



**PEMANFAATAN ENERGI ANGIN SEBAGAI ALTERNATIF
PEMBANGKIT LISTRIK UNTUK PENERANGAN LAMPU JALAN**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Rangka

Memenuhi penyusunan Skripsi Jenjang S1

Program Studi Teknik Mesin S1

Disusun Oleh:

IMAM ACHMAD ZEIN

NPM 6417500057

FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS

PANCASAKTI TEGAL

2024

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama Penulis : Imam Achmad Zein
NPM : 6417500057
Judul : Pemanfaatan Energi Angin Sebagai Alternatif Pembangkit Listrik Untuk Penerangan Lampu Jalan.

Tegal, 13 Agustus 2024

Pembimbing I



Ahmad Farid, ST., MT
NIPY.191511101978

Pembimbing II



Royan Hidayat., MT
NIPY.2496441990

HALAMAN PENGESAHAN

Telah dipertahankan dihadapan Dewan Sidang Penguji Skripsi Fakultas
Teknik Dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal

Pada Hari : Senin

Tanggal : 5 Agustus 2024

Ketua Penguji

Rusnoto,ST.,MEng
NIPY.14054121974



(.....)

Penguji Utama

M.Agus Shidiq.ST.,MT
NIPY. 20651641971



(.....)

Penguji 1

Ahmad Farid,ST.,MT
NIPY.191511101978



(.....)

Penguji 2

Royan Hidayat.,MT
NIPY. 2496441990



(.....)

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer



(Dr. Agus Wibowo, ST., MT.)
NIPY. 126518101972

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Imam Achmad Zein

NPM : 6417500057

Tempat Tanggal lahir : Pematang, 20 Mei 1999

Alamat : Desa Beji Cokrah, RT 02 RW10 Kec Taman Kab,
Pematang.

Dengan ini menyatakan bahwa SKRIPSI dengan judul “ Pemanfaatan Energi Angin Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Angin Untuk Penerangan Lampu Jalan” adalah hasil pekerjaan saya sendiri. Adapun materi dari sumber lain dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan pernyataan maka saya akan bertanggung jawab dan bersedia menanggung sanksi.

Tegal, 13 Agustus 2024



Imam Achmad Zein
NPM.6417500057

MOTO PERSEMBAHAN

MOTO :

“ KETIKA DUNIA TERNYATA JAHAT KEPADA MU, MAKA BERUSAHA LAH UNTUK MENGHADAPINYA, KARENA TIDAK ADA SEORANG PUN YANG DAPAT MEMBANTUMU JIKA KAU TAK BERUSAHA.”

(RORONOA ZORO, ONEPIECE)

“SESUNGGUHNYA, SESUDAH KESULITAN ITU ADA KEMUDAHAN.”

(Q.S AL-INSYIRAH: 5)

PERSEMBAHAN:

1. Allah SWT yang telah meridhoi berjalanya proses pembuatan naskah skripsi dari pembuatan proposal sampai dengan proses pengujian naskah skripsi ini.
2. Pintu surga, Ibu Dariyah yang tak henti-hentinya memberikan kasih sayang dengan penuh cinta dan selalu memberikan doa sehingga penulis bisa menyelesaikan study nya sampai sarjana.
3. Ayahanda dan Panutanku bapak husen, terima kasih karna sudah berjuang untuk kehidupan anak dan istrinya, beliau memang belum pernah merasakan pendidikan sampai bangku perkuliahan, Namun beliau mau mendidik penulis, memotivasi, figure Bapak yang baik dalam keluarga.
4. Teman seperjuangan penulis Cut Mela Syafa Zulfahmi, selalu mendukung dan menyemangati penulis hingga menyelesaikan study.
5. Bapak Dr. Agus Wibowo, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

6. Bapak Hadi Wibowo, ST. MT. selaku Ketua Program Study Teknik Mesin S1.
7. Bapak Ahmad Farid, ST. MT. selaku Dosen Pembimbing 1.
8. Bapak Royan Hidayat, MT. selaku Dosen Pembimbing 2.
9. Rekan-rekan dilapangan dan sahabat yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

ABSTRAK

Tujuan melakukan penelitian adalah menghitung kecepatan angin, putaran poros turbin, dan daya pengisian baterai terhadap daya yang dihasilkan turbin angin sumbu vertikal kapasitas 300 Watt. Peneliti melakukan penelitian menggunakan bahan turbin angin jenis sumbu vertikal yang berkapasitas 300 watt, Generator turbin 3 phase yang menggunakan 3 kawat phase dan 1 kawat netral. Untuk pengontrol daya input menggunakan wind turbine controller dan Inverter berkapasitas 1000 sebagai sebagai Komponen Untuk merubah arus DC ke AC.

Metode penelitian yang digunakan oleh peneliti dalam melakukan penelitian ini adalah dengan melakukan sebuah eksperimen, Dalam penelitian ini penulis akan menganalisa turbin angin pada sistem pembangkit listrik tenaga angin yaitu dengan menganalisa kecepatan angin, Putaran Poros Turbin dan daya pengisian baterai pada arus yang dihasilkan turbin angin untuk menyalakan lampu penerangan jalan. Dengan cara melakukan perbandingan pengambilan data pada posisi. Speed 1 kecepatan sebesar 1,29 m/s pengujian atau pengukuran dilakukan tanpa menggunakan beban output dan pada posisi Speed 2 kecepatan sebesar 4,83 m/s dan Speed 3 kecepatan sebesar 7.41 m/s. dengan menggunakan bantuan blower.

Berdasarkan data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan angin memiliki pengaruh langsung terhadap putaran poros turbin, di mana peningkatan kecepatan angin dari 3,40 m/s pada Speed 1 menjadi 7,67 m/s pada Speed 3 menyebabkan peningkatan signifikan dalam putaran poros turbin, yang mencapai 191 RPM pada Speed 3. Peningkatan putaran poros ini diiringi dengan peningkatan daya yang dihasilkan dan disimpan dalam baterai, dengan daya baterai meningkat dari 10,8 Watt pada Speed 1 menjadi 12,2 Watt pada Speed 3. Daya input yang dihitung dari tegangan dan arus listrik menunjukkan peningkatan yang konsisten dari 41,5 Watt hingga 44,12 Watt seiring dengan peningkatan kecepatan angin. Meskipun arus listrik tetap stabil pada 0,2 Amper, variasi daya keluaran baterai menunjukkan bahwa sistem secara konsisten menghasilkan energi, meskipun efisiensinya dapat dipengaruhi oleh fluktuasi tegangan. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa energi angin memiliki potensi besar sebagai sumber alternatif pembangkit listrik, terutama untuk aplikasi penerangan lampu jalan, di mana peningkatan kecepatan angin dapat langsung meningkatkan daya listrik yang dihasilkan oleh sistem turbin angin

Kata Kunci: Analisis Perhitungan, Pembangkit Listrik, Turbin Angin.

ABSTRACT

The aim of conducting research is to calculate wind speed, turbine shaft rotation, and battery charging power on the power produced by a vertical axis wind turbine with a capacity of 300 Watts.

Researchers conducted research using a vertical axis type wind turbine with a capacity of 300 watts, a 3 phase turbine generator which uses 3 phase wires and 1 neutral wire. To control the input power, use a wind turbine controller and an inverter with a capacity of 1000 as components to change DC current to AC.

The research method used by researchers in conducting this research is to carry out an experiment. In this research the author will analyze wind turbines in wind power generation systems, namely by analyzing wind speed, rotation of the turbine shaft and battery charging power in the current produced by the wind turbine to turn on the street lights. By comparing data collection at position. Speed 1 speed is 1.29 m/s, testing or measurements are carried out without using an output load and in Speed 2 position the speed is 4.83 m/s and Speed 3 speed is 7.41 m/s. by using the help of a blower.

Based on data. The research results show that wind speed has a direct influence on turbine shaft rotation, where an increase in wind speed from 3.40 m/s at Speed 1 to 7.67 m/s at Speed 3 causes a significant increase in turbine shaft rotation, which reaches 191 RPM at Speed 3. This increase in shaft rotation is accompanied by an increase in power produced and stored in the battery, with battery power increasing from 10.8 Watts at Speed 1 to 12.2 Watts at Speed 3. Input power calculated from voltage and electric current shows a consistent increase from 41.5 Watts to 44.12 Watts as the wind speed increases. Although the electric current remains stable at 0.2 Amper, variations in battery output power show that the system consistently produces energy, although its efficiency can be affected by voltage fluctuations. Overall, the results of this study confirm that wind energy has great potential as an alternative source of electricity generation, especially for street light lighting applications, where increasing wind speed can directly increase the electrical power produced by the wind turbine system

Keywords: Calculation Analysis, Power Generation, Wind Turbine.

