

## MODEL ALAT UKUR KECEPATAN ANGIN, ARAH ANGIN, DAN INTENSITAS RADIASI MATAHARI

**Yusuf Dewantoro Herlambang\***, Margana, Yanuar Mahfudz Safarudin, Yosintaska, Nandiyaguna Yusarindra, Raditya Rizqy Wibowo, Yehuda Tofan Indra Cahya

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang  
Jl. Prof. H. Soedarto S.H., Tembalang, Semarang, 50275  
\*E-mail: masyusufdh@polines.ac.id

### Abstrak

Angin dan matahari merupakan energi alternatif, yang dapat dikelola secara maksimal menjadi energi yang bermanfaat pengganti energi konvensional. Data potensi energi suatu daerah, dapat dijadikan tolak ukur apakah energi yang ada dapat dimanfaatkan atau sebaliknya. Di Desa Tambakboyo mayoritas daerahnya berupa persawahan luas yang menyimpan potensi energi angin dan surya. Untuk mengetahui potensi tersebut diperlukan suatu alat pengukur secara kontinu berupa anemometer (kecepatan angin), wind vane (arah angin), serta solar cell (intensitas matahari). Pembuatan alat berupa sensor potensi energi angin dan surya yang dipasang diatas sebuah menara setinggi 6,5 meter. Sensor tersebut dihubungkan ke sebuah mikrokontroler Arduino ATMegap328P dan data hasil pengukuran sensor disimpan pada MMC (Memory Card). Sumber energi yang digunakan adalah energi surya yang dikonversi menjadi energi listrik oleh panel surya yang dialirkan menggunakan SCC (Solar Charger Controller) dan disimpan pada baterai berkapasitas 12 Volt 10 Ah yang selanjutnya dialirkan ke beban. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa rata-rata kecepatan angin di lokasi adalah 1,0928 m/s dengan potensi energi angin sebesar 0,7966 w/m<sup>2</sup> dan rata-rata intensitas surya 289,703 w/m<sup>2</sup> dengan potensi energi surya sebesar 289,703 w/m<sup>2</sup>.

**Kata Kunci:** Angin, Matahari, Anemometer, Wind Vane, Solar Cell, Arduino Uno.

## PENDAHULUAN

### Latar belakang

Berkurangnya potensi energi fosil terutama minyak dan gas bumi, mendorong pemerintah untuk menjadikan energi baru terbarukan sebagai prioritas utama untuk menjaga ketahanan dan kemandirian energi, mengingat potensi energi baru terbarukan sangat besar untuk dapat menjadi andalan dalam penyediaan energi nasional di masa mendatang.

Sama halnya dengan kebutuhan listrik di wilayah Indonesia lainnya, kebutuhan listrik di Desa Tambakboyo Ambarawa pun terus meningkat sesuai dengan tingkat kebutuhan masyarakat terutama dalam mata pencahariannya. Sebagian besar penduduk berprofesi

Model Alat Ukur Kecepatan Angin, Arah Angin,..... Yusuf, dkk sebagai nelayan dan petani. dimana kebutuhan energi listrik adalah hal utama yang harus dipenuhi guna menunjang mata pencaharian terutama bagi petani pada saat musim kemarau. Penduduk sekitar akan membutuhkan suplai listrik yang lebih untuk menggerakkan pompa agar dapat memenuhi kebutuhan air pada saat musim kemarau.

Oleh karena itu, sebagai upaya untuk mengembangkan serta memanfaatkan potensi energi alternatif di Desa Tambakboyo, penulis bermaksud untuk membuat tugas akhir mengenai potensi energi angin dan energi panas matahari. Dengan memanfaatkan teknologi dan ilmu pengetahuan, maka tugas akhir ini dilakukan dengan bantuan sensor yang telah diprogram menggunakan arduino software.

Hasil dari pengukuran potensi ini diharapkan dapat mempermudah dalam pemilihan energi alternatif yang akan digunakan sehingga dapat membantu masyarakat dalam memanfaatkan energi angin dan surya di Desa Tambakboyo untuk memenuhi kebutuhan energi listrik di daerah setempat.

### **Tujuan**

1. Merakit alat ukur kecepatan angin, arah angin, dan intensitas radiasi matahari di Desa Tambakboyo.
2. Mengukur daya potensi angin dan surya di Desa Tambakboyo.
3. Mengetahui energi alternatif yang cocok untuk diterapkan di Desa Tambakboyo.

