

TUGAS AKHIR
PEMBUATAN TURBIN ANGIN HORIZONTAL DENGAN KAPASITAS 30
WATT UNTUK MEMBANTU KEPERLUAN LISTRIK RUMAH TANGGA

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

SAHRUN ADHA
1607230060



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

MEDAN

2021

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Sahrin Adha
NPM : 1607230060
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : **Pembuatan Turbin Angin Horizontal Dengan Kapasitas 30 Watt Untuk Membantu Keperluan Listrik Rumah Tangga**
Bidang ilmu : Konversi Manufaktur

Telah berhasil di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai penelitian tugas akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Agustus 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen penguji



Ahmad Marabdi Siregar, S.T.,M.T

dosen penguji



Chandra A Siregar, S.T.,M.T

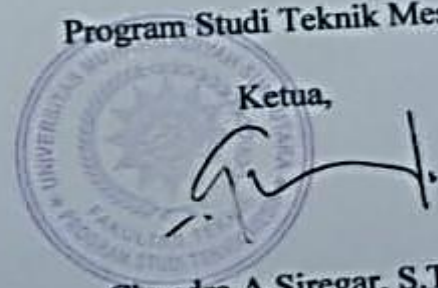
Dosen penguji



Rahmatullah, S.T., M.Sc., IPM, ASEAN ENG.

Program Studi Teknik Mesin

Ketua,



Chandra A Siregar, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Sahrun Adha
Tempat /Tanggal Lahir : Takengon /06 April 1998
NPM : 1607230060
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Pembuatan Turbin Angin Horizontal Dengan Kapasitas 30 Watt Untuk Membantu Keperluan Listrik Rumah Tangga”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Agustus 2021

Saya yang menyatakan



Sahrun Adha

ABSTRAK

Krisis penyediaan listrik di beberapa daerah mengakibatkan efek tidak menguntungkan bagi pertumbuhan ekonomi Indonesia sebab pertumbuhan ekonomi masyarakat menyebabkan permintaan akan tenaga listrik meningkat pula. Angin merupakan sumber daya yang tidak ada habisnya. Di Indonesia terdapat beberapa daerah yang memiliki potensi energi angin untuk produksi listrik. Namun karena merupakan energi yang tak terbarukan maka seiring berjalannya waktu sumber tersebut akan berkurang dan pada waktunya akan habis. Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah: Untuk menentukan konsep pembuatan turbin angin. Untuk mengetahui bagaimana cara pembuatan turbin angin horizontal sederhana untuk membantu keperluan listrik rumah tangga. Pengujian dilakukan pada tiga waktu yaitu pagi, siang, sore. Dari hasil penelitian alat turbin angin horizontal dengan kapasitas 30 watt untuk membantu keperluan rumah tangga, hasil yang didapat adalah pada pagi hari 0,12 watt pada siang hari 13,24 watt dan pada sore hari 11,38 watt. Maka dari ini dapat disimpulkan semakin kencang angin berhembus maka semakin besar pula arus listrik yang didapat. Pemilihan konsep pembuatan alat turbin angin horizontal dengan kapasitas 30 watt untuk membantu keperluan rumah tangga ini adalah konsep penyambungan dengan baut, selain mudah bongkar pasang, alat penyambungan dengan baut lebih simple dalam pembuatan.

Kata Kunci: Desain Turbin Angin, Pembuatan Turbin Angin, Unjuk Kerja.

ABSTRACT

The crisis in the supply of electricity in several regions has had an unfavorable effect on Indonesia's economic growth because the economic growth of the people has caused the demand for electricity to increase as well. Wind is an inexhaustible resource. In Indonesia, there are several regions that have the potential for wind energy for electricity production. However, because it is a non-renewable energy, over time the source will decrease and in time will run out. The purpose of this final project research is: To determine the concept of making wind turbines. To find out how to make a simple horizontal wind turbine to help household electricity needs. The test was carried out at three times, namely morning, afternoon, evening. From the research results horizontal wind turbine with a capacity of 30 watts to help household needs, the results obtained are 0.12 watts in the morning at noon 13.24 watts and 11.38 watts in the afternoon. So from this it can be concluded that the stronger the wind blows, the greater the electric current is obtained. The choice of the concept of making a horizontal wind turbine with a capacity of 30 watts to help household needs is the concept of connecting with a bolt, apart from being easy to assemble, the connection tool with a bolt is simpler in manufacture.

Keywords: Wind Turbine Design, Wind Turbine Manufacturing, Performance.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pembuatan Turbin Angin Sederhana Untuk Membantu Keperluan Listrik Rumah Tangga” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Rahmatullah, S.T., M.Sc., IPM, ASEAN ENG. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Affandi, S.T, M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik mesin kepada penulis.
5. Orang tua penulis: Ayahanda Armadi., S.H dan Ibunda Surasmawati., S. Pd, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Sahabat-sahabat penulis: Rika rianingsih.,S.ked, Tria Utama Meuraxa, Zul Hsbin Harahap, Feri Gunawan Nasution, Khairul Abdi, Bobby Fareri, Faisal Siregar, Bintang Maulana, Mhd. Diki Saragih, Saifi, dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia Industri Teknik Mesin.

Medan, September 2020

Sahrin Adha

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sumber Daya Energi	4
2.2 Energi Listrik	4
2.3 Pembangkit Listrik	5
2.4 Energi Fosil Dan Energi Terbarukan	7
2.4.1 Energi Fosil	7
2.4.2 Energi terbarukan	10
2.4.3 Energi Angin	11
2.4.4 Turbin Angin	12
2.4.4.1. Jenis Turbin Angin	13
2.5 Kebutuhan Listrik Rumah Tangga	16
2.5.1.	16
2.6 Desain Dan Spesifikasi Turbin Angin Untuk Rumah Tangga	20
2.7 Pembuatan Part, Komponen dan Produk Turbin Angin	22
BAB 3 METODE PEMBUATAN	24
3.1. Tempat Dan Waktu	24
3.1.1. Tempat	24
3.1.2. Waktu	24
3.2. Diagram Aliran Pembuatan	25
3.3. Bahan Dan Alat Yang Digunakan	26
3,1.1. Bahan	26
3.1.2. Alat	29
3.4. Rancangan Turbin Angin	35
3.5. Prosedur Penelitian	36

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1. Hasil Pembuatan Turbin Angin.	37
4.2. Prosedur Pembuatan	38
4.3. Prosedur Pengujian	43
4.4. Daftar Komponen	44
4.5. Komponen Pembuatan Turbin Angin Horizontal	45
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1. Kesimpulan.	47
5.2. Saran.	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perkembangan Ketergantungan Impor Minyak Bumi	8
Gambar 2.2 Perkembangan Produksi Dan Ekspor Gas Bumi	9
Gambar 2.3 Realisasi Produksi Dan Perkembangan Ekspor Batu Bara	10
Gambar 2.4 Kincir Angin Poros Horizontal	14
Gambar 2.5 Kincir Angin Poros Vertikal	15
Gambar 2.6 PLTA	17
Gambar 2.7 PLTU	17
Gambar 2.8 PLTS	18
Gambar 2.9 PLTD	19
Gambar 2.10 PLTG	19
Gambar 2.11 PLTB	20
Gambar 2.12 Macam-Macam Desain Turbin Angin HAWT	21
Gambar 2.13 Macam-Macam Desain Turbin Angin VAWT	22
Gambar 3.1 Diagram Alir	25
Gambar 3.2 Alumunium	25
Gambar 3.3 pipa besi	26
Gambar 3.4 besi baja	27
Gambar 3.5 <i>bearing</i>	27
Gambar 3.6 generator	28
Gambar 3.7 baut dan mur	28
Gambar 3.8 lampu LED	29
Gambar 3.9 mesin las	30
Gambar 3.10 mesin bor	30
Gambar 3.11 mesin bubut	31
Gambar 3.12 mesin gerinda	31
Gambar 3.13 palu	32
Gambar 3.14 rol meter	32
Gambar 3.15 mistar baja	33
Gambar 3.16 gergaji besi	33
Gambar 3.17 kunci ring	34
Gambar 3.18 kunci pas	34
Gambar 3.19 tang	35
Gambar 3.20 cat	35
Gambar 3.21 rancangan turbin angin	37
Gambar 4.1 hasil pembuatan	37
Gambar 4.2 mempersiapkan alat dan bahan	38
Gambar 4.3 mengukur besi baja sesuai ukuran yang telah ditentukan	38
Gambar 4.4 membuat kerangka	39
Gambar 4.5 membuat bilah/ <i>blade</i>	39
Gambar 4.6 membuat dudukan bilah	40
Gambar 4.7 menyambungkan tail van dengan rumah generator	41

