

Perancangan Pompa Air Tenaga Kincir Angin

Sutrisno¹, Adang Saepudin², Hary Witjahjo³, Burhan⁴

¹²³⁴Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Texmaco, Indonesia
Email:sutrisno2604@gmail.com¹, hwitjahjo@gmail.com³, Udinburhan545@gmail.com⁴

Received 01 Februari 2024 | *Revised* 02 Maret 2024 | *Accepted* 12 Maret 2024

ABSTRAK

Pemanfaatan angin saat ini sebagai sumber energi telah digunakan sejak ratusan tahun yang lalu. Pemanfaatan angin sebagai sumber energi sudah mulai dilirik dan dikembangkan. Salah satu energi alternatif adalah pemanfaatan angin yang dapat diaplikasikan untuk berbagai kebutuhan, digunakan untuk mengangkat udara dengan menggunakan pompa. Berdasarkan rumusan masalah maka ditentukan bagaimana merancang pompa air kincir angin dengan menggunakan pompa piston. Pembuatan alat pompa piston ini dimulai dari proses konsep perancangan, pembuatan masing-masing komponen, perakitan alat, pengujian alat dan yang terakhir adalah hasil pengujian alat. Hasil pengujian dari perancangan pompa berpengerak kincir angin dengan memanfaatkan kecepatan angin di daerah Lebo, pompa mampu menghasilkan debit tertinggi. 3,1 liter. Daya yang dihasilkan pompa sebesar 141 Watt dengan tinggi head pompa total 0,424 m yang dihitung dari susut-rugi yang ada. Untuk efisiensi pompa 90% dengan head 40 cm

Kata kunci : Pompa air tenaga angin, kincir, head, debit, susut-rugi

ABSTRACT

The use of wind today as an energy source has been used since hundreds of years ago. The use of wind as an energy source has begun to be looked at and developed. One alternative energy is the utilization of wind, which can be applied to various needs, used to lift air using a pump. Based on the formulation of the problem, it is determined how to design a windmill water pump using a piston pump. The manufacture of this piston pump tool starts from the design concept process, manufacture of each component, tool assembly, tool testing and the last is the result of tool testing. The test results from the design of the pump with a windmill drive by utilizing the wind speed in the Lebo area, the pump is able to produce the highest discharge of 3.1 liters. The power generated by the pump is 141 Watt with a total pump head height of 0.424 m which has been calculated from the existing losses. For a pump efficiency of 90% with a head of 40 cm.

Keywords: *Wind powered water pump, pintwheel, head, debit, loss.*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara pemakai energi yang sangat besar di dunia, sebagian besar energi yang digunakan di Indonesia berasal dari energi fosil yang berbentuk minyak bumi dan gas bumi . Semakin berkurangnya cadangan minyak dunia, termasuk Indonesia, telah mendorong pemerintah untuk mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap bahan bakar minyak (Kepres no.10 tahun 2005 tentang penghematan energi) dan meningkatkan pemanfaatan sumber energi alternatif yang terbarukan. Salah satu program pemerintah yang saat ini dijalankan adalah pemanfaatan sumberdaya energi lokal untuk mewujudkan Masyarakat Mandiri Energi.Sumber energi angin merupakan salah satu sumber energi yang masih belum banyak dimanfaatkan di Indonesia. Potensi sumber energi angin di Indonesia yang sangat besar masih belum bisa dimanfaatkan secara signifikan . Kecepatan angin rata-rata di Indonesia secara umum rata-rata mencapai 3 – 7 m/s. Kecepatan tersebut masih tergolong kecepatan angin rendah. Pemanfaatan sumber energi tersebut dapat menggunakan kincir angin. Pemanfaatan energi angin dapat dilakukan melalui kincir angin. Kincir angin berfungsi untuk mengubah energi kinetik angin menjadi energi mekanik pada kincir.Energi mekanik tersebut kemudian digunakan untuk menggerakkan beban seperti generator listrik, pompa, dan mesin-mesin lainnya

2. METODE

2.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di sekitar lingkungan kampus (X) di area yang terbuka. Waktu Pelaksanaan pengujian alat dilakukan selama 24 jam selama satu hari. Pengukuran kecepatan angin dan kecepatan putaran kincir dilakukan dalam interval selang waktu 3 jam selama penelitian.