PRAKATA

Dengan memanjatkan puja dan puji syukur kehadiran Tuhan yang maha Esa yang senantiasa memberikan petunjuk serta hidayah nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini dengan judul Pemanfaatan Energi Angin Sebagai Alternatif Pembangkit Listrik Untuk Penerangan Lampu Jalan. penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk diajukan sebagai salah satu syarat dalam rangka memenuhi penyusunan skripsi jenjang S1 Program Studi Teknik Mesin.

Penulis menyadari keterbatasan dan kemampuan yang dimiliki, dalam penyusunan dan penyusunan dan penulisan skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. Agus Wibowo, ST. MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
2. Bapak Hadi Wibowo, ST. MT. selaku Kepala Progdi Teknik Mesin S1
3. Bapak Ahmad Farid, MT. selaku Dosen Pembimbing I
4. Bapak Royan Hidayat, MT. selaku Dosen Pembimbing II
5. Orang tua yang selalu mendoakan serta memberikan semangat.
6. Teman-teman yang telah memberikan dukungan dan semangat.
7. Semua pihak yang membantu hingga proposal skripsi ini selesai.

Penulis menyadari dan telah mencoba membuat skripsi sesempurna mungkin, namun demikian masih jauh dengan kesempurnaan dan mungkin ada kekurangan yang tidak terlihat oleh penulis, oleh karena itu penulis mengharapkan masukan yang kiranya dapat membangun dan meningkatkan kesempurnaan skripsi ini. mudah-mudahan isi skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Tegal, 13 Agustus 2024



Imam Achmad Zein
NPM.6417500057

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
MOTO PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I	
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	4
C. Rumusan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	5
F. Sistematika Penulisan.....	5

BAB II

LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Landasan Teori.....	7
1. Pengertian PLTB	7
2. Turbin Angin	7
B. Tinjauan Pustaka	25

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN	31
A. Metode Penelitian.....	31
B. Waktu dan Tempat Penelitian	31
C. Desain Turbin Angin.....	33
D. Variabel Penelitian	41
E. Tahap dan Prosedur Penelitian.....	42
1. Tahap Metode Penelitian	42
2. Perancangan dan Perakitan Turbin.....	43
F. Skema Turbin Angin Vertikal.....	44
G. Diagram Alir Penelitian	45

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN	46
A. Hasil Penelitian	46
B. Pembahasan.....	55

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN61

 A. Kesimpulan61

 B. Saran.....62

DAFTAR PUSTAKA64

LAMPIRAN66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Turbin Angin Sumbu Horizontal.....	8
Gambar 2.2 Turbin Angin Sumbu Vertikal.....	9
Gambar 2.3 Generator.....	10
Gambar 2.4 Wind Controller.....	11
Gambar 2.5 Inverter	12
Gambar 2.6 Baling-Baling Turbin	12
Gambar 2.7 Solar Charger Control	14
Gambar 2.8 Baterai/Accu.....	16
Gambar 2.9 Lampu PJU.....	18
Gambar 2.10 Anemometer	18
Gambar 2.11 Multimeter.....	20
Gambar 2.12 Multimeter Digital.....	20
Gambar 2.13 Tachometer.....	21
Gambar 2.14 Wattmeter	22
Gambar 3.1 Desain Baling-Baling	33
Gambar 3.2 Desain Dudukan Turbin	33
Gambar 3.3 Desain Turbin Keseluruhan.....	34
Gambar 3.4 Desain Tiang Turbin.....	34
Gambar 3.5 Skema Turbin Angin	44
Gambar 3.6 Diagram Alir Penelitian	45
Gambar 4.1 Grafik Rata-rata Kecepatan Angin.....	56

Gambar 4.2 Grafik Rata-rata Putaran Poros Turbin.....	57
Gambar 4.3 Grafik Pengisian Daya Baterai	58
Gambar 4.4 Grafik Keluaran Daya Voltase pada Baterai	59
Gambar 4.5 Grafik Keluaran Daya Voltase pada Baterai	60

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaan Penelitian 2024	32
Tabel 3.2 Alat.....	35
Tabel 3.3 Bahan	43
Table 4.1 Daya Pengeluaran Turbin Angin.....	54

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek) telah membawa kemajuan besar dalam kehidupan manusia baik dalam bidang kebudayaan maupun perubahan sosial, dimana pemanfaatan kemajuan teknologi tersebut diharapkan dapat mempermudah pencapaian tujuannya, begitu pula dengan ilmu pengetahuan. Dan teknologi teknologi di bidang konversi energi dari bahan bakar fosil yang menimbulkan pencemaran khususnya pencemaran udara (CO₂) yang tinggi dan jumlah persediaan energi alam juga semakin menipis, energi merupakan kebutuhan pokok manusia yang terus meningkat seiring dengan perkembangan zaman. Tingkat kesejahteraan, salah satu solusi energi terbarukan yang saat ini digunakan secara komersial di Indonesia antara lain energi air, energi panas bumi, energi bio, energi angin, energi surya, dan masih banyak lagi. Energi terbarukan yang masih dalam pengembangan tertentu mengalami beberapa kendala diantaranya adalah energi angin, di Indonesia sendiri kecepatan angin berkisar antara 2 m/s hingga 6 m/s yang cocok untuk skala kecil (10 KW) dan skala menengah (10-100 KW). Pembangkit listrik tenaga angin. Dengan menggunakan turbin angin, energi angin selanjutnya dapat menghasilkan energi listrik melalui generator. Sistem angin merupakan salah satu jenis energi terbarukan yang populer sebagai sistem tenaga listrik yang dapat berdiri sendiri untuk menghasilkan listrik dan

biasanya merupakan alat pengubah energi kinetik dari angin menjadi energi mekanik untuk memutar generator listrik.

Dengan kampus yang cukup besar, Universitas Pancasakti Tegal merupakan institusi pembelajaran yang membutuhkan sistem penerangan jalan yang memadai untuk melindungi kesejahteraan dan keselamatan pengunjung, karyawan, dan mahasiswanya. Namun saat ini masih terdapat permasalahan minimnya pencahayaan di sejumlah lokasi kampus sehingga berdampak pada kenyamanan dan estetika kampus serta keamanan. Minimnya penerangan jalan di kampus disebabkan oleh terbatasnya sumber energi konvensional dan tingginya biaya operasional. Sistem pencahayaan yang ada mungkin kurang optimal dan sulit diperbarui secara rutin karena keterbatasan anggaran dan pasokan energi. Ketergantungan pada pasokan energi konvensional juga dapat berdampak negatif terhadap biaya operasional dan lingkungan. Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan di Universitas Pancasakti Tegal adalah dengan memanfaatkan Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTB). PLTB mengubah energi kinetik angin menjadi energi listrik yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik di kampus, termasuk untuk penerangan jalan raya. Energi angin merupakan sumber energi terbarukan yang melimpah dan memiliki potensi tinggi di banyak lokasi, termasuk di sekitar kampus. Penyelenggaraan PLTB memerlukan pertimbangan beberapa faktor antara lain kecepatan, pola angin di lokasi kampus, biaya dan logistik pemasangan turbin angin, serta integrasi sistem dengan infrastruktur penerangan yang ada. Analisis potensi angin dan studi kelayakan diperlukan

untuk memastikan PLTB dapat memenuhi kebutuhan energi kampus secara efektif.

Selain itu, terdapat data Badan Pusat Statistik (BPS) yang menjelaskan kecepatan angin di seluruh Indonesia berada pada angka ± 3 m/s hingga angka tertinggi ± 8 m/s. Kecepatan angin rata-rata di Indonesia adalah ± 5 m/s atau ± 18 m/s KM/jam, dalam berbagai penelitian terdapat data yang menunjukkan seberapa besar kecepatan angin yang dapat memutar baling-baling dengan dimensi tertentu, salah satunya terdapat pada jurnal Sahid (2019) berjudul Rancang Bangun Turbin Angin Poros Horizontal Diameter 850 mm yang dapat berputar pada kecepatan angin 7,32 m/s. Sistem tenaga angin merupakan salah satu energi terbarukan yang populer sebagai sistem tenaga listrik yang dapat berdiri sendiri untuk menyediakan listrik. Sistem tenaga angin biasanya merupakan sarana untuk mengubah energi kinetik dari angin menjadi energi mekanik untuk memutar generator listrik. Turbin angin merupakan salah satu jenis pembangkit energi listrik. Alternatif yang bersifat terbarukan, yaitu persediaannya tidak terbatas. Dengan menggunakan prinsip konversi energi, turbin angin dapat menghasilkan energi listrik yang murah dan ramah lingkungan. Menurut sumbu putarannya, turbin angin dapat dikelompokkan menjadi 2 jenis, yaitu turbin sumbu vertikal dan turbin sumbu horizontal. Dilihat dari konstruksinya, turbin angin sumbu vertikal mempunyai keunggulan dibandingkan dengan turbin angin sumbu horizontal, namun turbin angin sumbu vertikal mempunyai efisiensi yang lebih rendah jika dibandingkan dengan turbin angin horizontal.