## **METODE PENELITIAN**

### **Sensor Potensi Energi Angin dan Surya**

Sensor potensi energi angin dan surya adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengukur dan mencatat potensi energi angin dan surya di suatu daerah. Alat ini terdiri dari dua buah sensor yaitu sensor angin yang terdiri dari pengukur kecepatan angin (*anemometer*) dan penunjuk arah angin (*wind vane*), selain itu terdapat juga sensor surya berupa panel surya (*solar cell*). Sensor-sensor ini terhubung ke sebuah peralatan mikrokontroler berupa modul arduino uno dengan type ATmega 328p yang berfungsi sebagai alat pengambil dan penyimpan data yang kemudian nantinya dapat ditampilkan dalam bentuk data angka dalam setiap detiknya. *Arduino uno* dalam hal ini memerlukan daya yang disuplai dari baterai (*ACCU*).

### **Potensi energi angin di Indonesia**

Sumber daya energi angin suatu lokasi sangat ditentukan oleh besarnya rata-rata kecepatan angin di lokasi tersebut karena daya yang dapat dibangkitkan energi angin merupakan kelipatan pangkat tiga (kubik) dari kecepatan angin. Sumber daya energi angin dikategorikan mulai dari kelas 1 (kecepatan angin kurang 3 m/s pada ketinggian 10 m) hingga kelas 7

Model Alat Ukur Kecepatan Angin, Arah Angin,..... Yusuf, dkk  
 (kecepatan angin lebih besar dari 7 m/s pada ketinggian 10 m). Berdasarkan data kecepatan angin di berbagai wilayah, sumber daya energi angin Indonesia berkisar antara 2,5 – 5,5 m/s pada ketinggian 24 meter di atas permukaan tanah. Dengan kecepatan tersebut sumberdaya energi angin Indonesia termasuk dalam kategori kecepatan angin kelas rendah hingga menengah.

Untuk mendapatkan massa udara dimisalkan suatu blok udara mempunyai penampang dengan luas ( $m^2$ ), dan bergerak dengan kecepatan (m/s), maka massa udara adalah yang melewati suatu tempat adalah :

$$m = \rho \cdot A \cdot v \quad (2.1)$$

Keterangan :

m = Massa udara yang mengalir (kg/det)

A = Penampang ( $m^2$ )

v = Kecepatan angin (m/det)

$\rho$  = Kerapatan udara ( $kg/m^3$ )

Dengan Persamaan (2.1) dan (2.2) dapat dihitung besar daya yang dihasilkan dari energi angin yaitu :

$$P = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot v^3 \quad (2.2)$$

Keterangan :

P = Daya yaitu energi per satuan waktu (watt)

A = Luas penampang ( $m^2$ )

v = Kecepatan angin (m/det)

$\rho$  = Kerapatan udara ( $kg/m^3$ )

Tabel 1. Potensi angin di daerah

Kelas	Kec. Angin (m/s)	Daya Spesifik ( $W/m^2$ )	Kapasitas (kW)	Lokasi (Wilayah)
Skala Kecil	2,5-4,0	<75	s/d 10	Jawa, NTT, NTB, Maluku, Sulawesi
Skala Menengah	4,0-5,0	75-100	10-100	NTT, NTB, Sultra
Skala Besar	>5,0	>150	>100	Sulsel, NTB, NTT dan Pantai Selatan Jawa

(Sumber : LAPAN, 2006)

Model Alat Ukur Kecepatan Angin, Arah Angin,..... Yusuf, dkk  
**Alat ukur potensi energi angin**



