

ANALISIS POTENSI ENERGI ANGIN MENJADI ENERGI LISTRIK MENGUNAKAN APLIKASI ZEPHYRUS WIND METER DI PESISIR PANTAI UTARA TUBAN

*Siti Hindun Hindiyati¹, Sudarti²

Universitas Jember

Email: hindunhindya177@gmail.com

Abstract

The existence of technological developments that follow globalization in line with the increasing population growth. This causes the need for energy to increase, such as engine fuel (BBM). Indonesia has enormous energy potential, but it has not been fully utilized in the application of alternative energy, one of which is wind energy. This research was conducted on the north coast of Tuban at 5 points with 10 measurements with 5 hours of variation. The purpose of this research, to determine the potential for wind in the north coast of Java, Tuban. From the measurement results, the average wind speed from 5 points carried out at 07.39-19.14 is 2.2m / s, 4.9m / s, 7.76m/s, 4.8m/s, 3m/s respectively. with the highest wind speed in the 3rd hour (11.42-12.27) due to experiencing sea breezes. From the calculation of the wind speed at the 1st hour is 243,286watt, then at the 2nd hour it is 661,99watt, then at the 3rd hour it is 2,240.19watt, then at the 4th hour it is 690.17watt and the second hour 5 of 707.02watt. From these results, it can be proven that the North Coast of Java, Tuban has a large enough potential for wind power plants that can be utilized for public facilities.

Keywords: Wind Potential, Electric, Speed, Zephyrus Wind Meter

Abstrak

Adanya perkembangan teknologi yang mengikuti globalisasi selaras dengan adanya pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat. Hal ini menyebabkan kebutuhan energy ikut meningkat seperti bahan bakar mesin (BBM). Indonesia memiliki potensi energy sangat besar, namun belum dimanfaatkan secara maksimal dalam pengaplikasian energy alternative, salah satunya adalah energy angina. Penelitian ini dilakukan di pantai utara Tuban pada 5 titik dengan 10 kali pengukuran dengan 5 jam variasi. Tujuan dari penelitian yang dilakukan, untuk mengetahui potensi angina pantai utara Jawa, Tuban. Dari hasil pengukuran kecepatan angina didapatkan kecepatan rata-rata angina dari 5 titik yang dilakukan jam 07.39-19.14 secara berturut-turut adalah 2,2m/s, 4,9m/s, 7,76m/s, 4,8m/s, 3m/s dengan kecepatan angina tertinggi pada jam ke 3 (11.42-12.27) karena mengalami angin lautr. Dari hasil perhitungan kecepatan angina pada jam ke-1 yaitu 243,286watt, kemudian pada jam ke-2 sebesar 661,99watt, lalu pada jam ke-3 sebesar 2.240,19watt, lalu pada jam ke-4 sebesar 690,17watt dan jam ke-5 sebesar 707,02watt. Dari hasil tersebut, dapat dibuktikan bahwa Pantai Utara Jawa, Tuban memiliki potensi yang cukup besar untuk Pembangkit Listrik Tenaga Angin yang dapat dimanfaatkan untuk umum.

Kata kunci: Potensi angin, Kecepatan, Listrik, Zephyrus Wind Meter

PENDAHULUAN

Kabupaten Tuban merupakan salah satu kabupaten yang berada di Jawa Timur, berhadapan langsung dengan Laut Utara Jawa. Kabupaten Tuban ini memiliki 20 Kecamatan dan beribu kota di Kecamatannya. Di kabupaten tuban memiliki sekitar 1,2 juta

jiwa yang tersebar di seluruh kecamatan. Di kabupaten Tuban memiliki letak yang strategis dikarenakan perbatasan antara Provinsi Jawa Timur dengan Jawa Tengah yang dilintasi oleh Jalan Nasional Daendels di Pantai Utara. Jadi tidak asing lagi bila berkunjung di Tuban banyak berdiri pabrik-pabrik besar seperti Semen Gresik, PT gudang Garam, PT Pertamina, PT Merdeka Nusantara dan masih banyak lagi. Menurut Fuad, *et all.* 2019, menyatakan bahwa salah satu daerah yang memiliki pabrik terbanyak merupakan Kecamatan Bancar. Di kecamatan Bancar ini, terbetang pula pesisir Pantai Utara Jawa bagian barat Kabupaten Tuban. Pada zaman dahulu, Tuban digunakan untuk menyebarkan agama islam karena Tuban merupakan pelabuhan utama dari Kerajaan Majapahit.