Gambar 4.8 menyatukan komponen yang telah dibuat	41
Gambar 4.9 membersihkan peralatan dan pengecatan alat	42
Gambar 4.10 tegangan yang dihasilkan turbin angin	43
Gambar 4.11 kecepatan angin	43

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1: Waktu Penelitian	24
Tabel 4.1 Daftar Komponen Yang Digunakan	44
Tabel 4.2 Komponen Turbin Angin Horizontal	45

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Krisis penyediaan listrik di beberapa daerah mengakibatkan efek tidak menguntungkan bagi pertumbuhan ekonomi Indonesia sebab pertumbuhan ekonomi masyarakat menyebabkan permintaan akan tenaga listrik meningkat pula. Untuk mengatasi hal tersebut, pemerintah berupaya membuat pembangkit listrik alternatif memanfaatkan sumber daya yang bisa diperbaharui seperti angin, cahaya matahari dan lain-lain. Lembaga Antariksa dan Penerbangan Nasional (Lapan) pernah melakukan survei energi angin di dua puluh daerah di Indonesia. Kecepatan rata-rata angin di Indonesia pertahun sekitar 2 sampai 6 m/s. Beberapa daerah di Indonesia bagian timur memiliki kecepatan angin rata-rata 5 m/s. (Padmika, Satriya Wibawa, & Trisnawati, 2017)

Angin merupakan sumber daya yang tidak ada habisnya. Di Indonesia terdapat beberapa daerah yang memiliki potensi energi angin untuk produksi listrik. Energi angin dapat juga dimanfaatkan untuk produksi listrik dan mendukung program pengurangan emisi karena tidak menghasilkan emisi CO₂ selama proses produksi energi listrik oleh turbin angin. (Darmawan & Pratiwi, 2020)

Angin pada dasarnya dibangkitkan dengan menggunakan kincir angin. Cara ini telah dikenal sejak beberapa abad yang lalu seperti di Belanda yang dikenal sebagai negara kincir angin. Pembangkit listrik yang menggunakan energi tidak terbarukan seperti minyak bumi atau batu bara banyak digunakan diberbagai belahan negara untuk memproduksi listrik dalam skala besar. Namun karena merupakan energi yang tak terbarukan maka seiring berjalannya waktu sumber tersebut akan berkurang dan pada waktunya akan habis. (Padmika et al., 2017)

Sementara, Indonesia terletak di daerah khatulistiwa dengan kondisi geografitopografi yang berkepulauan, bergunung, dan berbukit dimana mempunyai potensi angin yang cukup besar dan kontinu. Untuk mendukung penyediaan listrik tersebut salah satu alternatif adalah penggunaan pembangkit energi alternatif seperti

pembangkit energi tenaga angin yang menggunakan turbin angin. Oleh karena itu, diperlukan pembangkit listrik energi alternatif seperti energi angin untuk menggantikan energi fosil yang semakin berkurang. Dalam kaitannya dengan pemanfaatan energi angin penulis telah membuat prototipe perancangan pembangkit listrik tenaga angin dengan turbin ventilator sebagai penggerak generator. (Ramadhan, Satria, Mesin, Industri, & Hatta, 2016)

1.2 Rumusan Masalah

Berdasar pokok permasalahan yang ada terdapat pada latar belakang, maka penelitian ini diambil rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana menentukan konsep pembuatan turbin angin.
- b. Bagaimana cara pembuatan turbin angin vertikal sederhana untuk membantu keperluan listrik rumah tangga.

1.3 Ruang Lingkup

Dari rumusan masalah diatas, ruang lingkup penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. turbin angin yang dibuat sesuai dari desain rancangan dengan jenis turbin angin *hawl*.
- b. Kapasitas daya turbin angin horizontal sebesar 30 *watt*.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang diatas maka tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

- a. Spesifikasi turbin angin
- b. Prosedur pembuatan turbin angin

1.5 Manfaat Penelitian

Sebagai sarana pengembangan pengetahuan dan wawasan dalam melaksanakan sebuah penelitian energi terbarukan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada khalayak ramai bahwa turbin angin merupakan energi listrik yang dapat digunakan untuk keperluan rumah tangga.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sumber Daya Energi

Indonesia kerap disebut Negara kaya sumber daya alam, termasuk energi. Adapun jenis sumber daya energi antara lain: minyak, gas, batubara, air, angin, sinar matahari. Sumber daya energi merupakan sumber daya yang nantinya akan digunakan untuk kelangsungan hidup manusia yang ada di bumi. (Sukandarrumidi, Herry Zadrak Kotta, 2015)

Berangkat dari permasalahan tersebut, pemerintah perlu melakukan kebijakan yang berorientasi terhadap diversifikasi sumber energi guna mengatasi menurunnya sumber energi di Indonesia dan mencukupi kebutuhan energi yang terus meningkat. Diversifikasi sumber daya energi ini dilakukan dengan cara pengembangan energi baru terbarukan, yang tersedia dalam kuantitas yang besar di Indonesia. Sayangnya, hingga saat ini, kebijakan yang dikeluarkan oleh Pemerintah Indonesia belum juga cukup untuk mempercepat pengembangan energi terbarukan di Indonesia. (Nabila, 2016)

2.2 Energi Listrik

Energi listrik adalah energi yang berkaitan dengan akumulasi arus elektron, dinyatakan dalam watt-jam atau kilo watt-jam. Bentuk transisinya adalah aliran elektron melalui konduktor jenis tertentu. Energi listrik dapat disimpan sebagai energi medan elektromagnetik yang merupakan energi yang berkaitan dengan medan listrik yang dihasilkan oleh terakumulasinya muatan elektron pada pelat-pelat kapasitor. Energi medan listrik ekuivalen dengan medan elektromagnetik yang sama dengan energi yang berkaitan dengan medan magnet yang timbul akibat aliran elektron melalui kumparan induksi. (Pudjanarsa, 2013)

Energi listrik sendiri merupakan salah satu hal yang dibutuhkan manusia dalam kehidupan sehari – hari. Disisi lain krisis energi mengharuskan kita untuk melakukan upaya penghematan energi listrik. Untuk mengatasi hal ini diperlukan penghematan energi salah satunya dengan metode audit energi. Proses audit energi untuk menghitung tingkat penggunaan energi suatu gedung atau bangunan, kemudian

hasilnya dibandingkan dengan standar yang ada sebagai pertimbangan untuk dicarikan solusi penghematan penggunaan energi jika tingkat penggunaan energinya melebihi standar baku yang ada. Pada jaman sekarang energi listrik adalah salah satu hal penting yang sangat berpengaruh pada kehidupan manusia. Setiap kegiatan yang dilakukan oleh manusia hampir sebagian besar dilakukan dengan bantuan energi listrik. Sehingga pemakaian energi listriknya pun lebih banyak. Pemakaian listrik di Indonesia dikelompokkan dalam berbagai kelompok pelanggan, yaitu kelompok rumah tangga, industri, bisnis, sosial, kantor pemerintah, penerangan jalan umum serta multiguna (Hakimah, 2019).