Melihat permasalahan tersebut maka penulis mengadakan penelitian ini dengan judul, “PEMANFAATAN ENERGI ANGIN SEBAGAI ALTERNATIF PEMBANGKIT LISTRIK UNTUK PENERANGAN LAMPU JALAN”

B. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini, kami hanya melakukan proses perancangan turbin angin dengan mengetahui pengaruh kecepatan angin pada turbin angin berkapasitas 300 watt.
2. Pada penelitian ini hanya digunakan turbin angin jenis sumbu vertikal berkapasitas 300 Watt.
3. Pada penelitian ini hanya menghitung kecepatan angin yang dihasilkan oleh turbin angin sumbu vertikal berkapasitas 300 Watt.
4. Pada penelitian ini kami hanya menghitung sistem pengisian baterai saja.
5. Lokasi penelitian ini dilaksanakan di Lab Universitas Pancasakti Tegal.

C. Rumusan masalah

Berikut ini adalah rumusan masalah dalam penelitian ini:

1. Bagaimana pengaruh kecepatan angin pada turbin angin sumbu vertikal kapasitas 300 watt, terhadap daya input yang dihasilkan?
2. Bagaimana Putaran poros turbin yang dihasilkan dari turbin angin sumbu vertikal kapasitas 300 watt?
3. Bagaimana daya pengisian baterai yang dihasilkan oleh turbin angin sumbu vertical kapasitas 300 watt?

D. Tujuan penelitian

Berikut ini adalah rumusan masalah dalam penelitian ini:

1. Untuk mengetahui pengaruh kecepatan angin pada turbin angin vertikal berkapasitas 300 watt.
2. Untuk menghitung putaran poros turbin yang dihasilkan turbin angin sumbu vertikal 300 watt.
3. Untuk menghitung daya yang dihasilkan turbin angin sumbu vertikal 300 watt untuk pengisian baterai:

E. Manfaat penelitian

Berikut beberapa kelebihan dari penelitian ini:

1. Mengetahui data pengaruh kecepatan angin pada turbin angin jenis sumbu vertikal kapasitas 300 watt, terhadap daya input yang dihasilkan.
2. Mengetahui data putaran poros turbin daya yang dihasilkan dari turbin angin sumbu vertikal kapasitas 300 watt.
3. Mengetahui data daya pengisian baterai yang dihasilkan turbin angin sumbu vertikal kapasitas 300 watt.

F. Sistematika penulisan.

Tesis ini disusun menjadi lima bab dengan menggunakan sistematika berikut untuk memudahkan penulisan:

BAB I PENDAHULUAN

Latar belakang, batasan masalah, tujuan penelitian, temuan penelitian, dan teknik penulisan yang digunakan dalam pembuatan proposal skripsi ini semuanya tercakup dalam bagian pendahuluan bab ini.

BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA.

Bagian bab ini memberikan kerangka teoritis yang memandu perdebatan sejalan dengan analisis masalah dan temuan dari penelitian terkait sebelumnya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian, waktu dan lokasi penelitian, populasi, sampel dan strategi pengambilan sampel, strategi pengumpulan data, strategi analisis data, dan diagram alir penelitian semuanya tercakup dalam bagian ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil temuan studi lapangan, penjelasan data, analisis, dan pembahasan semuanya dimasukkan dalam bagian ini.

BAB V PENUTUP

Bagian ini menyajikan kesimpulan penelitian serta saran yang diperoleh dari data.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

BAB II

LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Pengertian PLTB

Salah satu jenis pembangkit listrik yang dikenal sebagai pembangkit listrik tenaga angin menggunakan hembusan angin untuk memutar kincir angin yang menempel pada turbin angin guna mengubah tenaga angin menjadi energi listrik. Bilah turbin merupakan komponen yang digerakkan oleh angin. Energi angin digunakan untuk menghasilkan listrik di fasilitas pembangkit listrik ini. Dengan menggabungkan banyak turbin angin secara bersamaan, menghasilkan energi menggunakan tenaga angin. Bilah turbin merupakan komponen yang digerakkan oleh angin. Agar fasilitas tenaga angin dapat menghasilkan listrik, kondisi angin harus dipenuhi.

2. Turbin Angin

Turbin angin adalah mesin dengan bilah yang menangkap energi angin dan mengubahnya menjadi energi gerak poros, yang menghasilkan energi listrik. Peralatan yang mengubah energi angin menjadi energi listrik kadang-kadang disebut sebagai turbin angin. Gagasan aerodinamika sudu adalah metode lain yang digunakan untuk mengatur turbin angin. (*Darrieus*), dan rotor untuk turbin angin yang menggunakan gaya hambat yang dihasilkan oleh udara yang lewat di antara bilahnya untuk menangkap energi angin (*Savonius*).

a. Jenis – jenis turbin angin.

Turbin angin dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori jika dilihat dari sumbu putaran rotornya:

1) Turbin Angin Sumbu Horizontal (HAWT)

Di puncak menara terdapat generator listrik dan poros rotor utama turbin angin sumbu horizontal (TASH). Meskipun turbin besar sering kali menggunakan sensor angin yang dipasang pada motor servo, turbin kecil digerakkan oleh baling-baling angin sederhana, yang juga dikenal sebagai baling-baling cuaca. Mayoritas menggunakan *gearbox* yang mempercepat putaran roda yang lamban. Turbulensi sering diarahkan melawan arah angin menara karena turbulensi yang terjadi di belakangnya. Untuk mencegah angin berkecepatan tinggi mendorong bilah turbin ke arah menara, bilah turbin dibuat kaku. Selanjutnya, bilahnya diposisikan pada jarak tertentu dan sedikit miring di depan menara.



Gambar 2.1 turbin angin sumbu horizontal
Sumber: <https://images.app.goo.gl/KYVmES1PSi7QLKmU8>

2) Turbin angin sumbu vertikal (TASV).

Turbin sumbu vertikal sering kali diposisikan lebih dekat ke dasar tempatnya, seperti tanah atau bagian atas atap, karena memasangnya di menara merupakan hal yang menantang. Energi angin yang tersedia di dataran rendah lebih sedikit karena kecepatan angin di sana lebih lambat. Aliran turbulen yang dihasilkan oleh pergerakan udara di dekat tanah dan benda lain dapat mengakibatkan sejumlah masalah terkait getaran, seperti keausan bantalan dan kebisingan. Hal ini akan mengakibatkan biaya pemeliharaan yang lebih tinggi atau umur turbin angin yang lebih pendek. Lokasi terbaik untuk mendapatkan energi angin terbesar dan turbulensi angin paling sedikit adalah ketika ketinggian puncak atap tempat menara turbin ditempatkan adalah sekitar 50% dari tinggi bangunan (Saputra, 2016).



Gambar 2.2 turbin angin sumbu vertikal.

Sumber : (<https://images.app.goo.gl/HyiY26HmHp65r1tG8>)

3) **Komponen-Komponen Dalam Turbin Angin.**

Berikut ini adalah elemen utama penelitian turbin angin ini:

a) Generator

Turbin generator sendiri mempunyai kemampuan menghasilkan listrik dengan kecepatan putaran yang rendah. Ia bekerja dengan mengubah energi mekanik atau kecepatan rotasi menjadi energi listrik.



Gambar 2.3 generator
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Meskipun ada dua jenis generator arus searah, atau DC dan arus bolak-balik, atau AC generator DC digunakan dalam penyelidikan ini. Berikut fungsi dan perbedaan genset AC dengan genset jenis lainnya:

(1) Generator DC (Searah).

Kumparan jangkar, yang berputar dengan tenaga mekanis, terletak di rotor di antara kutub magnet yang tetap di tempatnya.