Masyarakat di sekitar pantai, khususnya para nelayan yang berlayar menggunakan kapal besar setidaknya bisa mencapai 1 bulan di tengah laut untuk menyambung hidup. Menurut salah satu warga sekitar, satu hari kapal besar nelayan di wilayah Bulu-Bancar, hamper menghabiskan 35-liter BBM. Maka, 1 kapal besar yang mayoritas berlaut hinga 1 bulan lamanya, membutuhkan pasokan BBM sebanyak 1.050 liter. Hasil ini belum dikonversikan dengan para nelayan lain, dan kapal kecil yang sering melaut di sekitar pantai. Bisa diperkirakan, dalam setahun penggunaan BBM untuk nelayan baik kapal kecil dan besar dapat mencapai +-1000.000-liter BBM. Menurut Budiastira, *et all.* 2009 menyebutkan bahwa BBM merupakan salah satu hasil bumi dari fosil, terdapat beberapa dampak dari bahan bakar fosil diantaranya adalah pencemaran lingkungan, kebisingan secara berkelanjutan dan lain lain. Angin salah satu energy alternative yang sangat menjanjikan yang belum sempat dimaksimalkan. Menurut Imam, A 2013 menyebutkan bahwa ketidak maksimalan tersebut dikarenakan beberapa factor diantaranya adalah investasi modal yang besar, terbatasnya studi, dan banyaknya barang yang harus diimpor dari luar negeri.

Ditinjau secara letak geografisnya, Indonesia merupakan salah satu negara maritime yang memiliki perairan lebih luas dibandingkan dengan daratan. Dengan begitu, tidak salah lagi masyarakat Indonesia memiliki perkejaan sebagian besar sebagai nelayan dengan memanfaatkan potensi tak hingga dari hasil laut. Tidak hanya itu, adanya letak geografis yang apik, membuat energy angina yang ada di Indonesia juga sangat melimpah. Salah satu pesisir pantai yang terkenal di Jawa Timur adalah pesisir Pantai Utara di Tuban sering disebut dengan PANTURA. Masyarakat di sekitar pesisir pantai sebagian besar juga bermata pencaharian sebagai nelayan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Para nelayan sekitar menggunakan perahu untuk mencari ikan di laut lepas. Ada 2 jenis perahu yang biasa digunakannya, perahu kecil dan besar. Perahu kecil biasanya hanya dapat berlayar di pesisir pantai. Sedangkan perahu besar dapat berlayar hingga 3 malam di tengah laut. Ada dua energy yang digunakan dalam pelayaran tersebut. Yaitu memanfaatkan energy listrik yang bersumber dari diesel dan energy angin. Menurut Abdullah, *etall.* 2016 menyebutkan energy angin dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan misalnya pemompaan air irigasi, pengering, pembangkit listrik, penggerak kincir dan lain-lain. Melihat dari letak geografis Indonesia, potensi energy angin yang berada di pesisir merupakan pengingat sebagai Indonesia pemilik garis pantai yang sangat panjang.

TINJAUAN PUSTAKA

Isi tinjauan pustaka adalah uraian/landasan teori-teori ilmiah yang berkaitan dengan pokok bahasan kajian/penelitian, ditulis font Times New Roman 12. Seluruh sumber teori yang dikutip dalam bab ini harus ada di dalam daftar rujukan/pustaka.

METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada hari Minggu tanggal 16 April 2021 yang dilakukan di pesisir pantai utara jawa, Mbulu Kabupaten Tuban. Lokasi ini dipilih karena tidak jauh dari pemukiman warga dan mayoritas masyarakatnya bekerja sebagai nelayan. Penelitian ini dilakukan pada 5 lokasi yang dapat dilihat dari table gambar berikut:

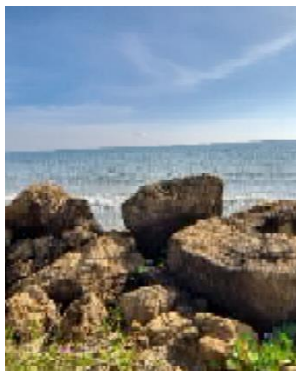
Gambar 1. Lokasi 1



Gambar 2. Lokasi 2



Gambar 3. Lokasi 3



Gambar 4. Lokasi 4



Gambar 5. Lokasi 5



Gambar 6. Peta Lanskap Pantai Utara Jawa

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah handphone android yang berisikan aplikasi *Zephyrus Wind Meter* untuk mengukur kecepatan angin dengan menggunakan sensor.



Gambar 7. Tampilan Aplikasi Zephyrus Windmeter

Tahap Penelitian

Tahap persiapan yang harus dilakukan sebelum melakukan penelitian diantaranya sebagai berikut:

- a. Studi Literatur
Sebelum memulai penelitian, kegiatan ini diawali dengan mempelajari beberapa literature dari penelitian-penelitian (jurnal) yang berkaitan dengan studi potensi angina atau berkorelasi dengan penelitian kali ini untuk pembangkit tenaga listrik. Hal ini dilakukan guna mendapatkan rujukan serta arahan dan pengetahuan sehingga dapat mempermudah dalam proses pengumpulan data, analisis data, dan juga penyusunan laporan.
- b. Survei Awal (Observasi Lapangan)
Observasi lapangan ini memiliki tujuan untuk mengamati kondisi secara langsung tentang kondisi serta kecepatan angina yang ada di lokasi penelitian, yakni pesisir pantai utara Jawa, Mbulu-Tuban.

Sumber Data Penelitian

Untuk melengkapi penelitian yang dilakukan, maka diperlukan beberapa data. Yakni data primer dan data sekunder, masing-masing meliputi: Data Primer dan juga data sekunder. Data primer meliputi kecepatan angin di jam tertentu dan suhu udara di pantai utara Tuban di jam tertentu. Sedangkan data sekunder yang dibutuhkan adalah peta lokasi pantai utara Jawa Mbulu-Tuban dan juga data kecepatan angin BMKG secara rata-rata di kabupaten Tuban. Pengambilan sampel, dilakukan pada 5 titik dengan 10 kali pengukuran. Lalu dilakukan analisis data yang mana data primer yang berupa kecepatan angin setiap harinya serta data suhu di pantai utara Jawa, Mbulu-Tuban, menganalisa kecepatan angin rata-rata tiap jam, kemudian menganalisa energi listrik per tahun dari energi angin yang ada di pantai utara Jawa, Mbulu-Tuban.