2.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Variabel bebas (*Independent*)

Variabel bebas adalah variabel pengaruh atau yang menyebabkan berubahnya variabel terikat dan merupakan variabel pengaruh yang paling diutamakan. Dalam penelitian ini terdapat 2 variabel bebas yaitu :

- a. Besarnya kecepatan angin, ditentukan berdasarkan hasil pengukuran kecepatan angin.
- b. Besarnya kecepatan putaran kincir dari variasi diameter 400 cm.

2. Variabel terikat (*Dependent*)

Variabel terikat adalah variabel yang diduga nilainya akan berubah karena adanya pengaruh dari variabel bebas. Dalam hal ini adalah besarnya debit air dari pompa yang dibuat.

2.3 Alur Penelitian

Metodologi pembuatan tugas akhir berisikan langkah pembuatan suatu perencanaan tugas akhir dan pengumpulan referensi. Dalam sebuah metodologi terdapat urutan- urutan proses pengolahan data sehingga didapatkan hasil maupun kesimpulan. Adapun urutan proses tersebut adalah sebagai berikut:

Perancangan Pompa Air Tenaga Kincir Angin



Gambar 2.1. Flow Chart Penelitian

2.4 Perancangan Mesin Pompa Air Tenaga Kincir Angin

Identifikasi dan definisi masalah merupakan salah satu bagian penting dari fase pengembangan konsep yang merupakan salah satu fase pengembangan produk. Manfaat kunci dari proses ini adalah mengembangkan fakta dasar dari hasil analisa untuk di gunakan.

Rancangan alat pompa air tenaga angin yang akan dibuat terdiri dari :





1. Rangka menara/tower dibuat sekuat mungkin berbentuk segiempat bahan dari plat besi dengan tinggi 2,9 meter, pada bagian tertinggi dipasang baling-baling kipas yang kemudian dihubungkan menggunakan belt dan pulley dengan pompa air.
2. Desain mesin pompa airtenaga kincir angin.

Proses perakitan merupakan suatu proses penggabungan komponen-komponen pompa menjadi suatu kesatuan, sehingga menjadi sebuah alat yang siap digunakan sesuai tujuan. Langkah awal yang dilakukan adalah melakukan pengecekan komponen-komponen yang hendak dirakit dan menyiapkan alat bantu. Langkah perakitan yang tepat akan mempermudah dan mempercepat proses perakitan serta menjamin keberhasilan. Komponen-komponen alat meliputi kincir, as, *gear*/roda gigi, pompa, ekor dan menara/tower.

2.5 Alat, Bahan Dan Spesifikasi

Proses perancangan suatu produk memiliki peranan penting dalam mendefinisikan fisik suatu produk. Dalam proses perancangan dengan metode DFMA (Design for manufacturing and assembly) memiliki tahapan proses yang harus dilalui mulai dari perancangan konsep sampai proses pembuatan. Dalam membuat konsep produk, Maka dibuat daftar metrik kebutuhan dari hasil rancangan kemudian mengumpulkan informasi tentang produk serupa serta menentukan nilai ideal dan marginal dari tiap metrik yang di dapat. Spesifikasi akhir produk dapat dilihat dari tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Alat dan Spesifikasi

