Mw. Maka penempatan PLTB di desa pataan ini merupakan salah satu langkah tepat untuk mengembangkan dan

memanfaatkan tenaga angin sebagai pembangkit Listrik. Syarat – syarat dan kondisi angin yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik dapat dilihat pada tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Kondisi Angin

Kelas Angin	Kecepatan Angin (m/s)	Kecepatan Angin (km/jam)	Kecepatan angin (knot/jam)
1	0.3 - 1.5	1 - 5.4	0.58 - 2.92
2	1.6 - 3.3	5.5 - 11.9	3.11 - 6.42
3	3.4 - 5.4	12.0 - 19.5	6.61 - 10.5
4	5.5 - 7.9	19.6 - 28.5	10.7 - 15.4
5	8.0 - 10.7	28.6 - 38.5	15.6 - 20.8
6	10.8 - 13.8	38.6 - 49.7	21 - 26.8
7	13.9 - 17.1	49.8 - 61.5	27.0 - 33.3
8	17.2 - 20.7	61.6 - 74.5	33.5 - 40.3
9	20.8 - 24.4	74.6 - 87.9	40.5 - 47.5
10	24.5 - 28.4	88.0 - 102.3	47.7 - 55.3
11	28.5 - 32.6	102.4 - 117.0	55.4 - 63.4
12	> 32.6	> 118	63.4

SS

Tabel 3. Tingkat Kecepatan Angin

Kelas Angin	Kecepatan Angin m/s	Kondisi Alam di Daratan
1	0.00 - 0.02	Tidak ada terasa angin
2	0.3 - 1.5	angin tenang, asap lurus ke atas
3	1.6 - 3.3	asap bergerak mengikuti arah angin
4	3.4 - 5.4	wajah terasa ada angin, daun - daun bergoyang pelan, petunjuk arah angin bergerak
5	5.5 - 7.9	debu jalan, kertas beterbangan, ranting pohon bergoyang
6	8.0 - 10.7	ranting pohon bergoyang, bendera berkibar
7	10.8 - 13.8	ranting pohon besar bergoyang, air plumpang berombak kecil
8	13.9 - 17.1	ujung pohon melengkung, hembusan angin terasa di telinga
9	17.2 - 20.7	dapat mematahkan ranting pohon, jalan berat melawan arah angin
10	20.8 - 24.4	daapat mematahkan ranting pohon, rumah rubuh
11	24.5 - 28.4	dapat merubuhkan pohon, menimbulkan kerusakan
12	29.5 - 32.6	menimbulkan kerusakan parah
13	32.7 - 36.9	Tornado

Angin kelas 3 adalah batasan minimum dan angin kelas 8 adalah batas maksimum energi angin yang dapat dimanfaatkan untuk

menghasilkan energi listrik (Matin & Deb, 2013).

2. Desain dan pembangunan PLTB dan PLTS

Kegiatan desain PLTB dan PLTS dilakukan oleh tenaga ahli yakni tim teknisi yang berpengalaman dalam pembangunan kedua pembangkit tersebut, dengan supervisi dari tim pengusul Program Diseminasi Teknologi Tepat Guna. Setelah desain selesai dibuat, dilakukan proses assembling peralatan di bengkel rekayasa untuk kemudian dibangun di lokasi PLTB dan PLTS tersebut. Setelah proses pembangunan selesai, dilakukan ujicoba produksi listrik sampai hasilnya optimal.

3. Serah Terima teknologi

Seluruh peralatan yang telah beroperasi dengan baik, kemudian diserahkan dari tim pengusul Universitas Islam Lamongan (Unisla) ke mitra penerima Pokdarwis Desa Pataan. Acara serah terima ini sekaligus FGD terkait pembentukan kelembagaan pengelola PLTB dan PLTS (Burton et al., 2001). Harapannya setelah peralatan diserahkan, bisa dikelola dan dirawat dengan baik oleh tim penanggungjawab dari unsur Pokdarwis Desa Pataan.

4. Pelatihan dan pendampingan

Kegiatan pelatihan dan pendampingan diberikan oleh tim pengusul dan tenaga ahli yakni Tim Teknisi kepada pengelola PLTB dan PLTS yang sudah dibentuk dari unsur Pokdarwis Desa Pataan. Pelatihan dan pendampingan ini dilakukan sampai seluruh sistem peralatan beroperasi dengan baik dan menghasilkan manfaat bagi khususnya pengelolaan taman airlangga dan umkm sekitar taman airlangga serta masyarakat sekitar pada umumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Potensi pembangkit listrik tenaga bayu (angin) (PLTB) dan tenaga surya (PLTS)

Kegiatan survey ke lapangan untuk mengetahui potensi PLTB dan PLTS dilakukan pada tanggal 7 Juli 2022. Survey dilakukan dengan pengukuran kecepatan angin, dan tinggi turbin yang akan di pasang. Berdasarkan pengukuran yang dilakukan, didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Data Pengukuran Kecepatan Angin

No.	Pengukuran ke-	Ketinggian (meter)	m/detik
1.	1	6	5,8
2.	2	6	8,6
3.	3	6	13
4.	4	6	13,5
5.	5	6	13,6
6.	6	6	13,7
7.	7	6	13,8
8.	8	6	14
9.	Rata-rata	6	12

Berdasarkan tabel 4 dapat dihitung bahwa kecepatan angin rata-rata saat dilakukan pengukuran kecepatan angin terukur adalah 12 m/detik (BPS LAMONGAN, 2020).Berdasarkan data hasil pengukuran kecepatan angin, didapatkan potensi daya

yang mampu dihasilkan oleh PLTB adalah sebesar 500 Watt.