HASIL PEMBAHASAN

Tabel 1. Kecepatan Angin Pantai Utara Tuban Jawa Timur

NO	TANGGAL	SUHU	TINGKAT	LOKASI									
				Titik 1		Titik 2		Titik 3		Titik 4		Titik 5	
				Jam	m/s	Jam	m/s	Jam	m/s	Jam	m/s	Jam	m/s
Jam ke-1													
1	20, April 2021	31-32	Average	07.39-	1,3	08.00-	1,01	08.10-	1,17	08.23-	6,24	08.38-	1,16
2			Minimum	07.43	0,4	08.04	0,4	08.14	0,5	08.42	5	08.42	0,5
3			Maksimum		2,1		2		2,3		7,8		1,8
Jam ke-2													
1	20, April 2021	32-33	Average	09.01-	5,93	09.40-	5,5	09.52-	5,26	10.02-	3,66	10.15-	4,89
2			Minimum	09.05	4,2	09.44	3,1	09.55	3,1	10.06	2,5	10.19	4,2
3			Maksimum		7,4		7,4		7,4		5,5		5,9
Jam ke-3													
1	20, April 2021	31-34	Average	11.42-	7,36	11.56-	7,5	12.04-	8,52	12.14-	7,36	12.23-	7,72
2			Minimum	11.46	6,8	12.00	5,2	12.08	7,5	13.18	4,6	12.27	6,5
3			Maksimum		8,5		10,4		9,6		8,9		9,6
Jam ke-4													
1	20, April 2021	31-32	Average	15.45-	3,17	16.01-	5,62	16.14-	3,52	16.24-	7,12	16.38-	4,48
2			Minimum	15.49	2,3	16.05	4,5	16.18	2,1	16.28	5,9	42	3,6
3			Maksimum		4,5		7		7,6		8,1		5,5
Jam ke-5													
1	20, April 2021	29-31	Average	18.26-	4,24	18.39-	7,61	18.50-	3,71	19.00-	3,95	19.10-	4,01
2			Minimum	18.30	3,3	18.43	3,4	18.54	3,1	19.04	3	19.14	3,1
3			Maksimum		5,8		10,8		4,7		4,7		4,7

Bila ditinjau secara detail, kecepatan angin di pesisir pantai Tuban, pada jam ke-1 sangat minim, hingga mengalami kenaikan pada jam ke-2,3,4 dan mengalami penurunan pada jam ke-5. Pada jam ke-2 kecepatan angin maksimum terletak pada lokasi ke-1,2 dan 3 yakni sebesar 7,4m/s. Pada jam ke-3 kecepatan angin maksimum terletak pada lokasi ke



3 yakni hamper 10,1m/s. Hal ini dibuktikan dengan pernyataan Winarso, 2011 yang menyebutkan bahwa di pesisir pantai, akan terjadi 2 fase angin yakni angin laut dan darat yang terjadi akibat perbedaan suhu antara daratan dan lautan. Perbedaan ini terjadi dikarenakan penerimaan panas oleh daratan dengan lautan. Pada siang hari daratan lebih cepat menerima panas sedangkan laut lebih lambat. Hal ini lah yang menyebabkan pada jam kedua mengalami peningkatan kecepatan angin, karena dipengaruhi oleh angin laut. Sesuai dengan pernyataan Tajsyono, Woro. 2014 yang menyebutkan angin laut muncul ketika beberapa jam setelah matahari terbit dan dapat mencapai maksimum ketika beda temperature darat-laut. Dan kecepatannya sendiri dapat mencapai 4-8m/s atau sekitar 7-12 knots.

Sedangkan pada menjelang matahari terbenam, kecepatan angin di pesisir pantai mulai menurun hingga pagi hari. Pada pagi hari, kecepatan angin tertingginya hanya 2,1 di jam 07.40, fenomena ini disebabkan oleh adanya angin darat Menurut Winarso, 2011 menyebutkan bahwa pada malam hari hingga pagi hari saat tidak adanya penyinaran matahari daratan akan lebih cepat melepaskan panas dan sedangkan lautan akan lebih lambat melepaskan panas. Menurut teori, angin darat akan terjadi ketika 3 jam setelah matahari terbenam dan meningkat kecepatannya saat matahari terbit. Menurut Tjasyono, Woro. 2014 menyebutkan bahwa kecepatan angin pada saat angin darat lebih melemah dibandingkan angin laut dan jarang melebihi 3m/s (sekitar 5 knots).