(2) Generator AC (Bolak-Balik)

Strukturnya justru sebaliknya; Artinya, tenaga mekanik memutar kumparan rotor bersama dengan kutub magnet, sedangkan kumparan jangkar yang disebut juga kumparan stator dipasang pada tempatnya.

b) *Wind Controller*

Berfungsi untuk mengatur sistem proteksi turbin dan sistem turbin sejak mulai beroperasi hingga energi listrik dapat dihasilkan. Angin tidak selalu mengalir ke arah yang sama, ia mungkin bergerak dengan cepat atau sangat lambat pada waktu yang berbeda. Baterai akan langsung rusak bila diberi arus lebih besar dari kapasitasnya. Sebuah modul yang dikenal sebagai Pengontrol Pengisi Daya Turbin Angin diperlukan untuk mengatur arus yang keluar dari generator untuk mencegah pengisian baterai yang berlebihan. Apabila arus yang masuk menjadi berlebihan maka pengontrol turbin angin dapat mematikannya. Ketika masukan generator tidak teratur, pengontrol pengisi daya juga dapat menstabilkan arus.



Gambar 2.4 Wind Controller.

Sumber: (<https://images.app.goo.gl/3iMSH7vo27fY8HbQ7>)

c) *Inverter.*

Inverter adalah salah satu peralatan listrik yang mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC). Motor listrik juga dapat dihidupkan dengan menggunakan perangkat lain. Tegangan yang dapat diatur atau tegangan tetap dapat dihasilkan oleh sumber inverter. Input

tegangan yang mampu diterima inverter dari sumber listrik seperti energi matahari, baterai, atau DCHi lainnya, Error juga Menurut Ismail dkk., ada tiga jenis inverter: inverter seri, paralel, dan gelombang utuh dan inverter transformasi jembatan/setengah jembatan disarankan.



Gambar 2.5 Inverter.

Sumber: (<https://images.app.goo.gl/ujWqXrER74G6nPrN7>)

d) Baling-baling / Blade turbin berfungsi untuk menangkap hembusan angin sehingga rotor yang terhubung digenerator dapat berputar.



Gambar 2.6 Baling-baling turbin.
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

e) *Solar charger control*

Untuk mencegah pengisian daya yang berlebihan dan tegangan berlebih, pengisi daya tenaga surya mengontrol arus yang digunakan untuk mengisi daya baterai. Mengontrol cara pengisian daya baterai, yang sering disebut bank energi. PLTB biasanya menghasilkan tegangan AC antara 12 volt hingga tegangan maksimum. Tegangan baterai dapat diatur dengan bantuan pengontrol ini untuk memastikan tegangan tetap berada dalam batas toleransinya. Namun, ketika proses pembangkitan dihentikan sementara (yang sebagian besar terjadi di pagi hari), mekanisme kontrol ini juga mengurangi hilangnya energi dari generator, sehingga mencegah baterai yang didiagnosis sebelumnya menjadi tidak stabil. Saluran AC generator akan diaktifkan jika baterai atau baterai sudah kosong untuk memperpanjang umur baterai dan mencegah kehabisan daya. Prinsip Mengontrol Pengisi di Hari Kerja Saat masa pakai baterai mencapai titik terendah, kontrol akan mengeluarkan peringatan. Baterai menyerap listrik untuk memutus ikatan listrik yang lebih kuat. Artinya suatu saat baterai akan habis. Dalam keadaan ini, daya generator akan diubah menjadi listrik beban atau peralatan dalam jumlah yang ditentukan oleh rata-rata penggunaan listrik harian peralatan tersebut. Tugas pengontrol adalah memastikan alarm tidak berbunyi saat baterai hampir habis. Beban listrik yang memerlukan daya diambil dari baterai. Pengontrol akan memulai beban ketika kondisi baterai saat ini biasanya sisa tegangan 10% terpenuhi. Akibatnya, masa pakai baterai berkurang dan kerusakan sel baterai berkurang. Tergantung

pada model pengontrol pengisi daya, indikator lampu akan menyala merah atau kuning untuk menunjukkan bahwa baterai sedang diisi. Dalam skenario ini, pengontrol akan memutuskan arus listrik baterai untuk menghentikan aliran listrik atau beban jika sisa arus baterai turun hingga 10%. Pemantauan yang akurat terhadap berbagai kondisi sistem PLT dimungkinkan oleh indikator perluasan pengontrol tipe-tipe pada meter digital. Salah satu elemen penting dalam.



Gambar 2.7 Solar Charger Control.

Sumber: (<https://images.app.goo.gl/pFtH926UTcCBJ9rTA>)

f) Baterai (*accu*)

Komponen elektrokimia yang disebut baterai berfungsi sebagai penyimpan listrik yang dihasilkan oleh turbin angin dengan menghasilkan tegangan yang kemudian dialirkan ke rangkaian listrik. Jika suatu baterai terdiri dari banyak sel baterai, setiap sel dapat memberikan tegangan sebesar 2-2,1 V. Baterai itu sendiri terdiri dari berbagai komponen, antara lain kotak atau wadah baterai, penutup, terminal baterai, elektrolit baterai, lubang elektrolit baterai, penutup baterai, dan sel baterai. Tergantung pada

kapasitas satu amp (AH) baterai, Jika kotak baterai menunjukkan 12 volt, berarti baterai tersebut memiliki tegangan 12 volt. Jika baterai digunakan sebesar 60 amp selama satu jam, kapasitasnya akan habis; jika dipakai 30 amp selama dua jam maka akan habis (habis). Di sini ditunjukkan bahwa konsumsi arus baterai menentukan berapa lama waktu yang diperlukan untuk mengosongkan baterai. Pelepasan akan terjadi lebih cepat jika semakin banyak arus yang dialirkan. Jumlah pelat baterai atau luas permukaannya menentukan kapasitas baterai. Oleh karena itu, kapasitas baterai akan meningkat seiring dengan bertambahnya luas pelat atau jumlah pelat baterai. Sementara itu, jumlah sel dalam baterai menentukan tegangannya; sel baterai biasanya memberikan tegangan antara dua dan 2,1 volt.

Terdapat 2 proses terjadi pada baterai:

(1) Proses Pengisian

Baterai mengubah energi listrik menjadi energi kimia selama proses ini. Ketika suatu beban dipasang pada baterai, elektron dari elektroda negatif akan melewati beban dan menuju elektroda positif. Ion negatif kemudian akan bergerak menuju elektroda positif dan sebaliknya. Reaksi ini terjadi di dalam baterai dan terjadi ketika setiap molekul cair Elektrolit asam sulfat sel (H_2SO_4) terpisah menjadi ion sulfat bermuatan positif (SO_4^{2-}) dan ion hidrogen bermuatan ($2H^+$). Hingga baterai habis atau kehabisan daya, respon ini akan terus terjadi.

(2). Proses pengosongan

Proses yang terjadi disini merupakan kebalikan dari proses pengisian, yaitu mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Setiap molekul air terurai, dan ion atom bebas pada pelat positif bergabung dengan ion atom Pb membentuk timah peroksida (PbO_2), sedangkan pasangan ion hidrogen ($2H^+$) di dekatnya bergabung dengan ion sulfat negatif (SO_4^-) pada pelat negatif. untuk membentuk asam sulfat.



Gambar 2.8 Baterai / Accu.

Sumber:(<https://images.app.goo.gl/xCB6jSFHnJGykvZF6>)

g) Lampu Jalan (PJU)

Tujuan pemasangan lampu jalan adalah untuk memberikan penerangan yang aman dan nyaman bagi individu yang menggunakan jalan raya untuk melintas atau melakukan aktivitas. Lampu jalan ini bertujuan untuk memudahkan pengemudi dan pejalan kaki untuk melihat jalan atau medan lain yang akan mereka lalui sepanjang siang atau malam hari.

Fungsi PJU adalah sebagai berikut:

(1) Fungsi keamanan:

Bisa dibilang fungsi ini paling krusial bagi pengguna jalan karena memungkinkan mereka melihat dengan jelas keadaan jalan dan medan yang akan dilalui. Hal ini juga membuat navigasi jalan lebih mudah, sehingga mendorong arus lalu lintas yang aman dan efisien. Terakhir, memungkinkan pengguna untuk berpartisipasi dalam insiden apa pun di mana aktivitas kriminal terjadi di malam hari dengan memanfaatkan kegelapan.

(2) Fungsi penerangan:

Pengguna jalan dapat melihat keadaan sekitar dengan lebih jelas berkat kontras yang diberikan lampu PJU antara objek dan permukaan jalan.

(3) Fungsi ekonomi:

Transportasi dapat berjalan lebih lancar dan barang dapat diangkut lebih cepat jika lampu jalan terlihat memadai dan terang.