**Gambar 1. Anemometer dan *Wind Vane***

(Sumber: <https://www.amazon.in/WeatherRack-Anemometer-SwitchDoc-WeatherPiArduino-Raspberry/dp/B00QURVHN6>)

a. Anemometer

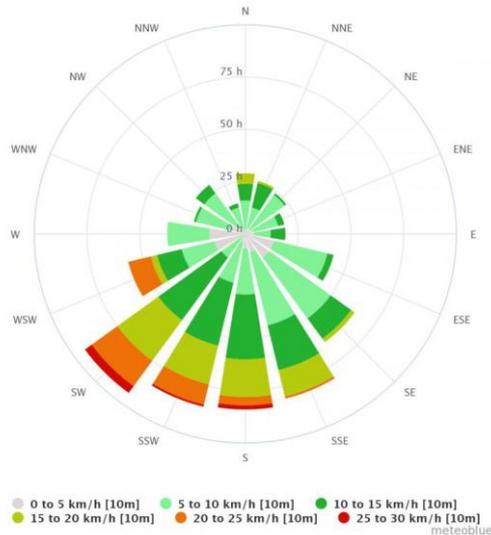
Anemometer adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur atau menentukan kecepatan angin. Jenis anemometer yang biasa digunakan adalah anemometer mangkok dan baling-baling.

b. *Wind Vane*

*Wind vane* adalah alat untuk mengukur arah angin. Arah angin menunjukkan darimana datangnya angin dan bukan kemana angin itu bergerak. Jadi, arah angin adalah arah darimana angin berhembus (Mawardi, 2017)

***Wind rose view (wind rose plot for meteorological data)***

Untuk mengetahui distribusi angin baik arah maupun kecepatan dapat dihitung dengan menggunakan software WRPLOT *View* berbasis *Windows* ataupun menggunakan *Microsoft Excel* yang memunculkan perhitungan *wind rose* dan tampilan grafis yang menggambarkan variabel meteorologi untuk rentang waktu dan tanggal sesuai kebutuhan pengguna. *Wind rose* menggambarkan frekuensi kejadian angin pada tiap arah mata angin dan kelas kecepatan angin pada lokasi dan waktu tertentu. *Wind rose* dapat pula digunakan untuk menampilkan grafik dari kecenderungan arah pergerakan angin pada suatu wilayah. Karena pengaruh dari kelerengan lokal, kemungkinan efek pesisir, jangkauan alat, dan variabilitas temporal dari angin, perhitungan *wind rose* tidak selalu mewakili pergerakan riil angin di wilayah tersebut. (Habibie, 2011)



**Gambar 2. Wind Rose**

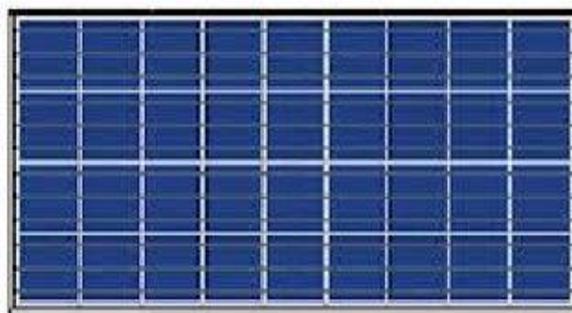
(Sumber: <http://content.meteoblue.com/hu/access-options/history/wind-rose>)

### Energi Surya

Energi surya adalah energi yang didapat dengan mengubah energi panas surya (matahari) melalui peralatan tertentu menjadi sumber daya dalam bentuk lain. Energi surya menjadi salah satu sumber pembangkit daya selain air, uap, angin, biogas, batu bara, dan minyak bumi.

(Yandri, 2012)

### Panel surya



**Gambar 3. Panel Surya Polycrystalline**

(Sumber: <http://sanfordlegenda.blogspot.com>)

Panel surya merupakan salah satu alat konversi energi dari energi surya menjadi energi listrik. Keluaran dari panel surya menghasilkan tegangan DC. Daya *input* dari panel surya adalah intensitas surya ( $W/m^2$ ) dan luas penampang panel surya ( $m^2$ ). Untuk menentukan daya *input* panel surya dapat digunakan rumus dari persamaan berikut:

$$P_{in} = I_{rad} \times A \quad (2.3)$$

Model Alat Ukur Kecepatan Angin, Arah Angin,..... Yusuf, dkk  
Keterangan:

$P_{in}$  = Daya yang masuk pada panel surya (W)

$I_{rad}$  = Intensitas cahaya matahari ( $W/m^2$ )

A = Luas penampang panel surya ( $m^2$ )

Untuk mencari total beban pemakaian per hari. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Beban Pemakaian (Wh)} = \text{Daya} \times \text{Lama Pemakaian} \quad (2.4)$$