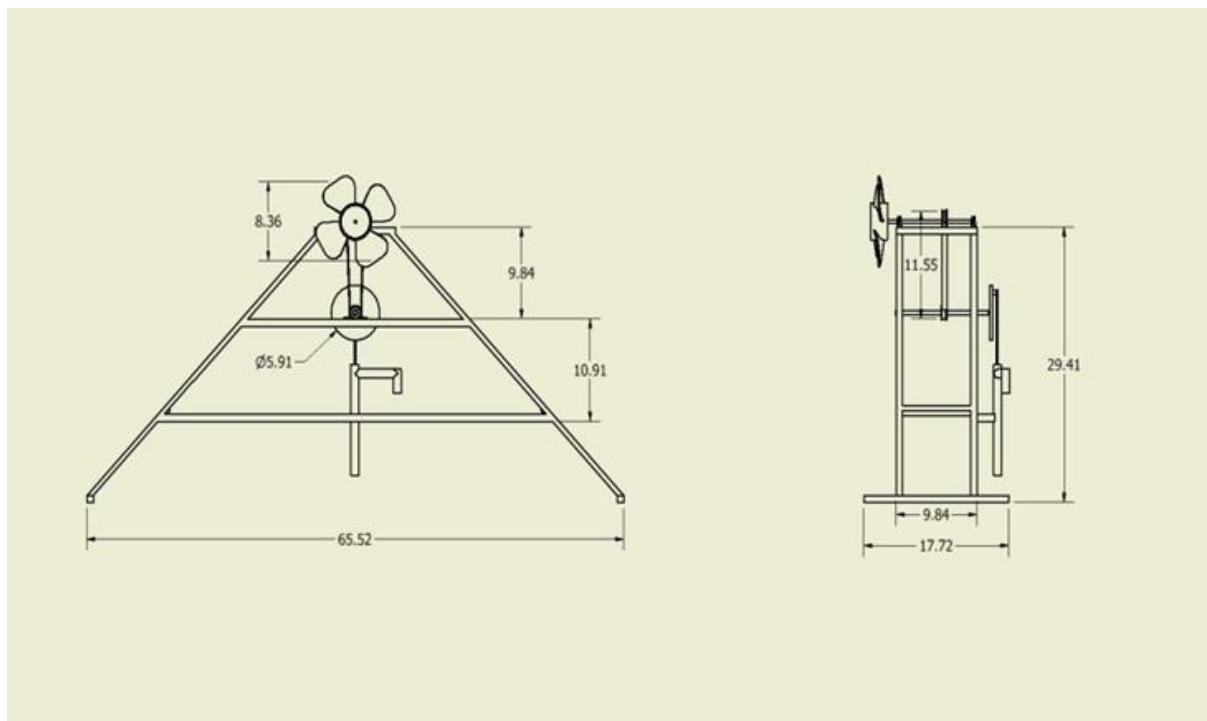
NO	NAMA KOMPONEN	GAMBAR	SPESIFIKASI	FUNGSI
1	Baling-baling/kipas		Baling-baling kipas diameter 400 mm dengan diameter poros 80 mm	Baling-baling adalah alat untuk menghasilkan gaya dorong pada se buah benda, dihasilkan dari tekanan angin.
2	Besi Hollow 2 x 2		Besi Hollow 2 x 2 ketebalan 0,8 mm	Berfungsi untuk mena han material atau menara dari kincir
3	Bearing UCP kp 08. atas bawah 12		UCP kp 08 Material high strength Ukuran 8 mm Berat 80 gram	Bearing atau laher adalah bantalan yang berfungsi untuk membuat gerakan sistim rotating.
4	Poros stainless		Diameter 12 mm diameter 8 mm	Berfungsi untuk poros kincir dan poros pulley
5	Pulley bawah dengan ukuran 1,5 inch dan pulley atas ukuran 4 inch		Diameter 1,5 inch dan 4 inch	Sebagai komponen penghubung putaran dari putaran kincir

Perancangan Pompa Air Tenaga Kincir Angin

6	Belt		Keliling 1.177 mm	Memindahkan tenaga/ daya melalui kontak belt dengan pulley penggerak dan pulley yang digerakan
7	Coupling 12 to 12		Bahan alumunium Diameter 25 mm dan panjang 30 mm	Menghubungkan dua shaft dan meneruskan torsi