(4) Fungsi dekorasi:

Merupakan komponen dekorasi tata letak kota yang memperindah jalan



Gambar 2.9 lampu pju

Sumber:(<https://images.app.goo.gl/qyBxtzB8GZrR2zS89>)

Alat ukur yang digunakan dalam penelitian adalah:

- a. Anemometer berguna mengukur kecepatan angin dan arah angin. Prinsip kerja dari Anemometer didasarkan pada konsep bahwa angin memiliki energi kinetik yang dapat diukur. Ketika angin bergerak ia akan mempengaruhi elemen-elemen tertentu dalam anemometer, yang kemudian mengubah gerakan ini menjadi data yang dapat diukur.



Gambar 2.10 Anemometer.

Sumber:(<https://images.app.goo.gl/xW9zbrX8kbW1vUjv6>)

- b. Multimeter

Multimeter adalah alat untuk mengukur tegangan listrik, arus listrik dan hambatan. Namun, masih ada banyak orang yang menikmatinya hingga

saat ini. Untuk mengukur suhu, induktansi, frekuensi, dan Misalnya, beberapa orang juga menyebut multimeter AVO meter, yang memiliki kemampuan untuk menampilkan nilai A, V, dan O. Multimeter terdiri dari dua bagian yaitu :

(1) Multimeter Analog

Dikenal sebagai multimeter jarum, adalah alat pengukur besaran listrik yang menggunakan probe untuk mengukur jarak yang dibatasi oleh layar. Hasil numerik tidak dapat dihitung dengan analog. Komponen, tetapi banyak yang hanya digunakan untuk tampak atau berfungsi. Selama periode pengukuran, elemen juga digunakan untuk menggambarkan suatu hal tertentu. Panduan jarak telah disesuaikan dengan tepat dengan jarak blok. apa yang ada Dengan menggunakan peraga jarum dan mengukur besaran kumparan yang bergerak, multimeter analog ukur arus elektronik atau non-elektronik. Komponen multimeter analog termasuk kunci yang dapat mengubah posisi jarum penunjuk dan sekrup yang dapat mengubah posisinya. Beralih pilihan Lubang di sudut Selector yang memiliki polaritas kotak pengukuran Penunjuk dengan metrik dimensi, Multimeter analog memiliki sekrup yang dapat mengukur di mana jarum penunjuk berada dan tombol yang dapat mengaturnya pada kedudukan nol. Saklar untuk memilih Buka di sudut Saklar pemilih yang dipengaruhi oleh polaritas Kertas untuk mengukur Jarum metrik Skala.



Gambar 2.11 Multimeter.

(Sumber: (<https://images.app.goo.gl/DSufHkbkGamKhEGi8>))

(2) Multimeter Digital

Multimeter digital digunakan untuk mengukur besaran listrik seperti tegangan, kuat arus, dan hambatan listrik. Pengukurannya sangat akurat dan hasilnya bisa mencapai angka desimal, namun salah satu kelemahan multimeter digital adalah nilai pengukurannya tidak stabil. Multimeter analog juga bisa digunakan, namun multimeter digital lebih mudah digunakan.



Gambar 2.12 Multimeter Digital.

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

c. Tachometer

Berfungsi untuk mengukur perputaran mesin dalam satu Putaran poros turbin, dengan adanya alat ini bias mempermudah melakukan pengukuran ataupun mengukur kecepatan perputaran generator.



Gambar 2.13 Tachometer.

Sumber: (<https://images.app.goo.gl/KYLdKMavH7iXcKAa8>)

d. Wattmeter.

Wattmeter adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur daya listrik pada suatu rangkaian listrik. Daya listrik yang diukur dengan wattmeter biasanya dinyatakan dalam watt (W). Alat ini sangat berguna untuk mengukur seberapa besar energi listrik yang dikonsumsi oleh perangkat elektronik atau sistem kelistrikan. Wattmeter biasanya mempunyai dua jenis masukan utama: arus listrik (dalam ampere) dan tegangan listrik (dalam volt).



Gambar 2.14 Wattmeter
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

4. Cara Kerja

Cara kerja pembangkit listrik tenaga angin adalah dengan mengubah energi kinetik angin menjadi energi listrik. Proses konversi energi ini diperoleh dari putaran baling-baling/sudu oleh dorongan angin. Putaran sudu yang lambat diubah menggunakan *gearbox* dengan rasio yang disesuaikan sehingga generator berputar pada kecepatan nominalnya sehingga dapat menghasilkan energi listrik. Dalam pelaksanaannya kecepatan dan arah angin selalu berubah-ubah, oleh karena itu turbin angin sumbu vertikal mempunyai anemometer, *wind vane/tail fine* yang berfungsi sebagai pembaca kecepatan dan arah pergerakan angin sehingga turbin dapat menyesuaikan terhadap perubahan. Arah angin, juga dengan mengatur sudutnya, sehingga angin dapat mendorong sudu dengan lebih maksimal.

5. Daya Angin

Karena keluaran PLTB tidak dikaitkan dengan beban, maka potensi daya yang dihasilkan turbin tidak dapat dihitung. Agar ada kemungkinan tenaga angin dapat menyuplai arus yang tidak mampu dihasilkan oleh PLTB. Listrik yang

dihasilkan oleh turbin angin sebagai hasil hembusan angin per satuan waktu disebut tenaga angin. Potensi tenaga angin suatu turbin dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3 \dots\dots\dots(2.1).$$

$$P = \frac{1}{2} \times 1,225 \times 1 \times 3,18^3$$

$$P = 19,70 \text{ Watt}$$

Dimana:

P = Daya Angin (Watt)

ρ = kerapatan udara ($1,24 \text{ kg/m}^3$).

A = Luas penampang area yang dilalui angin (m^2).

V = Kecepatan angin (m/s^2).

Luas sapuan turbin dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$A = D \cdot H \dots\dots\dots(2.2).$$

$$A = 1,28 \times 0,5 \text{ m.}$$

$$A = 0,64 \text{ m}^2$$

Dimana:

A = Luas daerah penampang turbin (m^2)

D = Diamater turbin (m)

H = Ketinggian turbin (m)

Rumus berikut digunakan untuk menentukan keluaran tenaga angin maksimum turbin:

$$P = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot v^3 \dots\dots\dots (2.3).$$

$$P = \frac{1}{2} \times 1,15 \times 0,64 \times 6,03^3$$

$$P = 80,68 \text{ Watt.}$$

Dimana:

P = Daya yang dihasilkan (dalam watt dan kilowatt)

ρ = Masa jenis fluida (kg/m^3)

A = Luas penampang (m^2)

v = Kecepatan fluida (m/s)

Persamaan yang akan digunakan ini adalah:

A. Menghitung kecepatan angin

$$V = \frac{Q}{r^2 \times \pi \times t} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

V = satuan kecepatan angin (m/s)

r = jari – jari lingkaran turbin (m).

Q = Volume udara (m^3 / jam)

B. Menghitung daya putaran poros turbin.

$$\text{RPM} = \frac{V}{\pi \times D} \times 60 \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana:

V = adalah kecepatan linear (misal dalam meter perdetik)

D = adalah diameter objek (misal dalam meter)

C. Menghitung Daya Input.

$$P = V \times I \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

B. Tinjauan Pustaka

1. Penelitian Terdahulu

Tinjauan terhadap temuan penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian ini juga dilakukan sebagai bagian dari penyelidikan, yang mencakup sejumlah penelitian sebelumnya:

Sistem pembangkit listrik tenaga angin putaran rendah dan gelombang lateral dibahas oleh Ahmad Farid dan Soebyakto (2013). Ada dua tahap dalam sistem pembangkit tenaga angin putaran rendah dan pembangkit listrik gelombang lateral.

Sistem PLTOBA (Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang dan Angin/Angin) harus dirancang terlebih dahulu, kemudian harus dibangun prototipe dan diuji di dekat pantai. Tahap kedua, Sistem Pembangkit Listrik Gelombang Lateral dan Tenaga Angin Rotasi Rendah, mencari faktor keekonomian dalam upaya menghasilkan listrik dengan memanfaatkan Pantai Kota Tegal sebagai studi kasus. Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dan teoritis sebagai metodologinya.