Dan untuk menentukan ukuran kapasitas panel surya yang sesuai dengan beban pemakaian adalah sebagai berikut :

$$\text{Kapasitas Modul Surya} = \frac{\text{Total Beban Pemakaian Harian}}{\text{Waktu Efektif Panel Surya}} \quad (2.5)$$

### Arduino UNO



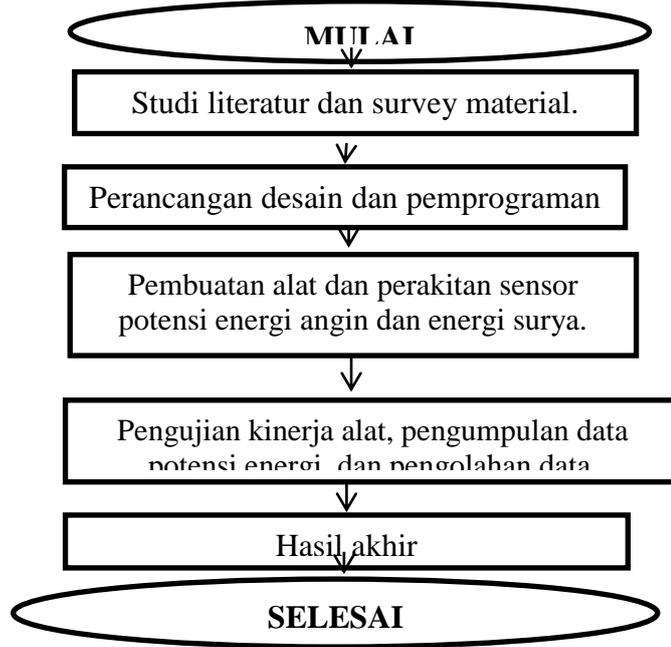
**Gambar 4. Arduino Uno**

(Sumber : <https://ilearning.me/sample-page-162/arduino/pengertian-arduino-uno/>)

Arduino ini merupakan sebuah *board* mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. ATmega328 pada Arduino Uno hadir dengan sebuah *bootloader* yang memungkinkan kita untuk mengupload kode baru ke ATmega328 tanpa menggunakan pemrogram *hardware* eksternal. (Ichwan, 2013)

### Diagram Alir Kegiatan Pelaksanaan

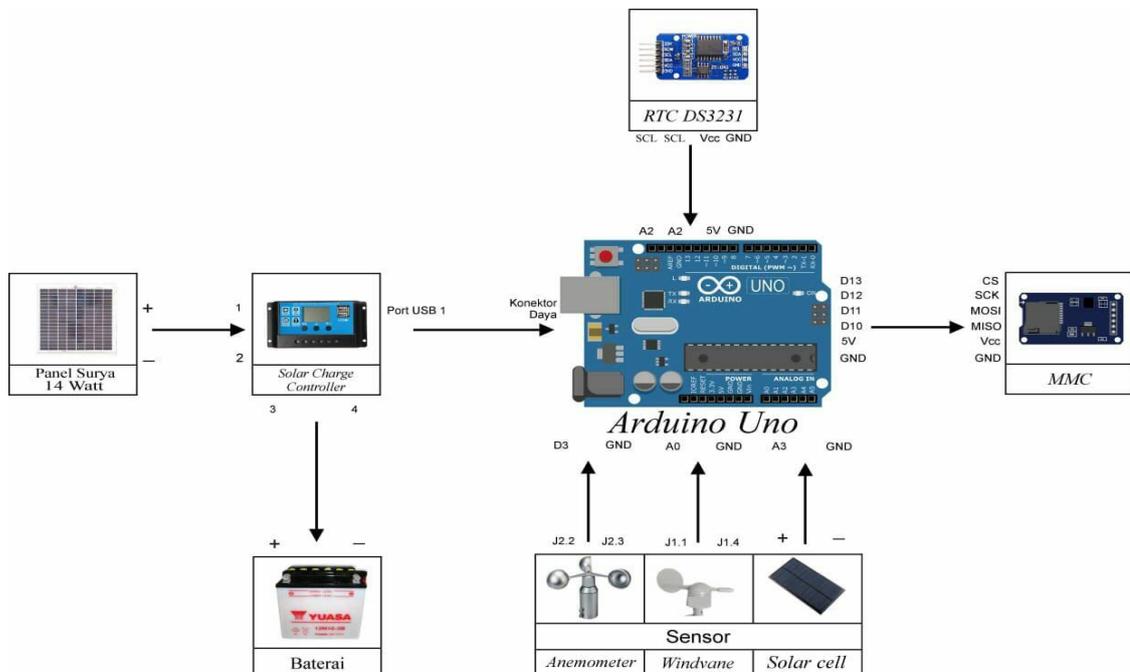
Secara singkat, langkah – langkah pelaksanaan dirangkum dalam bentuk *flowchart* sebagai berikut :