2.6 Rancangan Alat/Desain Alat

Rancangan alat pompa air tenaga angin yang akan dibuat dapat dilihat pada gambar berikut. Rangka menara/tower dibuat sekuat mungkin berbentuk segitiga bahan dari besi hollow dengan tinggi 2,9 meter. Untuk lebih jelasnya mengenai dimensi menara/tower dapat dilihat pada gambar berikut ini:

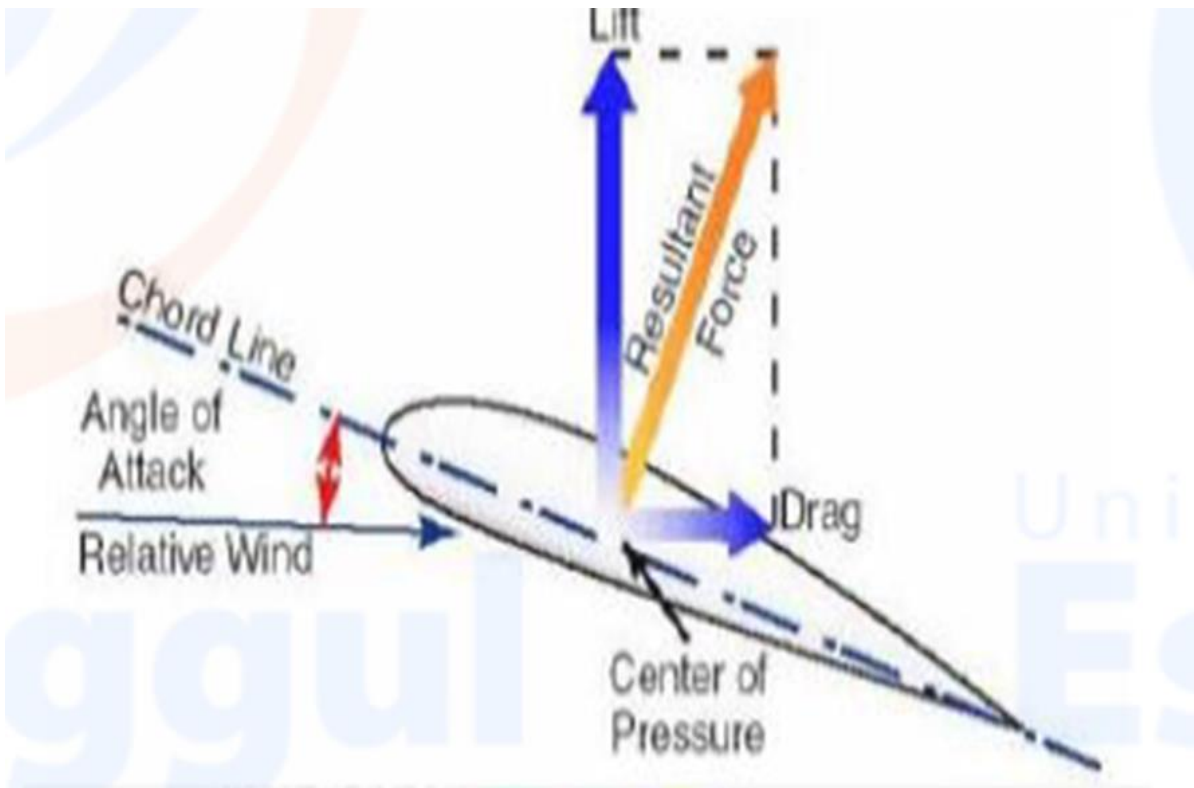


Gambar 2.2. Pompa Air Tenaga Kincir Angin

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

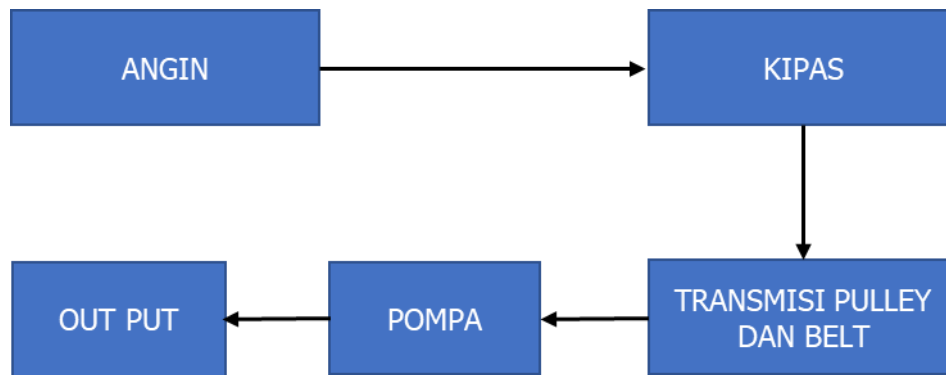
3.1 Prinsip kerja mesin pompa air.

Kincir angin dibagi menjadi dua jenis yaitu kincir angin dengan sumbu poros horisontal dan sumbu poros vertikal dari kedua jenis tersebut masing-masing memiliki kelebihan dan kelemahan. Skema jenis poros horisontal kincir angin dan prinsip kerja gaya angkat pada baling-baling kincir angin tersebut dapat dilihat pada Gambar.



Gambar 2.3 Prinsip gaya angkat pada kincir angin untuk menghasilkan putaran

Angin memiliki energi kinetik yang besarnya tergantung dari kecepatannya . Angin yang mengenai baling-baling akan mengakibatkan baling-baling tersebut berputar pada porosnya . Pergerakan berputar tersebut akan ditransmisikan oleh poros ke elemen mesin yang lain seperti roda gigi (*gear box*) atau transmisi puli dan sabuk (*belt*), untuk meningkatkan putaran yang akan ditransfer ke poros engkol untuk menggerakkan pompa. Pompa digunakan untuk menaikkan air dari permukaan rendah ke permukaan yang lebih tinggi. Pompa air dengan penggerak turbin angin adalah kombinasi antara pompa air piston yang digerakkan secara mekanik oleh turbin angin, prinsip kerjanya yaitu; energi angin digunakan untuk memutar sudu turbin angin. Sudu dihubungkan dengan poros dan mekanisme engkol ditempatkan di ujung poros.