Untuk menentukan parameter utama sistem produksi tenaga gelombang dan angin, secara teoritis. Dengan membangun prototipe dan menguji sistem produksi, metode yang digunakan adalah eksperimen. Kekuatan gelombang lateral rata-rata, $P = 17,08$ Watt, dan kecepatan gelombang lateral rata-rata, $v = 0,3$ m/s, ditemukan dalam penyelidikan ini. Dengan menggunakan turbin Savonius, kecepatan angin rata-rata adalah $v = 1,48$ m/s. Temuan penelitian ini dapat digunakan untuk membangun pembangkit listrik tenaga gelombang yang mempertimbangkan tenaga angin pantai selain sistem penghasil tenaga gelombang lateral.

Pengaruh Kecepatan Angin dan Variasi Jumlah Sudu Terhadap Efisiensi Turbin Angin Poros Horizontal, Firman Aryanto, 2013. Turbin angin adalah suatu mesin yang menggunakan energi angin untuk menghasilkan energi mekanik, yang selanjutnya diubah menjadi energi listrik dengan menggunakan generator. Untuk mendapatkan koefisien daya yang paling besar, efisiensi turbin angin sumbu horizontal ini dapat dinaikkan. Menggunakan pisau dalam jumlah berlebihan adalah salah satunya. Dengan mencapai efisiensi sistem yang optimal ini, Watt (Daya) yang dihasilkan akan lebih banyak, sehingga penggunaan kincir angin yang lebih sedikit dapat mencapai jumlah Watt tertentu. Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung Tips Speed Ratio (TSR), yang merupakan ukuran efisiensi sistem, untuk turbin angin poros horizontal dengan variabel kecepatan angin poros dan perubahan jumlah sudu. Pengujian dilakukan dengan menggunakan kipas angin sebagai sumber angin dan terowongan angin sebagai

pemandu angin. Dua variasi kecepatan angin 3 m/s, 3,5 m/s, dan 4 m/s serta perubahan jumlah sudu 3, 4, 5, dan 6 digunakan.

Prototipe anemometer digunakan dalam sistem pemantauan Raja Eka Saputra (2015) untuk mengukur kecepatan angin. Tekanan udara di permukaan planet menyebabkan terjadinya angin. Massa udara bermigrasi dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah akibat perbedaan tekanan ini. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) menggunakan anemometer, alat pengukur kecepatan, untuk mengukur aliran massa udara.

Sistem Monitoring penginderaan kecepatan angin pada Prototype Antenometer dibuat agar dapat mengirimkan data kecepatan angin secara real time. Sistem juga menyimpan dan menampilkan data dari rekaman observasi ke dalam database sistem dan dapat menampilkan data untuk jangka waktu tertentu. Temuan pengujian dari analisis prototipe sistem anemometer untuk mendeteksi kecepatan angin lebih mendekati data sebelumnya.

Tinjauan pustaka mengenai bilah turbin angin untuk skala kecepatan angin rendah dilakukan oleh Maldi Saputra pada tahun 2016. Apabila menggunakan turbin angin di lokasi dengan kecepatan angin rendah, diperlukan penggunaan di rumah dan pengoperasian turbin angin yang efektif. Oleh karena itu, untuk menentukan berapa banyak bilah yang sesuai untuk aplikasi turbin angin pada kondisi kecepatan angin rendah, diperlukan analisis penelitian literatur. Kapasitas turbin dalam menangkap angin yang melewatinya bergantung pada ukuran rotornya. Rancangan kecepatan turbin dan jumlah landasan udara yang dapat digunakan pada turbin angin sumbu horizontal dalam

skala kecil hingga besar menjadi pertimbangan dalam menentukan jumlah sudu pada suatu turbin. Pipa PVC yang merupakan bahan dasar pembuatan bilah turbin angin merupakan bahan yang cocok untuk penelitian ini karena mudah digunakan dan memenuhi salah satu persyaratan Amerika untuk bilah turbin (NACA), khususnya NACA 2410.

Pembangkit listrik hibrida Pulau Wangi-wangi menggunakan energi angin sebagai pelapis energi surya, menurut S. W. Widyanto (2018). Energi angin dapat dikembangkan sebagai sumber energi terbarukan untuk menggantikan energi bahan bakar fosil. Tenaga surya adalah sumber energi alternatif berkelanjutan lainnya yang menawarkan banyak harapan, khususnya di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil. Jika kinerjanya digabungkan, keduanya disebut pembangkit listrik hibrida (PLTH). Masalah umum yang dihadapi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah besarnya kekuatan radiasi matahari yang dapat digunakan, terutama pada malam hari, saat mendung, dan saat hujan. Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTB) merupakan salah satu lapisan energi yang mampu mengatasi kekurangan tersebut, meskipun masih mempunyai permasalahan dengan perubahan kecepatan yang sangat besar dan distribusi kecepatan yang sangat rendah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memantau kecepatan angin di Pulau Wangi-wangi, Wakatobi, Sulawesi Tenggara, khususnya pada periode penurunan intensitas radiasi matahari. Hal ini akan memungkinkan kita untuk menilai apakah penggunaan tenaga angin sebagai pelapis energi surya merupakan taktik yang berguna atau tidak. Metodologi utama penelitian ini menggunakan metodologi non-statistik berbasis

grafik. Temuan pengolahan data menunjukkan potensi keluaran listrik terbesar sebesar 37.160 Watt berdasarkan rata-rata kecepatan angin maksimum 2.847 m/s. Saat hujan, kecepatan angin rata-rata tahunan adalah 2,405 m/s, dengan kecepatan angin rata-rata maksimum terjadi pada malam hari (2,877 m/s). Pemanfaatan energi angin sebagai pelapis energi surya pada PLTH kurang efektif, kecuali jika digunakan turbin angin yang mampu beroperasi pada kecepatan angin rendah. Kesimpulannya, rata-rata kecepatan angin sepanjang hari pada tahun 2017 di wilayah ini belum dapat mencapai standar kecepatan angin minimal yang dapat menghasilkan listrik (minimal 3,3 m/s).

Analisis Daya Keluaran Sistem Pengisian Baterai Sepeda Motor Hybrid Menggunakan Variasi Putaran Roda Sepeda Motor Listrik Berbasis Arduino Ikwan Falaq 2020. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana cara sepeda motor hybrid mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Berdasarkan informasi tersebut akan diperiksa besarnya daya keluaran yang dihasilkan dengan memutar roda penggerak motor listrik sesuai dengan putaran yang telah ditentukan. Untuk mengetahui perubahan-perubahan yang terjadi pada suatu variabel yang akan diteliti, penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen. Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pengujian sepeda motor hybrid berdasarkan variasi putaran roda penggerak motor listrik pada putaran 400, 500, dan 600 rpm. Data yang dikumpulkan dari pengujian kemudian akan diolah menggunakan rumus preset untuk menentukan daya keluaran dan waktu pengisian sepeda motor

hybrid, dan akan dilakukan analisis untuk menentukan daya keluaran dan waktu pengisian yang ideal antara pengujian pada 400, 500, dan 600 rpm.

Analisa Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin Energi Angin Di Wilayah Kota Banyuwangi Menggunakan Data Base Online-BMKG, Miranda Evi Murniati 2022. Menggunakan database online Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Banyuwangi telah dilakukan penelitian di banyuwangi yaitu secara astronomis terletak pada garis lintang -8.21500 , garis bujur 114.35530 , dan ketinggian 52 , pada tanggal 21 April hingga 30 April 2021, dengan tujuan untuk mengubah energi angin menjadi energi listrik. Hasil analisis menunjukkan, antara tanggal 21 hingga 30 April 2021, kecepatan angin rata-rata sebesar 2 m/s atau $3,89$ Knot yang termasuk dalam kecepatan angin kelas 4 atau antara $3,4$ hingga $5,4$ Knot. Temuan ini menunjukkan bahwa turbin angin dapat ditenagai oleh energi angin yang ada di wilayah kota banyuwangi. Dengan diameter sapuan satu meter, daya efektif rata-rata turbin angin berkisar antara $0,24$ hingga $6,48$ W. Energi listrik yang dihasilkan per luas wadah turbin berkisar antara $0,15$ hingga $3,92$ W/m².