Gambar 5. Diagram Alir Kegiatan Pelaksanaan

### Diagram Blok Sensor Potensi Energi Angin dan Energi Surya

Proses perancangan alat dalam tugas akhir ini dilakukan dengan menentukan komponen dan proses perancangan alat yang digunakan. Dalam pengerjaan komponen dari awal hingga akhir, terlebih dahulu untuk memahami cara kerja komponen utama dalam pembuatan tugas akhir ini. Gambar 3.2 merupakan diagram blok bagian utama perancangan alat yang digunakan.



Gambar 6. Diagram Blok Sensor Potensi Energi angin dan Energi surya

### **Tahap Perancangan**

1. Menentukan sensor potensi energi angin dan surya yang sesuai.
2. Perancangan pembangkit energi panel surya dan baterai
3. Perancangan menara, dudukan sensor, dan panel box
4. Perancangan sistem mikrokontroler sensor potensi energi angin dan surya

### **Tahap Pengerjaan**

1. Pengerjaan rangkaian sensor potensi energi angin dan surya.
2. Pengkalibrasian anemometer, wind vane, dan solar cell
3. Pembuatan coding dengan Arduino IDE Software
4. Pengerjaan box panel dan pengelasa dudukan sensor pada menara
5. Perakitan alat sensor pada menara

### **Tahap Pengujian**

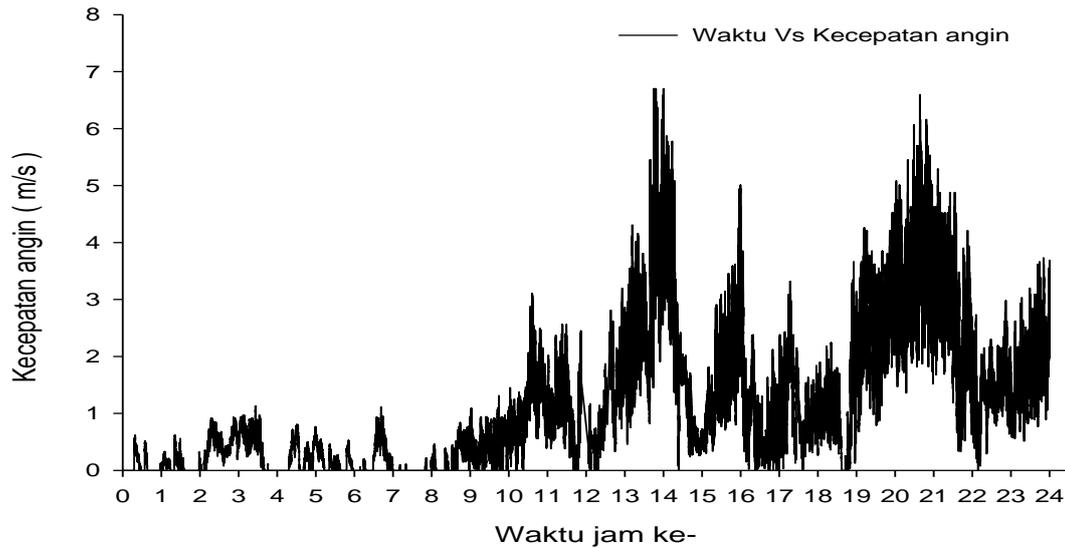
Pada tugas akhir ini dilakukan pengujian untuk memperoleh data yang diperlukan yaitu kecepatan angin, arah angin dan intensitas surya guna mengetahui potensi energi angin dan energi surya di Desa Tambakboyo.