2.3 Pembangkit Listrik

Permulaan industri pembangkit listrik modern ditemukan pada awal dan pertengahan abad kesembilan belas dan dalam karya seperti Benjamin Franklin, Alessandro Volta dan Michael Faraday. Faraday, khususnya, mampu menunjukkan hubungan antara listrik dan magnet, sebuah hubungan yang memungkinkan menghasilkan listrik menggunakan mesin penggerak dibanding mengambilnya dari baterai/ accu seperti yang terjadi pada zamannya. Pemerataan pemahaman tentang listrik bertepatan dengan perkembangan mesin uap, dan meluasnya penggunaan gas untuk bahan bakar dan penerangan. Di Amerika Serikat, Thomas Edison mengembangkan filamen karbon yang menghasilkan cahaya dari listrik. Pekerjaan serupa dilakukan di Inggris oleh Sir Joseph Swan. Peralatan penerangan merupakan penggunaan pertama dari energi listrik. Pertumbuhan dan perkembangan pembangkit listrik yang dipercepat terutama penggunaannya untuk daya traksi. Kereta listrik untuk transportasi perkotaan dan sistem kereta bawah tanah di London adalah jenis proyek yang mendorong pembangunan pembangkit listrik besar dalam dua dekade terakhir pada abad kesembilan belas. Adapun jenis-jenis pembangkit listrik antara lain:

a. Pembangkit Listrik Tenaga Air

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) bekerja dengan cara merubah energi potensial menjadi energi mekanik dan dari energi mekanik dirubah menjadi energi listrik. Pembangkit listrik tenaga air konvensional dengan cara mengalirkan air dari dam ke turbin setelah itu air di buang. Pada saat beban puncak air dalam lowerreservior akan dipompa ke upperreservior sehingga cadangan pada waduk utama tetap stabil. Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) bekerja dengan cara merubah energi potensial (dari dam atau air terjun) menjadi energi mekanik (dengan turbin air) dan dari energi mekanik menjadi energi listrik (dengan bantuan generator). PLTA dapat beroperasi sesuai dengan perencanaan sebelumnya, bila mempunyai daerah aliran sungai yang berpotensi sebagai sumber air untuk memenuhi kebutuhan pengoperasian PLTA tersebut. Pada operasi PLTA tersebut, perhitungan keadaan air yang masuk pada waduk dam tempat penampungan air, beserta besar air yang masuk untuk menggerakkan turbin sebagai penggerak sumber listrik tersebut, merupakan suatu keharusan untuk memiliki, dengan kontrol terhadap air yang masuk maupun yang didistribusikan ke pintu saluran air untuk menggerakkan turbin harus dilakukan dengan baik, sehingga PLTA dapat beroperasi.

b. Pembangkit listrik tenaga UAP

Pembangkit Listrik Tenaga Uap atau yang sering disebut dengan PLTU adalah pembangkit yang mengandalkan energi kinetik dari uap untuk menghasilkan energi listrik. Bentuk utama dari pembangkit listrik jenis ini adalah Generator yang dihubungkan ke turbin yang digerakkan oleh tenaga kinetik dari uap panas/kering. Pembangkit listrik tenaga uap menggunakan berbagai macam bahan bakar terutama batu bara dan minyak bakar serta MFO untuk start up awal. Prinsip kerja PLTU menggunakan fluida kerja air uap yang bersirkulasi secara tertutup. Siklus tertutup artinya menggunakan fluida yang sama secara berulang-ulang. Urutan sirkulasinya secara singkat adalah sebagai berikut : Pertama air disalurkan melalui pipa-pipa menuju boiler. Didalam boiler air di dalam pipa-pipa tersebut dipanaskan dengan gas panas hasil pembakaran batubara sehingga berubah menjadi uap. Kedua, uap hasil produksi boiler dengan tekanan dan temperatur tertentu diarahkan untuk memutar

turbin sehingga menghasilkan daya mekanik berupa putaran. Ketiga, generator yang dikopel langsung dengan turbin berputar menghasilkan energi listrik sebagai hasil dari perputaran medan magnet dalam kumparan.

c. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Sistem pemusatan energi surya (concentrated solar power, CSP) menggunakan lensa atau cermin dan sistem pelacak untuk memfokuskan energi matahari dari luasan area tertentu ke satu titik. Panas yang terkonsentrasikan lalu digunakan sebagai sumber panas untuk pembangkitan listrik biasa yang memanfaatkan panas untuk menggerakkan generator. Sistem cermin parabola, lensa reflektor Fresnel, dan menara surya adalah teknologi yang paling banyak digunakan. Fluida kerja yang dipanaskan bisa digunakan untuk menggerakkan generator (turbin uap konvensional hingga mesin Stirling) atau menjadi media penyimpan panas. Ivanpah Solar Plant yang terletak di Gurun Mojave akan menjadi pembangkit listrik tenaga surya tipe pemusatan energi surya terbesar dengan daya mencapai 377 MegaWatt. Meski pembangunan didukung oleh pendanaan Amerika Serikat atas visi Barrack Obama mengenai program 10000 MW energi terbarukan, namun pembangunan ini menuai kontroversi karena mengancam keberadaan satwa liar di sekitar gurun. (Yuniarti & Prianto, 2010).

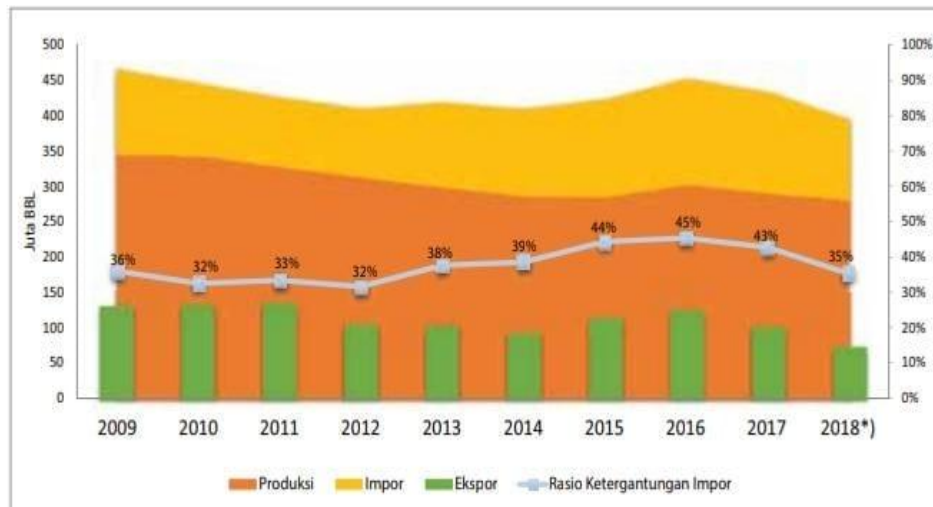
2.4 Energi Fosil Dan Energi Terbarukan

2.4.1 Energi fosil

Energi fosil khususnya minyak bumi, merupakan sumber energi utama dan sumber devisa negara. Kenyataan menunjukkan bahwa cadangan energi fosil yang dimiliki Indonesia jumlahnya terbatas. Sementara itu, konsumsi energi terus meningkat seiring dengan laju pertumbuhan ekonomi dan penambahan penduduk. Dengan demikian sumberdaya alam yang mampu menghasilkan energi semakin terkuras, karena sebagian besar sumber energi berasal dari sumberdaya yang tidak terbarukan, misalnya minyak bumi, gas dan batubara. (Tharo & Andriana, 2019) (Tim Sekretaris Jenderal Dewan Energi Nasional, 2019).