2. Desain dan Pembangunan PLTB dan PLTS

Perancangan PLTB yang dilakukan menggunakan data berdasarkan hasil survey lapangan. Adapun data awal perancangan yang akan digunakan ditunjukkan dalam tabel 3.

Tabel 5. Data awal perancangan

No.	Spesifikasi	Nilai	Satuan
1.	Turbin & Generator	800	W
2.	Tiang Besi	6	M
3.	Kawat Besi	50	M
4.	Kabel Listrik Serabut	30	M
5.	Kabel Listrik Tembaga	70	M
6.	Modul sel surya	300	WP
7.	Baterai	12 -	V-Ah
		150	VRLA
8.	Solar Charger Controller	12-	V-A
		30	
9.	Inverter	1000	W
10.	Kabel Fitting	50	M
11.	Lampu LED	3	W

Tabel 6. Spesifikasi rancangan turbin dan generator

No.	Spesifikasi	Nilai	Satuan
1	Kecepatan angin	2,0	m/s
2	Kecepatan angin terukur	12	m/s
3	Kecepatan angin bertahan hidup	50,0	m/s
4	Jumlah bilah	5	pcs
5	Panjang bilah pisau	23,6	inch
6	Generator	3	Phase AC

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan dalam tahap perancangan, dilakukan fabrikasi prototipe tersebut, yang mampu menghasilkan listrik dengan daya maksimal 500W. Turbin Kincir angin yang dibuat merupakan tipe Propeler dengan 5 Blade, seperti ditampilkan dalam gambar 2 berikut.



Gambar 2. Turbin tipe Propeler dengan 5 Blade

Sementara untuk PLTS, telah dibuat sistem dengan panel surya berdaya 300 WP, yang diintegrasikan dengan solar charge

controller 30A, inverter 1.000 Watt, dan aki 150 Ah. Dengan sistem PLTS tersebut, diharapkan bisa membangkitkan listrik dengan total daya 1.500 Wh sehari.

3. Serah Terima Teknologi

Proses serah terima dilakukan pada Hari Kamis, tanggal 25 Agustus 2021 di Lokasi Taman Wisata Airlangga desa Pataan. Acara serah terima ini dihadiri oleh tim pengusul dan tim teknisi, Kepala Desa Pataan serta Pokdarwis Pataan, sebagai mitra penerima dan pengelola teknologi. Teknologi yang diserahkan adalah 1 set pembeangkit listrik tenaga angin dan tenaga surya serta 1 set lampu warna warni. Acara serah terima diakhiri dengan kegiatan penandatanganan berita acara serah terima dari ketua tim pengusul kepada mitra penerima.

4. Pelatihan dan Pendampingan

Kegiatan pelatihan dilaksanakan langsung setelah acara serah terima selesai, yang diawali dengan pemaparan tentang

teknis mekanisme dan operasional sistem hybrid PLTB dan PLTS oleh tim ahli dari teknisi, yang dilanjutkan dengan diskusi dan simulasi pengoperasian teknologi tersebut. Setelah selesai acara pelatihan, dilakukan proses pendampingan secara terus menerus dari tim pengusul kepada mitra sampai semua peralatan bisa beroperasi dengan baik dan bermanfaat bagi khususnya pengelolaan taman airangga dan umkm sekitar taman airangga serta masyarakat sekitar pada umumnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Keberadaan Taman Airlangga Desa Pataan sebagai destinasi wisata baru di Desa Pataan bisa menarik wisatawan dan menambah pendapatan masyarakat Desa Pataan. Akan tetapi, kebutuhan suplai listrik yang besar di lokasi membuat terjadinya pembengkakan biaya listrik sehingga pengembangan obyek wisata tersebut menjadi terhambat.
2. Di sekitar lokasi Candi Pataan terdapat potensi angin yang kencang sebagai pembangkit listrik tenaga angin serta pembangkit listrik tenaga surya yang cukup bagi sumber energi obyek wisata Taman Airlangga desa Pataan.
3. Adanya sistem hybrid teknologi pembangkit listrik bertenaga angin dan bertenaga surya dengan total daya mencapai 2000 Watt, bisa bermanfaat bagi penghematan biaya listrik yang dibutuhkan untuk pengembangan obyek wisata Taman Airlangga Desa Pataan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Islam Lamongan (UNISLA) yang telah mendanai kegiatan ini melalui Program Diseminasi Teknologi Tepat Guna, sehingga kegiatan ini bisa berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abhishek, K., Bikash, S., Yan, D., Xiangneng, H., R.C., B., & Praveen, K. (2015). *Autonomous Hybrid Renewable Energy Sistem Optimization For Minimum Cost*. College Of Electrical Engineering.
- BPS LAMONGAN. (2020). *Kabupaten Lamongan Dalam Angka 2021*.
- Burton, T., David, J., Nick, B., & Ervin. (2001). *Wind Energy Handbook*. Wiley.
- Irwin, & David, J. (2001). *Mechanical Engineer's Handbook*. Auburn Universty.
- Matin, M. A., & Deb, A. (2013). Optimum Planning of Hybrid Energy System Using Homer for Rural Electrification. *International Journal of Computer Applications*, 66(13), 45–52.
- Nian Y., S., L., D., W., & J., L. (2015). A Method For Optimal Sizing Of Stand-Along Hybrid PV/ WIND/ BATTERY Sistem. *In Research Gate China*.
- Peraturan Presiden No.22 Tahun 2017, (2017).
- Thakur, M. S., Gupta, B., Kumar, V., & Pandey, M. (2012). *Sustainable and Economical Power Supply At Jec Jabalpur Design and Optimization of Hybrid Renewable Energy System (2Mwh / D) for Sustainable and Economical Power Supply At Jec Jabalpur*. 04(20), 188–197.