- a. Pengujian sensor potensi energi angin :  
Waktu pelaksanaan : 1 April – 25 April 2019 (25 hari)  
Tempat : Desa Tambakboyo
- b. Pengujian sensor potensi energi surya :  
Waktu pelaksanaan : 15 Mei – 24 Mei 2019 (10 hari)  
Tempat : Desa Tambakboyo

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

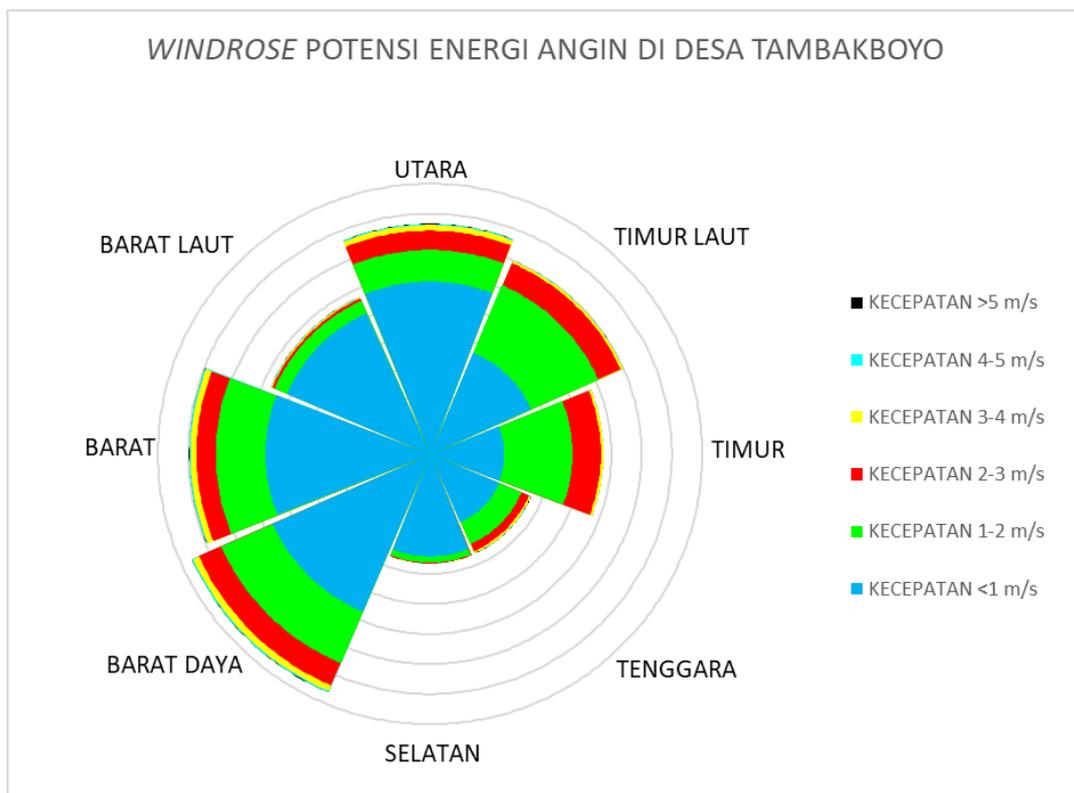
### **Potensi Energi Angin**

Contoh hasil pengukuran potensi energi angin dengan rata-rata kecepatan angin tertinggi dalam sehari di Desa Tambakboyo ditunjukkan dalam bentuk grafik sebagai berikut :