Pada laporan BMKG, menunjukkan bahwa kecepatan rata-rata angin di daerah tuban dapat dipaparkan sebagai berikut:

Tabel 2. Laporan Rata-Rata BMKG Daerah Tuban

No	Tanggal	Hari	Suhu	Kecepatan Angin m/s	Rho kg/m	CP	Daya Watt	Ea
1	18-04-2021	Minggu	31,9	4	1,225	0,58	278,743	6.853,54
2	19-04-2021	Senin	31,8	6	1,225	0,58	963,779	23.130,70
3	20-04-2021	Selasa	32,7	6	1,225	0,58	963,779	23.130,70
4	21-04-2021	Rabu	31,8	4	1,225	0,58	278,743	6.853,54
5	22-04-2021	Kamis	31,2	4	1,225	0,58	278,743	6.853,54

Perhitungan daya, dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{1}{2} \times cp \times \rho \times v^3 \times A \dots (\text{watt})$$

$$P = 0,5 \times 0,58 \times 1,225 \times (4)^3 \times 3,14 \times (2)^2$$

$$= 0,29 \times 1,225 \times 64 \times 12,26$$

$$= 0,355 \times 64 \times 12,26$$

$$= 22,72 \times 12,26$$

$$= 278,743 \text{ watt}$$

Dimana:

P = Daya aktif yang dihasilkan (watt)

Cp = Koefisien daya (58% = 0,58)

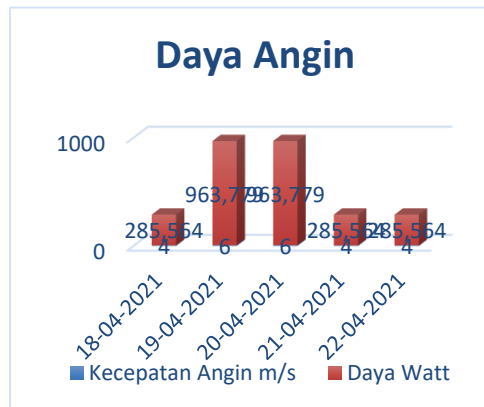
V = Kecepatan angin (m/s)

A = Luas sapuan sudu turbin angin = luas lingkaran (m²)
(πr^2 , dengan asumsi 2 m)

ρ = Kecepatan udara (kg/m³)

Pada table tersebut didapatkan hasil perhitungan daya angin 278,743 watt per hari, namun pada hari Senin dan Selasa daya angin yang didapatkan adalah 963,779 watt per hari atau 23.130,70 Wh (watthour). Sedangkan pada hari Rabu dan Kamis didapatkan daya angin sebesar 278,743. Hal ini dapat dilihat pada diagram daya angin BMKG sebagai berikut:

Diagram 1. Daya angin BMKG



Menurut Dewi, *et al.* 2010 menyebutkan dalam teori Momentum Elemanter Betz beliau mengasumsikan suatu turbin yang memiliki sudu tak hingga jumlahnya dan tak memiliki hambatan, maka dapat diasumsikan bahwa kecepatan dari aliran di depan dan belakang rotor memiliki kecepatan yang sama (aliran laminar). Sehingga factor daya (C_p) maksimum yang dapat dihasilkan adalah sebesar 0,593 atau sekitar 60% daya angin yang dapat dikonversikan menjadi daya mekanik. Dari rumus tersebut, maka dapat dihasilkan energy listrik sebagai berikut dengan menggunakan data hasil penelitian:

NO	TANGGAL	SUHU	TINGKAT	LOKASI									
				Titik 1		Titik 2		Titik 3		Titik 4		Titik 5	
				m/s	Watt	m/s	Watt	m/s	Watt	m/s	Watt	m/s	Watt
Jam ke-1													
1	20, April 2021	31-32	Average	1,3	15,87	1,01	9,82	1,17	12,37	6,24	1.167,81	1,16	10,54
2			Minimum	0,4	0,286	0,4	0,29	0,5	0,56	5	557,74	0,5	0,56
3			Maksimum	2,1	41,32	2	35,69	2,3	54,29	7,8	916,39	1,8	26,022
Jam ke-2													
1	20, April 2021	32-33	Average	5,93	15,87	5,5	829,38	5,26	658,92	3,66	257,15	4,89	544,39
2			Minimum	4,2	330,58	3,1	132,93	3,1	1120,47	2,5	69,72	4,2	330,58
3			Maksimum	7,4	1.808,19	7,4	1.808,19	7,4	1.808,19	5,5	742,36	5,9	961,39
Jam ke-3													
1	20, April 2021	31-34	Average	7,36	1.797,66	7,5	2.267,36	8,52	2.808,32	7,36	2.173,03	7,72	2.154,59
2			Minimum	6,8	1.402,98	5,2	1.882,38	7,5	1.882,38	4,6	434,31	6,5	1.225,36
3			Maksimum	8,5	2.739,91	10,4	5.019,08	9,6	3.947,64	8,9	3.145,53	9,6	3.947,64
Jam ke-4													
1	20, April 2021	31-32	Average	3,17	163,87	5,62	840,35	3,52	339,13	7,12	1.677,45	4,48	430,07
2			Minimum	2,3	54,29	4,5	406,59	2,1	41,32	5,9	916,39	3,6	208,18
3			Maksimum	4,5	406,59	7	1.530,45	7,6	1.958,69	8,1	2.371,26	5,5	742,36
Jam ke-5													
1	20, April 2021	29-31	Average	4,24	375,3	7,61	2.331,15	3,71	246,31	3,95	282,29	4,01	300,05
2			Minimum	3,3	160,35	3,4	175,37	3,1	132,93	3	120,47	3,1	132,93
3			Maksimum	5,8	870,578	10,8	5.620,76	4,7	479,6	4,7	479,6	4,7	479,6

Tabel 5. Hasil Daya Kecepatan Angin Pantai Utara

Dalam proses pengukuran, kecepatan angin dipengaruhi oleh beberapa factor yakni salah satunya adalah kondisi di lapangan yang berupa cuaca yang berubah-ubah, suhu, serta ketinggian. Ketinggian pengukuran yang dilakukan adalah 2-meter dengan jarak sekitar 1 meter dari pesisir pantai. Pengukuran dilakukan dengan 5 waktu yang berbeda. Yakni jam ke-1 adalah jam (07.39-08.42), lalu jam ke-2 adalah (09.01-10.19), jam ke-3 (11.42-12.27), jam ke-4 adalah jam (15.45-16.42) dan yang terakhir adalah jam ke-5 yakni (18.26-19.14.)

Kecepatan angin tertinggi menyentuh pada angka maksimum 10,4 m/s. Pada jam ke-1 yakni (07.39-08.42), kecepatan angin menyentuh angka 7,9 m/s pada jam 08.24 di tempat ketiga dengan posisi langit cerah, dengan desiran ombak yang menderu dan sedikit dedaunan bergeser dari tempatnya. Suhu minimum hanya 0,4 m/s pada jam 07.43 pada titik pertama dengan posisi masih mengalami angin darat. Rata-rata kecepatan angin saat jam ke-1 adalah 2,2m/s. Suhu waktu itu mencapai 32 derajat celcius yang menunjukkan langit sedang terik dan cerah. Pada jam tersebut, daerah pesisir pantai sudah mengalami angin laut yang berarti memiliki kecepatan angin lebih besar dari sebelumnya. Kemudian pada jam ke-2. (09.01-10.19) kecepatan angin mencapai 7,4 m/s pada tempat pertama. Dengan suhu 33 derajat celcius, kecepatan angin rata-rata pada jam ke-2 adalah 4,9m/s. Sedangkan kecepatan angin minimumnya adalah 3m/s yang terjadi pada titik ke 4 dan 5. Saat melakukan penelitian, cuaca sangat cerah dan tidak menunjukkan tanda-tanda akan turunnya hujan hingga penelitian selesai atau jam 19.14. Selanjutnya pada jam ke-3 (11.42-12.27), kecepatan angin maksimum yang terjadi adalah 10,4m/s pada jam 11.57 di tempat ke-2. Lalu, kecepatan angin minimumnya adalah 4,6m/s pada jam 12.16 di tempat ke-4. Sedangkan kecepatan rata-ratanya hanya 7,76m/s. Lalu, pada jam ke-4 (15.45-16.42) , kecepatan maksimum yang terjadi adalah 8m/s pada jam 16.24 di tempat ke-4. Sedangkan kecepatan minimum yang terjadi adalah 2,3m/s pada tempat ke-3. Pada jam ke-4 memiliki rata-rata kecepatan angin sebesar 4,8m/s. Dan yang terakhir adalah jam ke-5 (18.26-19.14) yang memiliki kecepatan angin secara maksimum sebesar 10,8m/s pada tempat pertama. Rata-rata kecepatannya adalah sebesar 3m/s sedangkan kecepatan minimumnya adalah sebesar 4,7m/s yang terletak pada tempat ke 4. Pada pengukuran malam hari, khususnya yang terletak pada jembatan mengalami beberapa kesulitan yakni adanya deruan truk besar yang lewat mengakibatkan kecepatan angin di lingkungan sekitar juga semakin bertambah. Hal ini membuat sensor yang ada di gadget kita juga semakin peka. Maka, yang terjadi adalah kecepatan angin ketika di jembatan malam hari tidak mulus atau tidak murni dari angin. Namun, ada campuran dari trek dan kendaraan lainnya. Ketika malam hari, kondisi pesisir pantai sangat redup yang menjadikan peneliti agak sedikit susah mencapai bibir pantai. Oleh karena itu, pada lokasi jembatan, peneliti hanya mengambil sampel pada jembatan, tidak turun ke bawah. Namun, dapat dipastikan data lain kecuali malam hari yang berada di jembatan tersebut real tanpa adanya rekayasa. Dalam penelitian ini, kecepatan angin rata-rata keseluruhan mencapai 4,88m/s.