Gambar 2.4 Diagram Blok Pompa Air Tenaga Kincir Angin

3.2 Spesifikasi Alat Pompa Air Tenaga Kincir Angin

Spesifikasi konstruksi alat pompa air tenaga kincir angin ditentukan atas berbagai pertimbangan sebagai berikut:

1. Baling-baling / kipas dengan diameter 400 mm dan poros 8 mm
2. Menggunakan besi hollow 2 x 2 dengan tebal 0,8 mm.
3. Menggunakan bearing UCP kp 08 dengan ukuran 8 mm dan berat 80.gram.
4. Lalu ditambah dengan poros stainless dengan diameter 12mm dan 8mm.
5. Pulley dengan ukuran diameter 1,5 inch dan 4 inch.
6. Belt keliling 1.775 mm.
7. Coupling 12 to 12 bahan alumunium diameter 25 mm dan Panjang 30 mm.
8. Pompa torak diameter 100 mm

Proses perakitan merupakan suatu proses penggabungan komponen-komponen pompa menjadi suatu kesatuan, sehingga menjadi sebuah alat yang siap digunakan sesuai tujuan. Langkah awal yang dilakukan adalah melakukan pengecekan komponen-komponen yang hendak dirakit dan menyiapkan alat bantu. Langkah perakitan yang tepat akan mempermudah dan mempercepat proses perakitan serta menjamin keberhasilan. Komponen-komponen alat meliputi kincir, shaft, pulley, sabuk/ belt, dan menara/tower.

Keuntungan yang diperoleh dengan penggunaan kincir angin sebagai tenaga untuk menggerakkan pompa antara lain:

1. Energi angin adalah gratis tanpa perlu biaya.
2. Produknya bersih dan ramah lingkungan.
3. Tidak membutuhkan areal yang luas, hanya membutuhkan ruang yang terbuka dan lahan sekitarnya dapat dimanfaatkan untuk keperluan lain.
4. Energi angin tidak akan habis (*renewable*).