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Peneliti menggunakan eksperimen sebagai metodologi penelitiannya dalam penelitian ini. Pengertian eksperimen dapat diartikan dalam beberapa hal, antara lain sebagai berikut: “Penelitian eksperimental adalah penelitian yang dilakukan dengan cara memanipulasi subjek untuk mengetahui pengaruh penipuan terhadap perilaku subjek yang diamati.” Sebaliknya, “penelitian eksperimental pada prinsipnya dapat diartikan sebagai metode sistematis untuk membangun hubungan yang mengandung fenomena sebab-akibat,” menurut Sukardi (2011). Berdasarkan pengertian di atas, maka dapat dikatakan bahwa istilah “eksperimen” mengacu pada suatu penelitian yang mencoba memastikan perubahan-perubahan yang terjadi pada suatu variabel yang diteliti.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji turbin angin pada sistem pembangkit listrik tenaga angin. Secara khusus penulis akan menghitung pengaruh kecepatan angin, putaran poros turbin, dan daya pengisian baterai terhadap energi listrik sebagai pengganti bahan bakar batubara.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Kalender penelitian merupakan rencana awal yang menguraikan kegiatan penelitian penulis yang akan berlangsung antara bulan April sampai dengan

Agustus tahun 2024. Maksud dari jadwal penelitian ini adalah untuk memberikan tenggat waktu atau tujuan bagi para peneliti di Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal. bertemu untuk menyelesaikan pekerjaannya.

Tabel 3.1 waktu Pelaksanaan Penelitian 2024 .

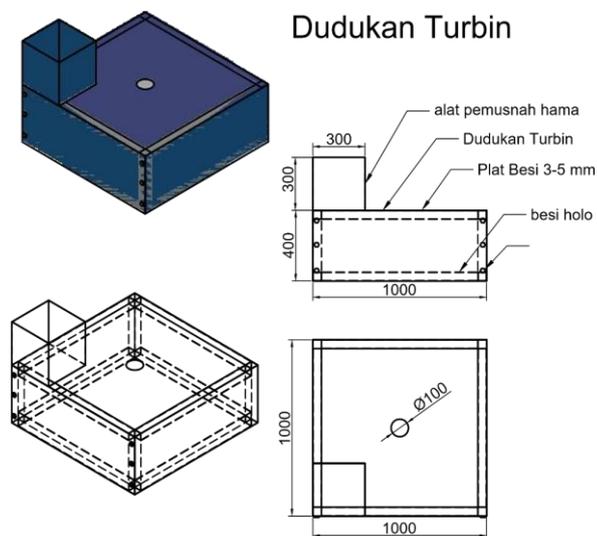
No	Kegiatan	Bulan Ke					
		Apr	Mei	Juni	Juli	Ags	Sep
1	Persiapan						
	a. Studi literature	■					
	b. Penyusunan Proposal		■				
	c. Penyiapan alat dan bahan		■				
2	Pelaksanaan						
	a. Seminar proposal			■			
	b. Pembuatan alat			■			
3	Penyelesaian						
	a. Pengambilan data				■		
	b. Pengolahan data				■		
	c. Penyusunan laporan				■		
	d. Ujian skripsi					■	

Bulan April merupakan awal penelitian kepustakaan skripsi, bulan Mei merupakan bulan persiapan proposal skripsi, dan bulan Juni merupakan bulan persiapan alat dan bahan. Setelah presentasi proposal pada bulan Juli, alat ini akan dikembangkan pada bulan Juni 2024; pengujian kemudian dilakukan pada bulan Juli 2024, pengumpulan data, dan laporan tesis disusun dan diserahkan pada tanggal 5 Agustus 2024.

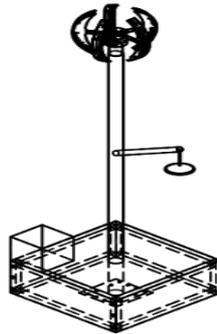
C. Desain Turbin angin.



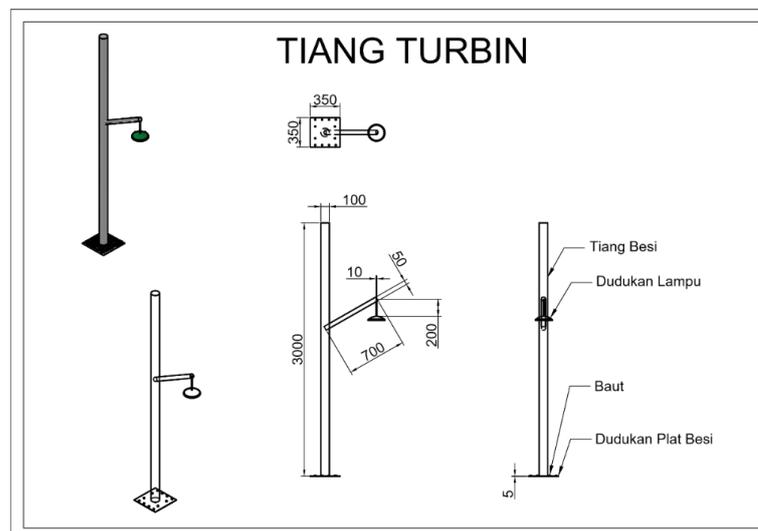
Gambar 3.1 Desain baling-baling.
(Sumber: Dokumen Pribadi)



Gambar 3.2 Desain dudukan turbin.
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)



Gambar 3.3 Desain turbin keseluruhan
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)



Gambar 3.4 Desain Tiang Turbin.
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Instrumen pada penelitian turbin angin ini antara lain :

1) Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Tabel 3.2 Alat.

Alat	Fungsi	Keterangan Gambar
Jangka sorong	<ul style="list-style-type: none"> • Untuk mengukur panjang sebuah benda 	
Multi meter	<ul style="list-style-type: none"> • Untuk mengukur besarnya arus listrik, tegangan listrik dan hambatan listrik 	
Leptop	<ul style="list-style-type: none"> • Sebagai gudang informasi untuk pembuatan proposal skripsi 	
Tachometer	<ul style="list-style-type: none"> • Untuk mengukur kecepatan turbin angin atau putaran RPM turbin 	

Kunci T	<ul style="list-style-type: none">• Untuk melonggarkan dan mengencangkan <u>baut</u>.	
Kunci L	<ul style="list-style-type: none">• Mengencangkan dan mengendorkan baut yang berbentuk bulat tapi memiliki lubang segi enam	
Gerinda potong	<ul style="list-style-type: none">• Untuk memotong material logam	
Gerinda tangan	<ul style="list-style-type: none">• Untuk memotong dan menghaluskan logam	

Kunci ring	<ul style="list-style-type: none"> • Untuk mengencangkan dan mengendurkan mur 	
Meteran	<ul style="list-style-type: none"> • Untuk mengukur jarak 	

2) Bahan.

Tabel 3.3 Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Bahan	Spesifikasi	Keterangan Gambar
Generator Turbin	<ul style="list-style-type: none"> • Daya generator 300 watt • Tipe 3 phase 	

Accu / Baterai	<ul style="list-style-type: none">• Daya baterai 12 AH	
Lampu PJU	<ul style="list-style-type: none">• Lampu led• Daya listrik 50 wat• Tegangan 220V	
Inverter	<ul style="list-style-type: none">• Kapasitas daya 1200 watt	
Kabel	<ul style="list-style-type: none">• Tipe kawat• Tipe serabut	

<p>Baling-baling Turbin</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Baling model vertikal 300 watt 	
<p>Kabel Roll</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kabel Roll isi dua 	
<p>Wind Controller</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Charging mode ppt • Rated voltage 12v/24v 	
<p>Terminal Block</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mempunyai lubang terminal 12 lubang 	

Saklar	<ul style="list-style-type: none"> • Merk broco • 2 tombol 	
Jek Kabel	<ul style="list-style-type: none"> • Tipe Broco 	
MCB	<ul style="list-style-type: none"> • Tipe Broco C2 4500 230 V 	
Kabel PV-17	<ul style="list-style-type: none"> • Ukuran 2,5 mm 	
Solar Charger Control	<ul style="list-style-type: none"> • Model: W88-A • Rated volteage 12v/24 • Input power 130 w 	

D. Variabel Penelitian

Sesuai dengan referensi penelitian dari penelitian lain, variabel independen dan dependen dimasukkan dalam penelitian ini. Berikut ini adalah variabel independen dan dependen yang peneliti gunakan dalam penelitian ini:

1. Variabel Bebas

Adalah dengan menganalisa kecepatan angin, Putaran Poros Turbin dan daya pengisian baterai pada arus yang dihasilkan turbin angin untuk menyalakan lampu penerangan jalan. Dengan cara melakukan perbandingan pengambilan data pada posisi Speed 1 kecepatan sebesar 1,29, Speed 2 kecepatan sebesar 4,83 m/s dan Speed 3 kecepatan sebesar 741 m/s.

2. Variabel Terikat

Daya listrik yang dihasilkan turbin angin sumbu vertikal 300 watt untuk menyalakan lampu jalan menjadi variabel terikat dalam penelitian ini.