**Gambar 7. Grafik Kecepatan Angin pada Hari ke-6 (6 April)**

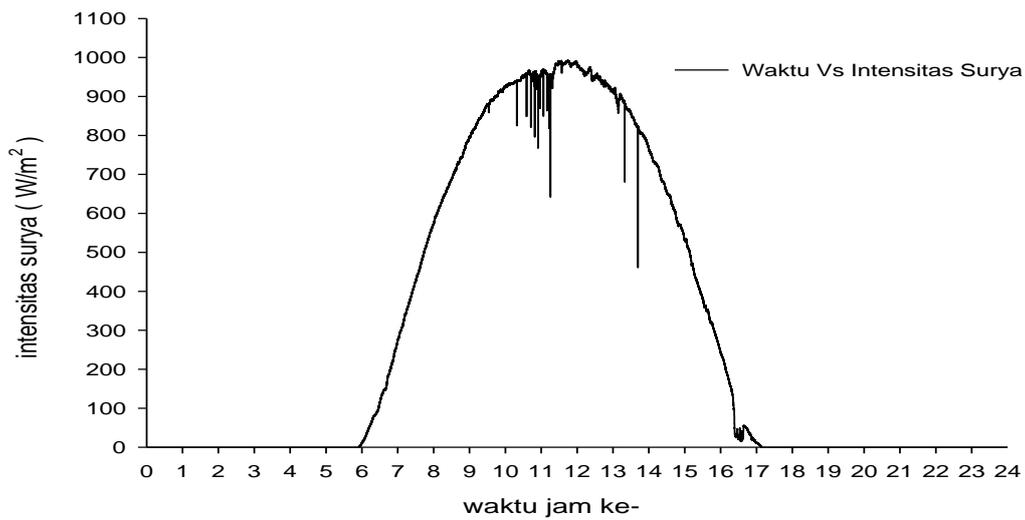
Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa rata – rata kecepatan angin dalam sehari adalah 1,092 m/s, kecepatan angin tertingginya sebesar 6,7 m/s, dan arah angin yang dominan berasal dari arah barat.



**Gambar 8. Windrose Potensi Energi Angin di Desa Tambakboyo**

### Potensi Energi Surya

Contoh hasil pengukuran potensi energi surya dengan rata-rata intensitas surya terbesar dalam sehari di desa tambakboyo ditunjukkan dalam bentuk grafik sebagai berikut :



**Gambar 9. Grafik Intensitas Surya pada Hari ke-8**

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa rata – rata intensitas surya dalam sehari mencapai 289,70 W/m<sup>2</sup>, rata – rata intensitas surya pada saat terik sebesar 917,47 W/m<sup>2</sup>, dan intensitas surya tertinggi pada hari tersebut sebesar 992,65 W/m<sup>2</sup>.

**Hasil Perhitungan Data Potensi energi angin di Desa Tambakboyo**

Pada tugas akhir ini, perhitungan untuk mengetahui potensi energi angin di Desa Tambakboyo guna mempermudah mengetahui potensi energi angin di Desa Tambakboyo, maka luas area diasumsikan sebesar 1 m<sup>2</sup> . Perhitungan energi angin ini menggunakan Persamaan (2.3) dengan menggunakan data rata - rata tertinggi dalam sehari yaitu sebesar 1,092 m/s pada hari ke-6 pengujian potensi energi angin di Desa Tambakboyo :

$$P = 0,5 \cdot \rho \cdot A \cdot V^3$$

$$P = 0,5 \cdot 1,2209 \cdot 1 \cdot 1,0928$$

$$P = 0,7966 \text{ Watt}$$

**Potensi energi surya di Desa Tambakboyo**

Pada tugas akhir ini, perhitungan untuk mengetahui potensi energi surya di Desa Tambakboyo guna mempermudah mengetahui potensi energi surya di Desa Tambakboyo, maka luas area diasumsikan sebesar 1 m<sup>2</sup> , Perhitungan energi surya ini menggunakan Persamaan (2.4) dengan menggunakan data rata - rata tertinggi dalam sehari yaitu sebesar 289,703 w/m<sup>2</sup> pada hari ke-8 pengujian potensi energi surya di Desa Tambakboyo :

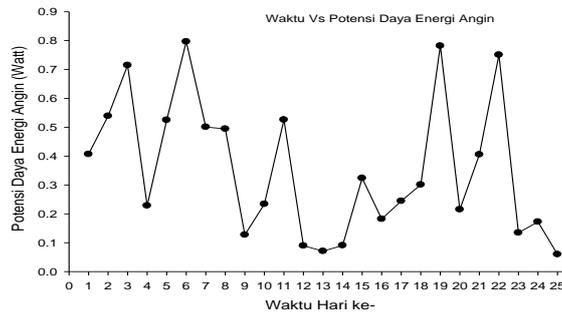
$$P = I_r \cdot A$$

$$P = 289,703 \cdot 1$$

$$P = 289,703 \text{ Watt}$$

Model Alat Ukur Kecepatan Angin, Arah Angin,..... Yusuf, dkk

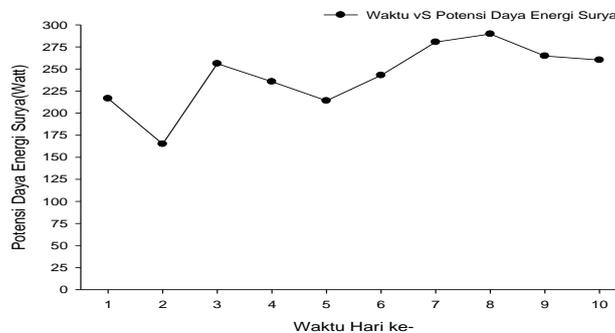
Dari tabel diatas, maka didapatkan grafik yang menunjukkan daya potensi energi angin di Desa Tambakboyo seperti pada gambar berikut :