Kelemahan yang dapat ditimbulkan dengan penggunaan Kincir angin ini antara lain :

1. Angin tidak selalu dapat diperkirakan, kadangkala suatu hari tidak ada angin.
2. Suara yang ditimbulkan dari baling-baling agak mengganggu, jika terletak di sekitar lingkungan penduduk.
3. Menimbulkan pengaruh refleksi terhadap enangkapan gelombang televisi jika terlalu dekat

Dengan memperhatikan keuntungan dan kelemahan dari kincir angin tersebut, dapat dikatakan bahwa keuntungan jauh melebihi dari kerugiannya. Sehingga kincir angin dapat dikembangkan menjadi energi alternatif baru.

3.3 Pembuatan Alat

Langkah selanjutnya adalah merealisasikan alat berdasarkan pemodelan yang sudah dilakukan. Pembuatan alat dilakukan dengan proses pemesinan, seperti pengerjaan potong, pengerjaan bubut, bor, dan pengelasan. Komponen-komponen tersebut kemudian dirakit menjadi satu rangkaian.

3.4 Pengukuran Data

Pengukuran data kecepatan angin diperlukan untuk kebutuhan analisa. Pengambilan data dilakukan langsung, Kecepatan angin diukur menggunakan anemometer, sedangkan kecepatan putar dari kincir angin diukur menggunakan tachometer. Pengukuran komponen pompa torak diukur menggunakan jangka sorong, seperti diameter silinder dan panjang langkah. Pengambilan data dilakukan berulang karena tidak setiap hari menghasilkan data dengan kondisi yang sama.

3.5 Analisa

Analisa data adalah proses untuk menghitung dan mengatur data secara sistematis yang didapatkan dari wawancara, pengambilan data dari lapangan dan sumber lainnya sehingga mudah dipahami dan bisa diinformasikan kepada orang lain. Pengambilan data kecepatan angin dan kecepatan putaran kincir angin telah dapat digunakan untuk mengukur debit air yang bisa didapatkan. Volume air yang dihasilkan oleh pompa torak dalam satu kali usaha dapat dihitung dengan persamaan (1)

$$V = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times L$$

Dimana V adalah volume air yang dihasilkan pompa torak dalam satuan m³, D adalah diameter silinder pompa torak dalam satuan m dan L adalah panjang langkah pompa torak dalam satuan m. Adapun debit air yang dihasilkan pompa torak ketika beroperasi dengan kincir angin dapat dihitung dengan persamaan (2)

$$Q = V \times n$$

Dimana Q adalah debit air (m³/menit), V adalah volume air dalam sekali usaha (m³), dan n adalah kecepatan dari kincir angin (rpm).

Kecepatan angin tidak dapat diprediksi, namun dengan lokasi di sekitar pesisir akan membuat kincir tetap berputar sehingga bisa tetap mengangkat air. Pada angin kecepatan rendah, potensi debit air yang dihasilkan lebih sedikit. Semakin tinggi kecepatan angin, debit air yang dihasilkan juga akan semakin banyak. Dengan kecepatan angin 4 m/s berpotensi mendapatkan debit air jauh lebih banyak. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan sistem penggerak pompa air menggunakan kincir angin yang mampu mengangkat air dengan baik. Dengan kondisi lapangan yang tersedia angin hampir 24 jam penuh, maka kincir angin berpotensi untuk bekerja terus menerus. Meskipun dengan kecepatan rendah dan debit air rendah, namun air tetap bisa didapatkan sehingga petani tidak perlu lagi menggunakan pompa listrik untuk mengangkat air dari sumur bor.