Dari perhitungan diatas, didapatkan bahwa daya dari jam ke-1 hingga jam ke-5 memiliki perbedaan yang signifikan mengingat adanya angin darat serta angin laut yang

mempengaruhi kecepatan asumsi turbin. Dapat dilihat apabila daya terbesar didapatkan pada jam ke-3 yakni dari jam 11.42-12.27 yang menyentuh angka tertingginya adalah 5.019,08-watt dengan rata-ratanya menyentuh 2.240,19 watt dari 12 jam pengukuran. Dari kelima titik tersebut, yang memiliki potensi daya terbesar terletak pada titik ke-3 yang memiliki rata-rata daya sebesar 2.808,32 watt. Karena titik ke-3 memiliki daya yang lebih besar dibandingkan titik 1,2,4 dan 5. Pada titik 3, memiliki kecepatan angin yang lebih besar dan duja dikarenakan pengambilan sampel dihadapkan langsung pada bibir pantai dalam arti tidak pada dermaga yang menjadikan angin yang dihasilkan semakin besar. Dalam hal ini, daya yang dihasilkan pada titik 3 dapat digunakan untuk menerangi bibir pantai atau fasilitas umum. Karena saat malam, melihat fasilitas umum seperti lampu disekitar bibir pantai kurang memadai.

KESIMPULAN

Penelitian menggunakan metode observasi secara langsung dengan menggunakan data sekunder dan primer menghasilkan bahwa kecepatan angin yang berada di pantai utara Tuban memiliki potensi yang besar sebagai energy terbarukan PLTA. Daya angin dapat menyentuh hingga 5000watt pada titik kedua. Kecepatan angin pada jam ke-1 memiliki rata-rata sebesar 2,2m/s. Jam ke-2 sebesar 4,9m/s, jam ke-3 sebesar 7,76m/s, jam ke-4 sebesar 4,8m/s dan jam ke-5 sebesar 3m/s. Potensi dari daya yang dihasilkan dari angin pesisir pantai utara dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan fasilitas umum seperti lampu jalan dan sebagainya. Titik yang memiliki potensi besar adalah titik 2 perbatasan yang menghadap langsung ke daerah pesisir.