1. Minyak bumi

Produksi minyak bumi selama 10 tahun terakhir menunjukkan kecenderungan menurun, dari 346 juta barel (949 ribu bph) pada tahun 2009 menjadi sekitar 283 juta barel (778 ribu bph) di tahun 2018. Penurunan produksi tersebut disebabkan oleh sumur-sumur produksi utama minyak bumi yang umumnya sudah tua, sementara produksi sumur baru relatif masih terbatas. Untuk memenuhi kebutuhan kilang, Indonesia mengimpor minyak bumi terutama dari Timur Tengah sehingga ketergantungan terhadap impor mencapai sekitar 35%. (outlook energi Indonesia 2019)



Sumber: Kementerian ESDM, diolah oleh Setjen DEN, 2019

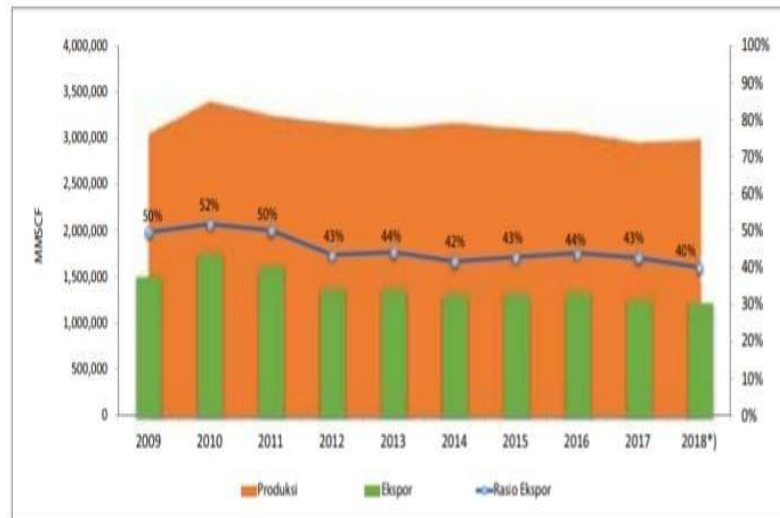
Catatan: Rasio Ketergantungan Impor = Impor dibagi penyediaan domestik (Produksi+Impor-Ekspor)

*) Data Sementara

Gambar 2.1 perkembangan ketergantungan impor minyak bumi.

2. Gas bumi

Pada tahun 2018 produksi gas bumi 2,9 juta MMSCF yang digunakan terutama untuk memenuhi konsumsi dalam negeri di sektor industri feed stock dan atau energi, pembangkit listrik, gas kota (rumah tangga dan komersial) serta gas lift sebesar 1,7 juta MMSCF. Selain itu, gas bumi juga dijadikan sebagai komoditas ekspor dalam bentuk LNG dan gas pipa sebesar 1,2 juta MMSCF. Persentase ekspor (melalui pipa maupun LNG) terhadap total produksi gas bumi menurun dari 50% pada tahun 2009 menjadi 40% pada tahun 2018. (outlook energi Indonesia 2019)



Sumber: HEESI, 2018

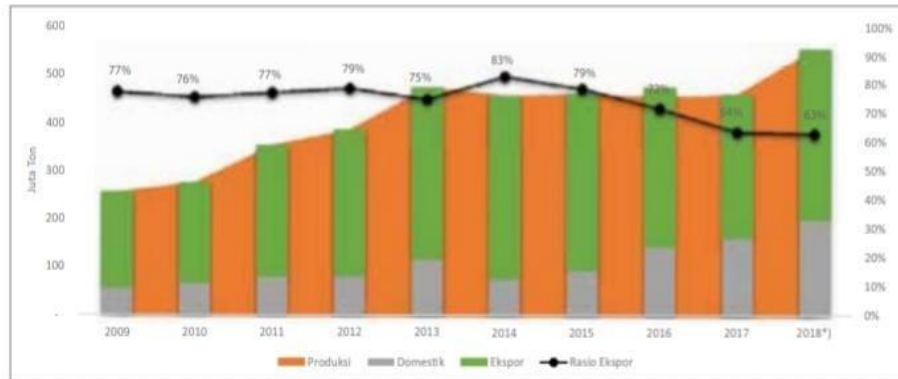
Gambar 2.2 perkembangan produksi dan ekspor gas bumi.

3. Batubara

Perkembangan produksi batubara periode tahun 2009-2018 mengalami peningkatan yang cukup besar, dengan capaian produksi pada tahun 2018 sebesar 557 juta ton. Dari total produksi tersebut, porsi ekspor batubara mencapai 357 juta ton (63%) dan sebagian besar digunakan untuk memenuhi permintaan China dan India. Tingginya angka ekspor batubara Indonesia menjadikan Indonesia sebagai salah satu eksportir batubara terbesar di dunia selain Australia.

Sementara itu konsumsi batubara dalam negeri mencapai 115 juta ton atau lebih kecil dari target konsumsi batubara domestik sebesar 121 juta ton. Salah satu faktor yang menyebabkan lebih rendahnya realisasi konsumsi batubara adalah pengoperasian beberapa Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) program 35.000 MW tidak sesuai dengan rencana dan terdapat beberapa kegiatan industri yang mengalami penurunan. Gambaran produksi, konsumsi dan ekspor batubara dalam 10 tahun terakhir. Sementara itu konsumsi batubara dalam negeri mencapai 115 juta ton atau lebih kecil dari target konsumsi batubara domestik sebesar 121 juta ton. Salah satu faktor yang menyebabkan lebih rendahnya realisasi konsumsi batubara adalah pengoperasian beberapa Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) program 35.000

MW tidak sesuai dengan rencana dan terdapat beberapa kegiatan industri yang mengalami penurunan. Gambaran produksi, konsumsi dan ekspor batubara dalam 10 tahun terakhir dapat dilihat pada Gambar 2.3. (Tim Sekretaris Jenderal Dewan Energi Nasional, 2019).



Sumber: HEESI, 2018

Gambar 2.3 realisasi produksi dan perkembangan ekspor batu bara.

2.4.2 Energi Terbarukan

Sumber energi terbarukan (renewable) didefinisikan sebagai sumber energi yang dapat dengan cepat diisi kembali oleh alam. Energi terbarukan bersifat ramah lingkungan, aman, dan terjangkau masyarakat. Penggunaan energi terbarukan lebih ramah lingkungan karena mampu mengurangi pencemaran lingkungan dan kerusakan lingkungan dibandingkan dengan energi tak terbarukan. Adapun contoh dari energi terbarukan adalah sebagai berikut: (Yuniarti & Prianto, 2010) (Wijanto, Harsono, Renandy, Septian, & Sutanto, 2018)

1. Angin

Angin merupakan salah satu sumber energi yang terbarukan. Selama bumi ini masih ada, maka angin akan tetap ada selamanya karena ketersediaannya terbatas. Angin seringkali dimanfaatkan dalam teknologi kincir angin, khususnya di negara dengan intensitas angin yang tinggi. Angin ini akan mendorong turbin dari kincir angin yang dapat menghasilkan energi listrik.

2. Matahari

Matahari merupakan sumber energi paling penting dalam kehidupan manusia. Sumber energi panas dari matahari juga banyak digunakan untuk berbagai macam aktivitas, seperti fotosintesis buatan, listrik tenaga surya, dan sebagainya.

3. Panas Bumi

Sumber energi panas bumi atau geothermal merupakan energi panas dari kerak bumi. Energi geothermal diperoleh akibat peluruhan radioaktif dan juga pelepasan kalor atau panas secara terus-menerus di dalam bumi.

4. *Biofuel*

Biofuel merupakan bahan bakar yang dihasilkan dari bahan-bahan organik. Sumber dari energi terbarukan ini adalah tanaman yang memiliki kandungan gula tinggi, seperti tebu dan sorgum, serta tanaman yang memiliki kandungan minyak nabati tinggi, seperti kelapa sawit, ganggang, dan jarak.

5. Air

Energi air juga merupakan energi alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil. Sumber energi ini didapatkan dengan memanfaatkan energi potensial dan energi kinetik yang dimiliki oleh air.

6. Biomassa

Biomassa merupakan energi terbarukan yang mengacu pada bahan biologis yang berasal dari organisme yang masih hidup ataupun yang belum lama mati. (Wijanto et al., 2018) (Yuniarti & Prianto, 2010)

2.4.3 Energi Angin

Udara yang bergerak disebut sebagai angin. Arah gerakan angin dapat dilihat jelas apabila anda melepas balon, atau kapuk kapas yang terurai. Saat anda meniup balon, anda memasukkan udara sehingga balon itu bertekanan tinggi. (Sukandarrumidi, Herry Zadrak Kotta, 2015)

Energi angin dapat dikatakan sebagai bentuk lain dari energi matahari, hal ini karena angin terbentuk dari perbedaan tekanan udara akibat proses pemanasan permukaan

bumi oleh matahari yang tidak merata. Saat ini energi angin juga dikenal sebagai energi terbarukan yang pemanfaatannya di Indonesia belum maksimal, salah satu kendalanya adalah informasi mengenai potensi energi angin yang minim untuk keseluruhan wilayah Indonesia (P Dida, Suparman, & Widhiyanuriyawan, 2016).