3. Metode Pengumpulan Data

Untuk mengumpulkan data untuk penelitian ini, percobaan dilakukan untuk mengetahui dampak posisi Kecepatan 1, 2, dan 3 terhadap kecepatan angin, putaran poros turbin, dan daya pengisian turbin angin sumbu vertikal 300 watt yang digunakan untuk menyalakan lampu jalan penerangan.

E. Tahap dan Prosedur Penelitian.

1. Tahap metode Penelitian.

a. Observasi.

Melakukan survey langsung dilapangan untuk mempelajari kondisi yang berkaitan dengan penelitian, seperti pengamatan kecepatan angin, dari hasil survey tersebut bisa disimpulkan memiliki kecepatan angin yang memadai. untuk memutar baling-baling turbin angina sumbu vertikal.

b. Interview

Fase di mana penulis mengumpulkan informasi: sesi tanya jawab dan wawancara langsung dengan profesor dan spesialis materi pelajaran yang relevan dengan penelitian.

c. Pengambilan data.

Di sini, data dikumpulkan dengan memantau dan mengevaluasi daya listrik yang dihasilkan oleh kecepatan angin, sistem pengisian daya, dan daya keluaran yang dihasilkan oleh turbin angin vertikal 300 watt. Selanjutnya mengolah data yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan, dan terakhir mengevaluasi dan menarik kesimpulan dari hasil pengolahan data tabel.

d. Pengolahan data.

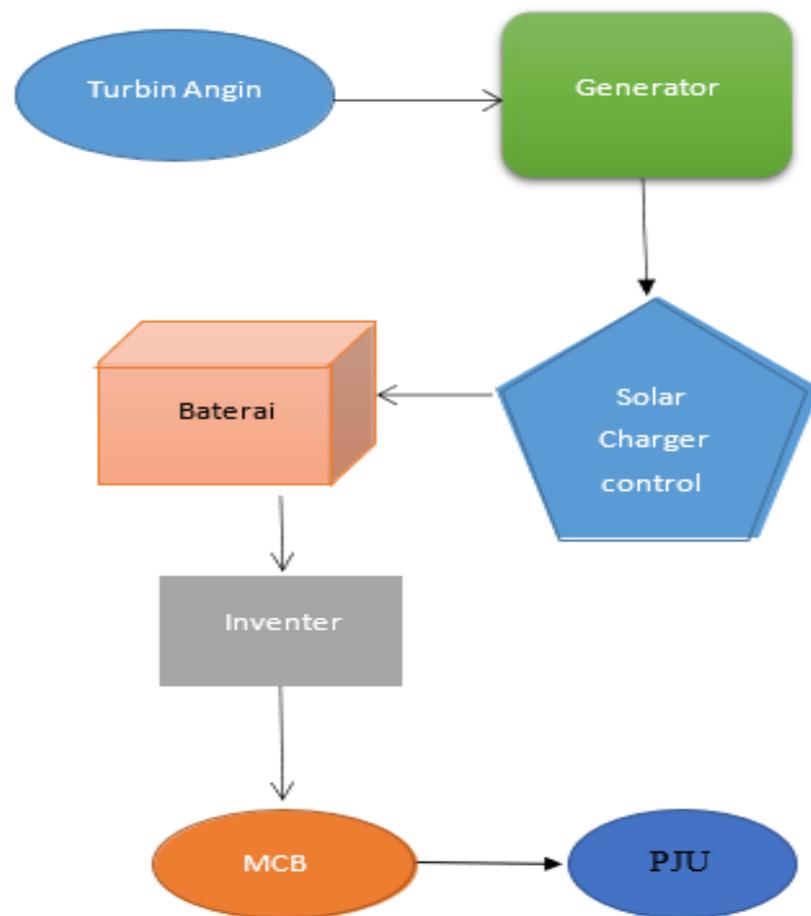
Dalam hal ini, data yang dikumpulkan akan diolah sesuai dengan kebutuhan penelitian. Pengolahan data adalah suatu cara, suatu

proses, pengorganisasian (sistematis) dan perencanaan pengolahan segala informasi untuk tujuan penelitian.

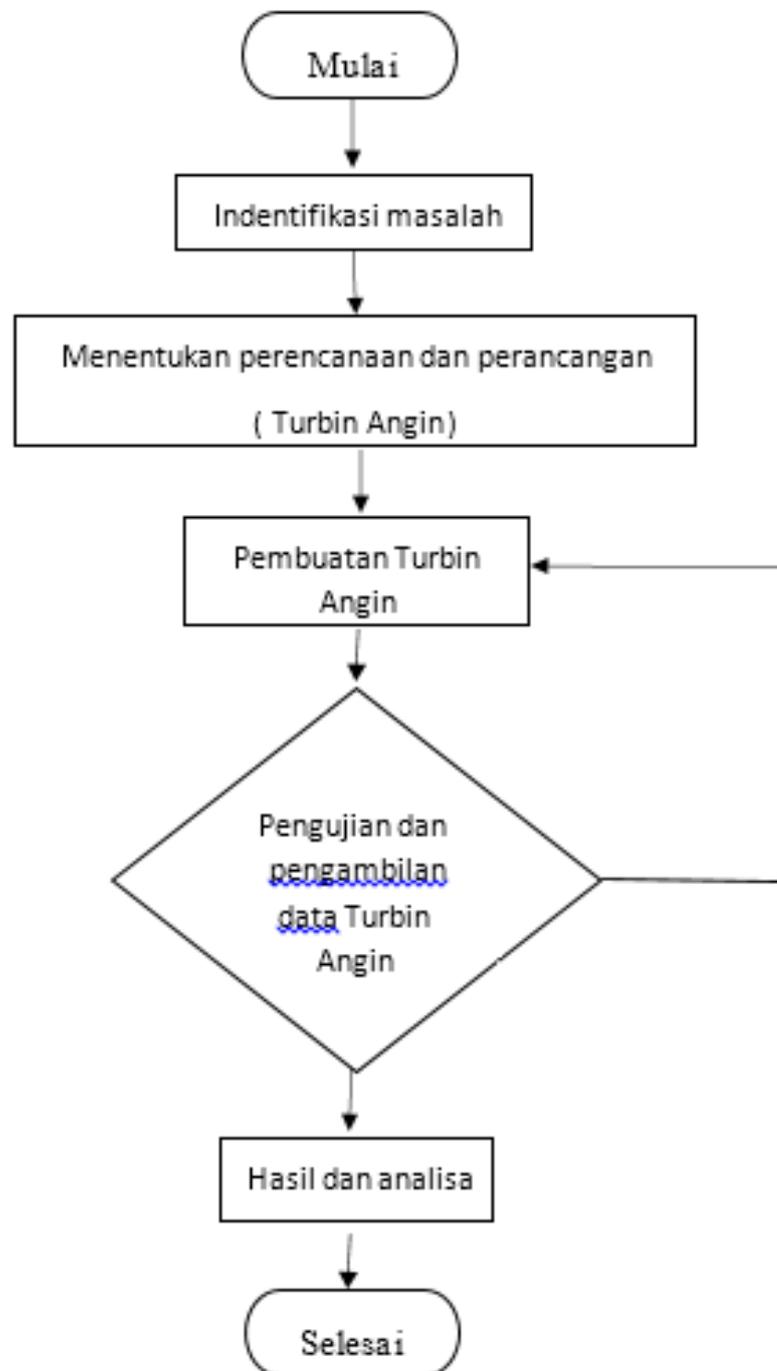
2. Perancangan dan Perakitan Turbin

Sebelum melakukan pengambilan data dan menganalisa data pada penelitian, hal yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah merakit turbin angin tipe vertical 300 watt, perakitan dilakukan di Lab FTIK Universitas Pancasakti tegal dibantu oleh kepala lab, sehingga pada proses perakitan tidak terjadi kesalahan langkah-langkah adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan pemotongan besi dan besi siku setelah itu melakukan pengelasan untuk menyatukan kedua bagian tersebut.
- b. Melakukan proses pengeboran bagian rangka atas dan bawah.
- c. Melakukan perakitan rangka.
- d. Melakukan proses pengecatan rangka.
- e. Proses pemasangan baling-baling turbin.
- f. Melakukan proses pemasangan wind controller
- g. Melakukan proses pemasangan terminal Listrik
- h. Melakukan proses pemasangan inverter
- i. Melakukan proses pemasangan baterai
- j. Melakukan proses pemasangan komponen yang lain

F. Skema Turbin Angin Vertikal.

Gambar 3.5 Skema Turbin Angin

G. Diagram Alir Penelitian.

Gambar 3.6 Diagram Alir Penelitian
Sumber:(Dokumentasi Pribadi)