UCAPAN TERIMAKASIH

Yang pertama, terimakasih kepada Allah SWT yang sudah memberikan kelancaran dalam melakukan penelitian baik di luar maupun di dalam kota. Dalam langkah penulisan, Alhamdulillah diberikan kesabaran dan kelancaran. Yang kedua, terimakasih kepada orang tua saya yang sudah mensupport saya dengan selalu mendoakan saya dan memberikan saya semangat dalam menyelesaikan tugas. Yang ketiga, terimakasih kepada dosen saya Dr. Sudarti, M. Kes, dari beliau saya belajar banyak hal terutama menjadi wanita yang berpikir secara kritis. Dan tak lupa saya ucapkan terimakasih kepada teman saya Wan Audy Rahmawati salah satu mahasiswa Biologi Murni 2020 UIN Sunan Kalijaga-Jogja, yang membantu saya dalam menepatkan titik lokasi penelitian. Sekian, semoga termotivasi dan terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, I., & Nurdin, J. (2016). Kajian Potensi Energi Angin di Daerah Kawasan Pesisir Pantai Serdang Bedagai untuk Menghasilkan Energi Listrik. *Mekanik: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 2(1), 31–38. Retrieved from <http://jurnal.mesin.itm.ac.id/index.php/jm/article/view/36/0>
- Agung, A. I. (2013). Potensi Sumber Energi Alternatif dalam Mendukung Kelistrikan

- Nasional. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 2(2), 892–897. Retrieved from <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-pendidikan-teknik-elektro/article/view/7425>
- Budiastara, I. N., Giriantari, I. a. D., Artawijaya, W., & Partha, C. I. (2009). Pemanfaatan Energi Angin Sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik Di Nusa Penida dan Dampaknya Terhadap Lingkungan. *Jurnal Bumi Lestari*, 9(2), 263–267. Retrieved from <https://ojs.unud.ac.id/index.php/blje/article/view/1523>
- Dewi, M. L. (2010). *Analisis Kinerja Turbin Angin Poros Vertikal dengan Modifikasi Rotor Savonius L untuk Optimasi Kinera Turbin*. Universitas Sebelas Maret.
- Fuad, M. A. Z., Yunita, N., Kasitowati, R. D., Hidayati, N., & Sartimbul, A. (2019). Pemantauan Perubahan Garis Pantai Jangka Panjang dengan Teknologi Geo-Spasial di Pesisir Bagian Barat Kabupaten Tuban, Jawa Timur. *Jurnal Geografi*, 11(1), 48–61. <https://doi.org/10.24114/jg.v11i1.11409>
- Kamal, S. (2007). Studi Potensi Energiangin Daerah Pantai Purworejo untuk Mendorong Penyediaan Listrik Menggunakan Sumber Energi Tbrbarukan yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 14(1), 26–34. <https://doi.org/10.22146/jml.18660>
- Miftadin, A. A., Alawy, H. M. T., & Minto, B. (2019). Analisis Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) Menggunakan Tiga Jenis Bentuk Turbin Studi Kasus di Pantai Jatisari Kab. Rembang. *Science Electro*, 11(2), 1–5. Retrieved from <http://riset.unisma.ac.id/index.php/jte/article/view/3489>
- Nabila, N. M., Sasmito, B., & Sukmono, A. (2020). Studi Karakteristik Gelombang Perairan Laut Jawa Menggunakan Satelit Altimetri Tahun 2016-2018 (Studi Kasus : Perairan Laut Utara Jawa). *Jurnal Geodesi Undip*, 9(1), 67–76. Retrieved from <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/26072>
- Rehiana, A. B. (2010). Desain Pembangkit Listrik Tenaga Kincir Angin pada Daerah Pesisir Pantai Utara Kabupaten Manokwari. *Forum Teknik*, 33(11), 55–59.
- Widyanto, S., Wisnugroho, S., & Agus, M. (2018). Pemanfaatan Tenaga Angin Sebagai Pelapis Energi Surya pada Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid di Pulau Wangi-Wangi. *Seminar Nasional Sain Dan Teknologi 2018*, 1–12. Retrieved from <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/3599>