Energi angin dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan misalnya pemompaan air untuk irigasi, pembangkit listrik, pengering atau pencacah hasil panen, aerasi tambak ikan/udang, pendingin ikan pada perahu-perahu nelayan dan lain-lain. Di tengah potensi angin yang melimpah di kawasan pesisir Indonesia, total kapasitas terpasang dalam sistem konvergensi energi angin saat ini kurang dari 800 MW. Di seluruh Indonesia, 5 unit kincir angin pembangkit berkapasitas masing-masing 80 KW sudah dibangun (Sembiring, 2018).

2.4.4 Turbin Angin

Turbin angin adalah alat yang digunakan untuk mengubah energi angin menjadi energi gerak putar generator untuk menghasilkan listrik. Energi ini berupa energi kinetik yang terkandung pada aliran udara yang menyentuh dan menyebabkan sudu rotor berputar secara radial. Poros yang terdapat pada sudu rotor terhubung dengan poros generator, sehingga jika sudu rotor berputar, maka poros generator juga ikut berputar dan menghasilkan energi listrik. Menurut arah sumbu aliran udara, turbin angin terbagi menjadi dua: turbin angin sumbu vertikal dan turbin angin sumbu horizontal. Turbin angin sumbu vertical memanfaatkan efek magnus, yaitu selisih antara gaya drag pada kedua sisi sudu sehingga menghasilkan momen gaya terhadap sumbu putar rotor. Sedangkan turbin angin sumbu horizontal memanfaatkan gaya lift untuk memutar sudunya. Oleh karenanya, putaran dan energi yang dihasilkan turbin angin sumbu horizontal lebih besar dari pada turbin angin sumbu vertical (Sucipto, 2008).

Menurut Sucipto (2008) besarnya energi yang dihasilkan oleh turbin angin bergantung pada jumlah dan desain sudu yang dibuat. Sudu dengan jumlah 3 buah memiliki nilai koefisien daya lebih besar dari pada sudu dengan jumlah 2 buah untuk

besaran tip speed ratio 7. Selain itu, desain sudu harus memperhatikan lebar dan ketebalan sudu untuk mendapatkan putaran sudu dan daya yang optimal.

2.4.4.1 Jenis Turbin Angin

Sistem Konversi Energi Angin (SKEA) yang kita kenal adalah dua turbin angin pada umumnya yaitu turbin angin poros horizontal dan turbin angin poros vertikal merupakan salah satu jenis energi terbarukan yang memanfaatkan angin sebagai energi pembangkitnya. Karena angin terdapat dimana-mana sehingga mudah untuk didapatkan serta tidak membutuhkan biaya yang banyak. Karena listrik tidak dihasilkan langsung oleh alam maka untuk memanfaatkan energi angin ini diperlukan sebuah alat yang bekerja dan menghasilkan energi listrik. Diantaranya Alat yang digunakan adalah kincir angin. Kincir angin ini akan menangkap angin dan akan menggerakkan generator yang nantinya akan menghasilkan energi listrik (Aryanto, Mara, & Nuarsa, 2013) (Darmawan & Pratiwi, 2020)

1. Turbin angin poros horizontal

Turbin angin yang banyak digunakan saat ini adalah poros horizontal (TAPH). Jenis turbin angin poros horizontal yang memiliki unjuk kerja yang lebih baik adalah rotor sudut tipe propeller. Jenis rotor propeller dengan sudu multi blade bekerja optimum pada kecepatan angin yang relatif rendah. Kelebihan dari turbin angin poros horizontal (TAPH) adalah memiliki efisiensi yang lebih tinggi, karena sudu selalu bergerak tegak lurus terhadap angin dan menerima daya sepanjang putaran. Pemanfaatannya yang umum sekarang sudah digunakan adalah untuk memompa air dan pembangkit listrik tenaga angin. (Ali, 2017) (Darmawan & Pratiwi, 2020)



Gambar 2.4 kincir angin poros horizontal

<https://images.app.goo.gl/GXCD1sUBTyFjonCA7>

▪ *Kelebihan Turbin Angin Poros Horizontal*

Dasar menara yang tinggi membolehkan akses ke angin yang lebih kuat di tempat-tempat yang memiliki geseran angin (perbedaan antara laju dan arah angin antara dua titik yang jaraknya relatif dekat di dalam atmosfer bumi. Di sejumlah lokasi geseran angin, setiap sepuluh meter ke atas, kecepatan angin meningkat sebesar 20%.

▪ *Kelemahan Turbin Angin Poros Horizontal*

- Menara yang tinggi serta bilah yang panjangnya bisa mencapai 90 meter sulit diangkut. Diperkirakan besar biaya transportasi bisa mencapai 20% dari seluruh biaya peralatan turbin angin.
- Konstruksi menara yang besar dibutuhkan untuk menyangga bilah- bilah yang berat, gearbox, dan generator.
- Turbin Angin Sumbu Horizontal yang tinggi bisa memengaruhi radar airport.
- Ukurannya yang tinggi merintangai jangkauan pandangan dan mengganggu penampilan lansekap.
- Berbagai varian downwind menderita kerusakan struktur yang disebabkan oleh turbulensi.

- Turbin Angin Sumbu Horizontal membutuhkan mekanisme control (Multazam & Mulkan, 2019).

2. Turbin angin poros vertical

Turbin angin vertikal memiliki Self Starting yang baik sehingga mampu memutar rotor walaupun kecepatan angin rendah, selain itu torsi yang dihasilkan relatif tinggi. Selain itu juga kelebihan dari turbin angin sumbu vertikal yaitu dapat berputar secara efektif dengan dorongan angin dari segala arah, sehingga sangat cocok untuk daerah yang arah anginnya bervariasi.



Gambar 2.5 kincir angin poros vertical

<https://images.app.goo.gl/Ma4XApdb3kHNaVk59>

- *Kelebihan turbin angin poros vertical*
 - turbin angin tidak memerlukan perawatan yang ekstra. Sehingga tidak membutuhkan biaya yang lebih banyak untuk merawatnya.
 - turbin angin juga sangat mudah dirawat karena letaknya yang dekat dengan tanah.
 - Turbin angin ini memiliki kecepatan stratum angin rendah dibandingkan dengan turbin horizontal.
- *Kekurangan turbin angin poros vertical*
 - Memiliki penurunan efisiensi. Jika dibandingkan dengan turbin angin poros horizontal, turbin angin poros vertikal memiliki penurunan efisiensi. Hal ini

dikarenakan adanya hambatan tambahan yang mereka miliki sebagai pisau memutar ke angin.

- Memiliki kecepatan angin yang rendah. Yang kedua adalah jenis turbin ini memiliki kecepatan angin yang rendah. Karena turbin angin poros vertikal memiliki rotor dekat dengan tanah.(Alit, Nurchayati, & Pamuji, 2016)

2.5 Kebutuhan Listrik Rumah Tangga

Seiring perkembangan zaman dan meningkatnya kegiatan perekonomian masyarakat dalam berbagai sektor tentunya kebutuhan dan intensitas penggunaan energi listrik akan mengalami peningkatan. Energi listrik telah menjadi kebutuhan pokok bagi masyarakat, hal ini dikarenakan hampir semua aktifitas kehidupan masyarakat menggunakan listrik sebagai sumber energi utama.