3.6 Hasil dan Analisa

Sebuah pompa torak memiliki diameter silinder 100 mm dan panjang langkah 120 mm. Dengan menggunakan persamaan (1), maka volume air yang dihasilkan dalam satu kali usaha sebesar 0,9 liter atau 0,0009 m³. Adapun potensi debit air yang bisa dihasilkan berdasarkan persamaan (2) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 . Potensi debit air yang dihasilkan

Kecepatan Angin (m/s)	Kecepatan putaran kincir (rpm)	Volume (liter)	Debit Air (liter/menit)
1,5	20	0,9	18
2	25	0,9	22,5
2,5	35	0,9	31,5
3	40	0,9	36
3,5	50	0,9	45
4	55	0,9	49,5

4. KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa pompa air dengan sistem kincir angin dapat digunakan untuk menggantikan pompa air listrik, pada kecepatan angin yang cukup.
2. Pada kecepatan angin yang cukup rendah 1,5 m/s debit air yang dihasilkan 18 liter/menit. Sedangkan pada kecepatan 4 m/s, debit air yang dihasilkan 49,5 liter/menit.
3. Semakin tinggi kecepatan angin debit air yang dihasilkan juga akan semakin banyak.
4. Akan semakin baik bila penempatan alat di tempatkan di area terbuka yang memungkinkan kecepatan angin semakin tinggi.
6. Untuk kondisi malam dalam kondisi tertentu belum bisa mendapatkan hasil yang maksimal.

5. DAFTAR RUJUKAN

- [1]. Sunarti, Titin. Usaha, Energi, dan Usaha. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Departemen Pendidikan Nasional. 2004
- [2]. Alamsyah H.2007. Pemanfaatan Turbin Angin Dua Sudu Sebagai Penggerak Mula Alternator Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin.
- [3]. E.H.Lysen, Introduction to Wind Energy, (Netherlands, second Edition, May 1983).
- [4]. Kasmuri, 2009. "Analisa Pompa Piston Pada Kincir Angin MB 12-7. Jakarta: Universitas Mercu Buana.
- [5]. Mohammad Guntur. 2009. "Perancangan dan Pembuatan Pompa Piston Gerak Translasi Yang Diaplikasikan Pada Kincir Angin Poros Horizontal MB 12-7". Jakarta: Universitas Mercu Buana.
- [6]. Reinyelda. D. Latuheru, Tagor Simanjuntak, 2013, Perancangan Kincir Angin Sebagai Penggerak Pompa Air, Jurnal Ilmiah Mustek Anim Ha Vol.2No. 2, Agustus 2013, Sulawesi

- [7]. Sularso, Haruo Tahara. „Pompa & Kompresor“, Jakarta: Pradnya Tahara, 2000
- [8]. Kementrian ESDM. Blueprint Pengelolaan Energi Nasional 2006 – 2025. Jakarta. 2006
- [9]. Corten, G., Veldkamp, H. Insects can halve wind-turbine power. *Nature*. 2001; 412: 41-42
- [10]. Farhan A. Khammas, et al. Overview of Vertical Axis Wind Turbine (VAWT) is one of the Wind Energy Application. *Applied Mechanics and Materials*. 2015; 739: 388-392
- [11]. Sanjay W. Rukhande, et al. *Design and Development of Micro Savonius Type VAWT*. Proceeding of the Third Biennial National Conference on Nascent Technologies (NCNTE-2012). Mumbai. 2012: 81-84
- [12]. Simonds, M.H., Bodek, A. Performance Test of Savonius Rotor. Canada: McGill University. 1964.
- [13]. Erik Andrus. *The Savonius Rotor: A Durable Lowtech Approach to Wind Power*. Proceeding of Project Report Construction Manual, Sustainable Agriculture Research and Education (SARE). USA. 2012
- [14]. Delffika Canra, Emin Haris, Meri Rahmi. Analisa Aliran Angin Pada Sudu Turbin Angin Savonius Tipe-U Berbasis Software. *Jurnal Teknologi Terapan*. 2018; 4: 92-101
- [15]. Sugiyono. Metode Penelitian Kuantitatif, Kulaitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta. 2013