**Gambar 10. Grafik Daya Potensi Energi Angin di Desa Tambakboyo**

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat bahwa daya yang mampu dihasilkan berbanding lurus dengan kecepatan angin, Semakin cepat kecepatan angin maka daya yang dihasilkan juga semakin besar, Pada pengujian selama 25 hari, didapatkan daya terbesar yang mampu dihasilkan sebesar 0,7966 Watt dengan rata – rata kecepatan angin 1,0928 m/s.

Dari tabel diatas, maka didapatkan grafik yang menunjukkan daya potensi energi surya di Desa Tambakboyo seperti pada gambar berikut :



**Gambar 11. Grafik Daya Potensi Energi Surya di Desa Tambakboyo**

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat bahwa daya yang mampu dihasilkan berbanding lurus dengan intensitas surya, Semakin besar intensitas surya maka daya yang dihasilkan juga semakin besar. Pada pengujian selama 10 hari, didapatkan daya terbesar yang mampu dihasilkan sebesar 289,703 W dengan rata – rata intensitas surya 289,703 W/m<sup>2</sup> pada hari pengujian ke-8.

## **SIMPULAN**

Kesimpulan yang didapat setelah pembuatan tugas akhir Perakitan Alat Ukur Kecepatan Angin, Arah Angin, dan Intensitas Radiasi Matahari yang Diaplikasikan di Desa Tambakboyo adalah sebagai berikut :

1. Desa Tambakboyo memiliki daya potensi energi angin dan energi surya sebagai energi alternatif. Potensi energi angin berdasarkan hasil pengujian sebesar 0,7966 Watt per m<sup>2</sup> dengan rata – rata kecepatan anginnya 1,0928 m/s dimana arah angin berdominan berasal dari arah barat daya, serta daya potensi energi surya berdasarkan hasil pengujian sebesar 289,703 Watt per m<sup>2</sup> dengan rata – rata intensitas surya 289,703 W/m<sup>2</sup> dan jam efektif intensitas surya pada pukul 09.00 – 14.00.
2. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan sensor potensi energi angin (anemometer) selama 25 hari pada bulan April dan sensor potensi energi surya (solar cell) selama 10 hari pada bulan Mei dapat diketahui bahwa energi alternatif yang lebih cocok diterapkan di Desa Tambakboyo adalah energi surya, Hal ini dikarenakan daya potensi energi surya lebih besar jika dibandingkan daya potensi energi angin, sehingga masyarakat Desa Tambakboyo disarankan memanfaatkan energi surya sebagai energi alternatif dengan menggunakan panel surya.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Habibie, Najib et al. 2011. Kajian Potensi Energi Angin Di Wilayah Sulawesi Dan Maluku. Volume 12, Nomor 2, Jakarta.
- [2] Julisman, Andi et al. 2017. Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Atap Stadion Bola. Volume 2, Nomor 1, Banda Aceh.
- [3] Liun, Edwaren. 2011. Potensi Energi Alternatif Dalam Sistem Kelistrikan Indonesia. Jakarta, Badan Tenaga Nuklir Nasional.
- [4] Mawardi, Darles. 2016. Sistem Monitoring Data Arah dan Kecepatan Angin Menggunakan Jaringan Wifi ESP8266. Yogyakarta. Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
- [5] Wicaksono, Gadang. 2016. Rancang Bangun Alat Pengukur Arah dan Kecepatan Angin. Surabaya. Universitas Airlangga Surabaya.
- [6] Yunginger, Raghel dan Nawir N. Sune. 2015. Analisis Energi Angin Sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik Di Kota Di Gorontalo. Gorontalo. Universitas Negeri Gorontalo.