Ketersediaan energi listrik merupakan aspek yang sangat penting karena menyangkut kebutuhan hidup orang banyak bahkan menjadi suatu parameter keberhasilan pembangunan suatu daerah. Seiring pertumbuhan perekonomian suatu daerah serta meningkatnya gaya hidup masyarakat tentunya berdampak pada peningkatan jumlah konsumsi energi listrik. Hal ini memicu terjadinya pemadaman listrik akibat dari kurangnya ketersediaan energi listrik yang ada dengan jumlah konsumsi energi listrik dari pelanggan yang semakin meningkat tiap tahunnya.(Nazer & Handra, 2016)

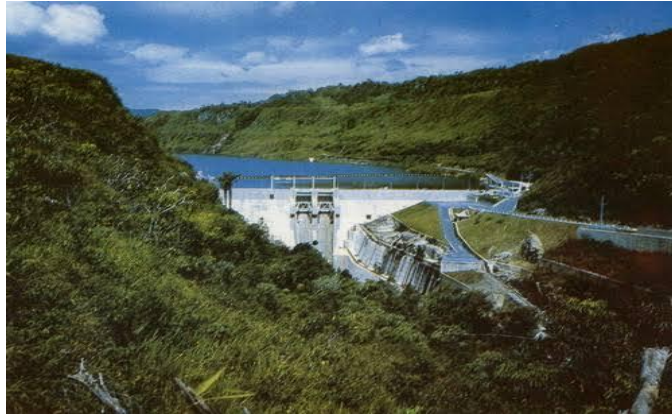
Konsumen disini terdiri dari beberapa sektor dengan didominasi pada sektor rumah tangga dengan pangsa lebih dari 41%. Selain itu sektor industri dengan pangsa 34% dan sektor komersil 24%. Maka bisa terlihat kemungkinan besar terjadi pemborosan ini pada sektor rumah tangga. (Suryaningsih, Hidayat, & Abid, 2016)

2.5.1 Sumber Energi Listrik Rumah Tangga

Energi listrik merupakan suatu kebutuhan penting bagi manusia dan penggunaan energi listrik yang cukup banyak terdapat pada sektor rumah tangga.(Suryaningsih et al., 2016) (Yuniarti & Prianto, 2010)

1. PLTA

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah suatu pembangkitan energi listrik dengan mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik oleh turbin dan dirubah lagi menjadi energi listrik oleh generator dengan memanfaatkan ketinggian dan kecepatan air. (Aditya & Suryani, 2018) (Yuniarti & Prianto, 2010)



Gambar 2.6 PLTA

<https://images.app.goo.gl/etD3AdbHYWvxYTobA>

2. PLTU

Pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) adalah pembangkit yang mengandalkan energi kinetic dari uap untuk menghasilkan energi listrik.



Gambar 2.7 PLTU

<https://images.app.goo.gl/aEawMGseYYCaAp9EA>

3. PLTS

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah pembangkit listrik yang mengubah energi surya menjadi energi listrik.



Gambar 2.8 PLTS

<https://images.app.goo.gl/DFRVrqQPCJtn1cydA>

4. PLTD

Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) ialah Pembangkit listrik yang menggunakan mesin diesel sebagai prime mover. Prime mover merupakan peralatan yang mempunyai fungsi menghasilkan energi mekanis yang diperlukan untuk memutar rotor generator. PLTD merupakan suatu instalasi pembangkit listrik yang terdiri dari suatu unit pembangkit dan sarana pembangkitan. Pada mesin Diesel Energi Bahan bakar diubah menjadi energi mekanik dengan proses pembakaran di dalam mesin itu sendiri.



Gambar 2.9 PLTD

<https://images.app.goo.gl/uB991ekR1FepQDTc6>

5. PLTG

Pembangkit listrik tenaga gas (PLTG) merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan gas untuk memutar turbin dan generator. Turbin dan generator adalah dua benda dengan satu poros yang sama. Jadi, jika turbin berputar, secara otomatis generator pun ikut berputar. Dan jika generator berputar, maka generator akan menghasilkan beda potensial pada medan magnetnya yang akan menghasilkan energi listrik.



Gambar 2.10 PLTG

<https://images.app.goo.gl/orbyCAmXk7CrmW2u8>

6. PLTB

Pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) di Indonesia merupakan negara kepulauan dan berada di Kawasan tropis, sinar matahari di pancarkan pada siang rata-rata 12 jam sepanjang tahun. Perubahan suhu dan tekanan udara di atmosfer yang silih berganti menghasilkan Gerakan angin yang cukup potensial sebagai sumber daya energi pembangkit listrik tenaga angin, yang sering di sebut juga istilah pembangkit listrik tenaga bayu disingkat PLTB (Sukandarrumidi, Herry Zadrak Kotta, 2015)



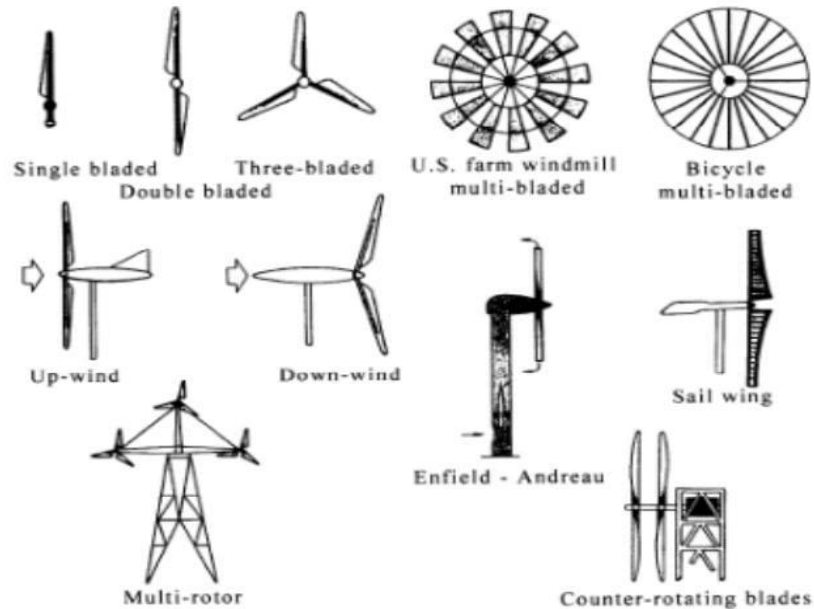
Gambar 2.11 PLTB

<https://images.app.goo.gl/H3hQkLX8ZTr4T5F47>

2.6. Desain Dan Spesifikasi Turbin Angin Untuk Rumah Tangga

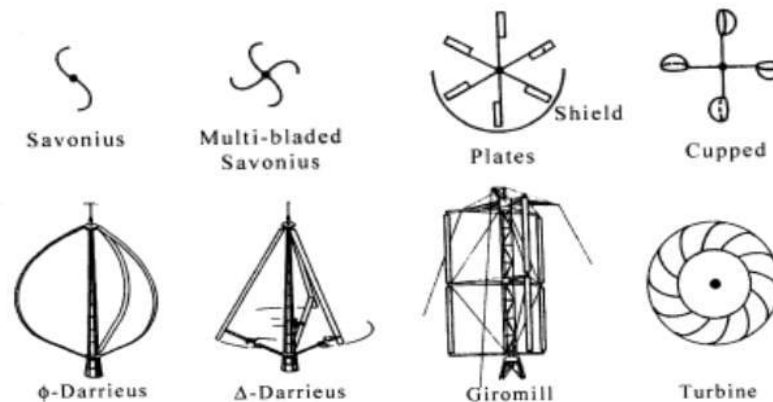
Horizontal axis wind turbine (HAWT) merupakan turbin yang poros utamanya berputar menyesuaikan arah angin. Agar rotor dapat berputardengan baik, arah angin harus sejajar dengan poros turbin dan tegak lurus terhadap arah putaran rotor. Biasanya turbin jenis ini memiliki blade berbentuk airfoil seperti bentuk sayap pada pesawat. Secara umum semakin banyak jumlah blade, semakin tinggi putaran turbin. Setiap desain rotor mempunyai kelebihan dan kekurangan. Kelebihan turbin jenis ini, yaitu memiliki efisiensi yang tinggi, dan cut-in wind speed rendah. Kekurangannya, yaitu turbin jenis ini memiliki desain yang lebih rumit karena rotor hanya dapat

menangkap angin dari satu arah sehingga dibutuhkan pengarah angin. Macam-macam desain turbin angin HAWT. (Nakhoda & Saleh, 2017)



Gambar 2.12 Macam-macam desain turbin angin HAWT.

Vertical Axis Wind Turbine (VAWT) merupakan turbin angin sumbu tegak yang gerakan poros dan rotor sejajar dengan arah angin, sehingga rotor dapat berputar pada semua arah angin. Ada tiga tipe rotor pada turbin angin jenis ini, yaitu: Savonius, Darrieus, dan H rotor. Turbin Savonius memanfaatkan gaya drag sedangkan Darrieus dan H rotor memanfaatkan gaya lift. Sama halnya seperti HAWT, VAWT juga mempunyai beberapa kelebihan dan kekurangan. Kelebihannya, yaitu memiliki torsi tinggi sehingga dapat berputar pada kecepatan angin rendah, dinamo atau generator dapat ditempatkan di bagian bawah turbin sehingga mempermudah perawatan, tidak bising, dan kerja turbin tidak dipengaruhi arah angin. Kekurangannya yaitu kecepatan angin di bagian bawah sangat rendah sehingga apabila tidak memakai tower akan menghasilkan putaran yang rendah, dan efisiensi lebih rendah dibandingkan HAWT. VAWT awalnya lebih berkembang untuk konversi energi mekanik, tetapi seiring dengan perkembangan desain, turbin tipe ini banyak digunakan untuk konversi energi listrik skala kecil. Gambar dibawah menunjukkan macam-macam desain kincir angin VAWT .(Nakhoda & Saleh, 2017)



Gambar 2.13 macam-macam desain turbin angin VAWT.

2.7. Pembuatan Part, Komponen dan Produk Turbin Angin

a. Pembuatan Part Turbin Angin

- 1) Mempersiapkan peralatan dan bahan yang akan dirakit.
- 2) Mengecat kerangka turbin.
- 3) Memasang poros turbin pada kerangka turbin, kemudian dibaut pada bagian bawah poros.
- 4) Memasang lengan dengan sudu turbin dengan baut M-10.
- 5) Memasang lengan yang sudah terpasang dengan sudu pada poros turbin, dengan cara di shock terlebih dahulu dan di baut M-12.
- 6) Memasang generator di atas roda gigi dengan cara mengunci dengan mur-baut M-12 dan M14.

b. Komponen dan produk turbi angin

1. Poros Dengan potongan besi profil bulat pejal yang sesuai ukuran dan jenis bahan St 60 kemudian menggunakan mesin bubut, besi profil bulat tersebut dipasang ke dalam ragum mesin bubut tersebut. Setelah terpasang, mesin bubut dihidupkan dengan putaran rendah kemudian diatur putaran benda kerja sehingga putaran ragum mesin bubut bisa center terhadap benda kerja. Setelah itu dipasang pahat ke dalam rumah pahat secara center. Dengan

mengatur kecepatan mesin bubut yang sesuai, kemudian besi profil bulat tersebut dibubut dengan arah memanjang (dikurangi diameternya) sampai diameter yang dikehendaki dengan memberi toleransi agar diameter poros tersebut dapat masuk ke dalam lubang bantalan yang direncanakan. Setelah diameter yang diinginkan sesuai maka mesin bubut dimatikan, kemudian benda kerja yang ada ragam dilepas dengan menggunakan kunci shock.

2. Sudu Pertama membuat mal dengan ukuran yang telah ditentukan. Bahan yang akan di mal yaitu aluminium dengan cara menggambar di atas bahan sudu sesuai ukuran mal. Kemudian dilakukan pemotongan aluminium dengan menggunakan gunting plat. Setelah dilakukan pemotongan dilanjutkan membuat kelengkungan dengan mengikat ujungujung sudu menggunakan kawat sesuai ukuran yang telah ditentukan. Sudu yang telah jadi, diperkuat dengan membuat kerangka yang ditempelkan pada belakang sudu menggunakan besi plat.
3. Lengan Sudu Memotong lengan sudu yang terbuat dari besi bulat untuk pemegang sudu yang diinginkan. Lengan sudu yang dibuat berjumlah 18 buah. Pertama lengan sudu dibengkokkan sesuai ukuran yang diinginkan, kemudian dibor untuk penyambungan dengan sudu. Lubang tersebut berjumlah 2 buah pada setiap sudunya dengan diameter 6,5 mm.
4. Bantalan (bearing) Bantalan yang digunakan terdapat 2 buah yaitu bantalan poros sudu dan bantalan poros roda gigi.
5. Roda gigi (gear) Jenis roda gigi yang dibuat adalah roda gigi spurs. Pertama membuat poros gear dengan dibubut sesuai diameter gear yang berjumlah 4 buah, kemudian poros dan gear dilas agar dapat menyatu. Poros yang sudah terpasang dengan gear tersebut pada bagian atas dan bawahnya dipasang bearing yang diinginkan. Setelah itu, memasang gear yang berjumlah 4 buah tersebut pada besi plat dengan di las. Besi plat tersebut berfungsi untuk rumah gear.

BAB 3 METODE PEMBUATAN

3.1 Tempat Dan Waktu

3.1.1 Tempat

Pembuatan turbin angin horizontal ini dilakukan dilaboratorium Proses Produksi Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

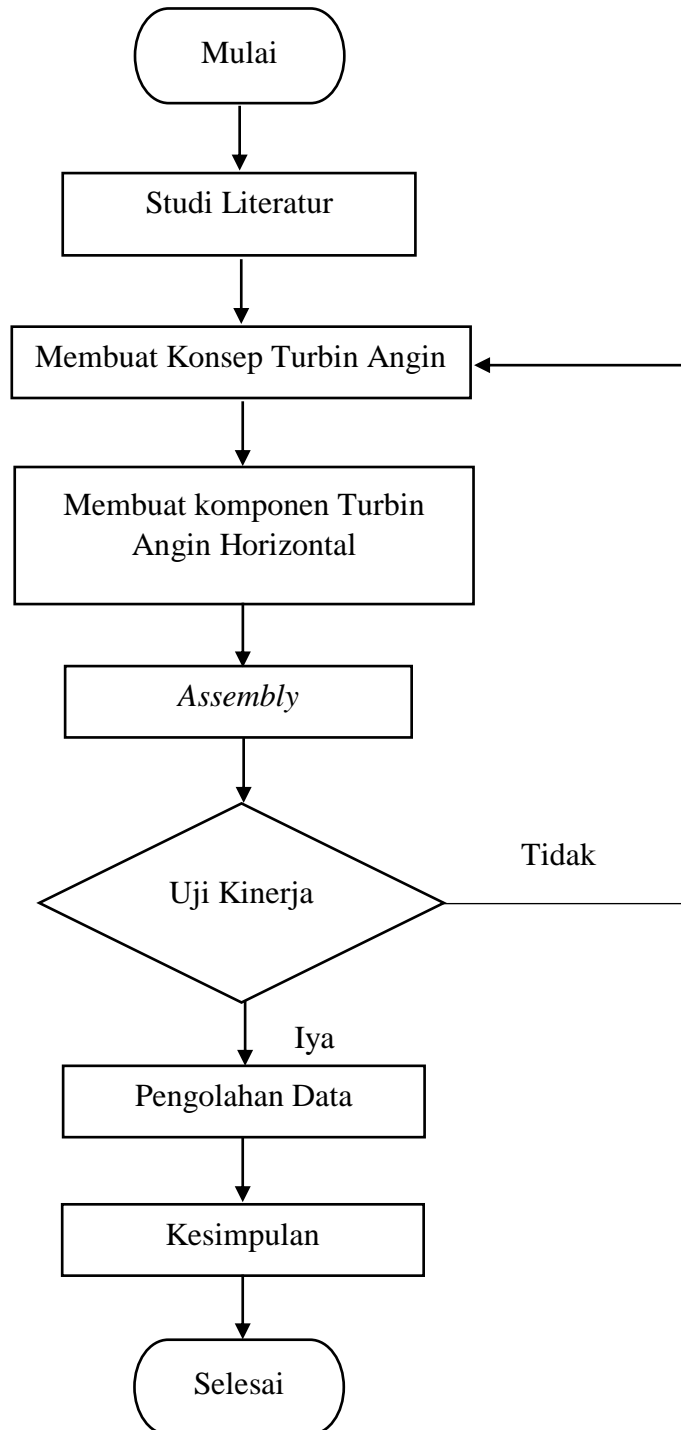
3.1.2 Waktu

Untuk menyelesaikan penelitian turbin angin vertikal ini dibutuhkan waktu selama 6 bulan, terhitung dari disahkannya pengajuan judul oleh Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara sampai selesai.

Tabel 3.1: Jadwal Pelaksanaan

No	Kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan Judul						
2	Studi Literatur						
3	Penulisan BAB 1 s/d BAB 5						
4	Seminar Proposal						
5	Membuat Desain Turbin Angin						
6	Pembuatan Turbin Angin						
7	Pengujian Kinerja Turbin Angin						
8	Seminar Hasil						

3.2 Diagram Aliran Pembuatan



Gambar 3.1 Diagram Alir

3.3 Bahan Dan Alat Yang Digunakan

3.3.1 Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada pembuatan turbin angin vertikal sebagai berikut:

1. Aluminium.

Aluminium merupakan bahan utama dalam pembuatan bilah/*blade* turbin angin.



Gambar 3.2 Alumunium

2. Pipa Besi.

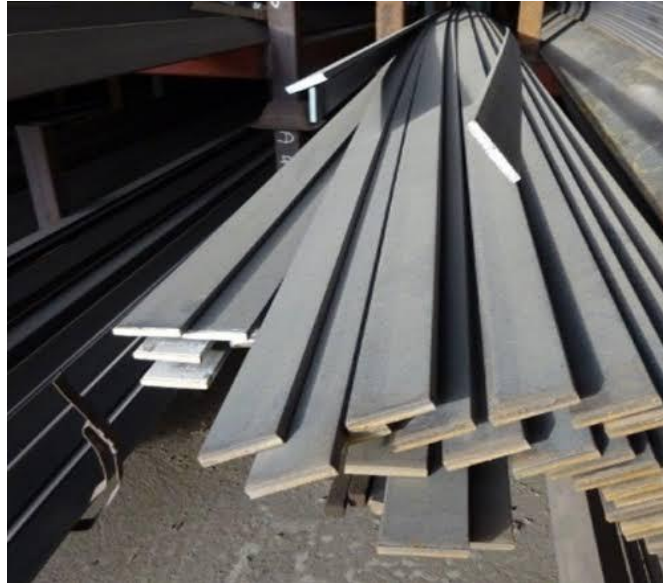
Pipa besi digunakan Sebagai bahan untuk membuat tiang atau tower pada turbin angin horozontal.



Gambar 3.3 Pipa Besi

3. Besi Baja

Besi baja ini digunakan untuk membuat penopang atau kaki pada tiang atau tower turbin angin horizontal.



Gambar 3.4 Besi Baja

4. Bearing

Bearing digunakan untuk mempermudah gerak putar poros serta menjaga poros tidak bergesekan dengan rumah generator atau *cassing*.



Gambar 3.5 *Bearing*

5. Generator.

Generator pada pembuatan turbin angin horizontal ini berfungsi untuk mengubah gerak mekanik menjadi energi listrik.



Gambar 3.6 Generator

6. Baut dan mur.

Baut dan mur dalam pembuatan turbin angin horizontal ini digunakan untuk menggabungkan komponen secara non permanen.



Gambar 3.7 Baut dan Mur

7. Lampu LED.

Lampu LED ini digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi cahaya.



Gambar 3.8 Lampu LED

3.3.2 Alat

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan turbin angin horizontal ini adalah sebagai berikut:

1. Mesin las listrik dan perlengkapannya.

Mesin las listrik berfungsi untuk menyambung komponen turbin angin dengan cara dipanaskan.



Gambar 3.9 Mesin Las

2. Mesin bor.

Mesin bor berfungsi untuk melubangi benda atau bidang tertentu pada komponen turbin angin.



Gambar 3.10 Mesin Bor

3. Mesin bubut.

Mesin bubut berfungsi untuk memproduksi benda-benda berpenampang silindris, seperti poros.



Gambar 3.11 Mesin Bubut

4. Mesin gerinda.

Mesin gerinda berfungsi untuk memotong serta menghaluskan atau merapikan hasil dari proses pengelasan pada turbin angin.



Gambar 3.12 Mesin Gerinda

5. Palu

Palu berfungsi untuk memberikan tumbukan saat pembuatan bila/*blade*



Gambar 3.13 Palu

6. Rol Meter.

Rol meter berfungsi untuk mengukur ukuran dari dimensi komponen yang akan dibuat



Gambar 3.14 Rol Meter

7. Mistar Baja.

Minstar baja berfungsi untuk mengukur tebal, lebar, serta memeriksa kerataan suatu permukaan benda kerja.



Gambar 3.15 Mistar Baja

8. Gergaji besi.

Gergaji besi berfungsi untuk memotong bahan komponen yang telah diukur.



Gambar 3.16 gergaji besi

9. Kunci Ring.

Kunci ring berfungsi untuk mengencangkan dan merenggangkan baut dan mur.



Gambar 3.17 Kunci Ring

10. Kunci pas.

Kunci pas berfungsi untuk mengencangkan atau mengendurkan baut dan mur.



Gambar 3.18 kunci pas

11. Tang.

Tang berfungsi untuk menjepit benda kerja.



Gambar 3.19 tang

12. Cat

Cat berfungsi Untuk memberi warna serta melapisi permukaan besi agar terhindar korosi.



Gambar 3.20 cat

3.4. Rancangan Turbin Angin

Rancangan turbin angin dibuat menggunakan *software solidwork 2017* yang didesain oleh saudara Tria Utama Meurexa. Gambar 3.21 merupakan hasil desain rancangan turbin angin.



Gambar 3.21. Rancangan Turbin Angin

3.5. Prosedur Penelitian

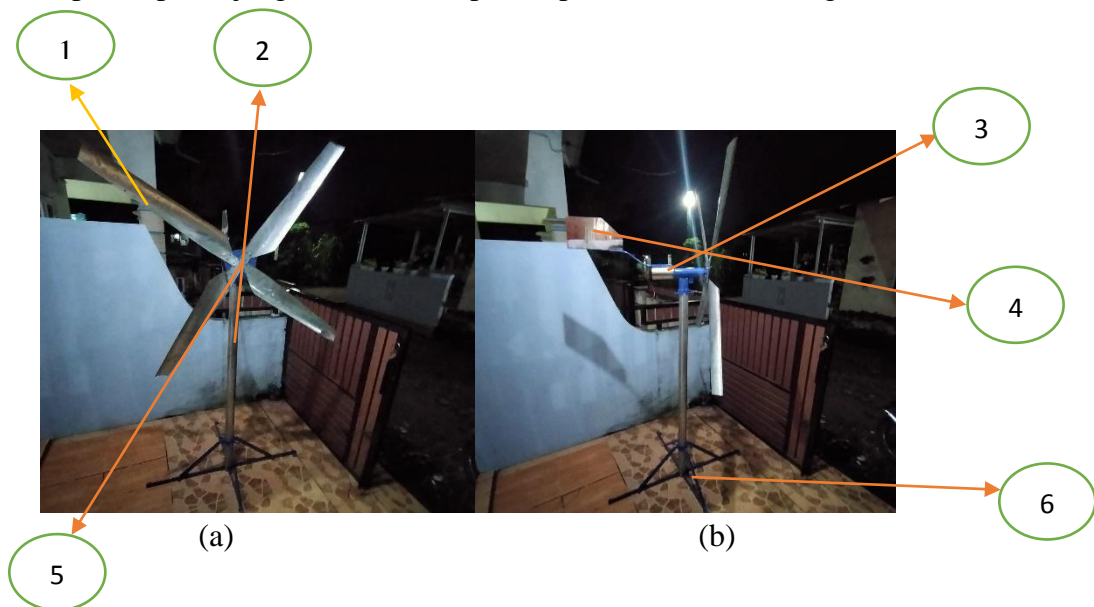
Dalam melakukan penelitian pada turbin angin ini, adapun langkah-langkah prosedur penelitian ssebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat dan bahan.
2. Mengukur besi baja sesuai ukuran yang telah ditentukan.
3. Membuat kerangka sesuai dengan konsep yang telah disediakan.
4. Membuat bilah/*blade*.
5. Membuat dudukan blade beserta rumah generator.
6. Menyambungkan tail van dengan rumah generator.
7. Menyatukan komponen-komponen yang telah dibuat.
8. Membersihkan peralatan yang telah di gunakan.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pembuatan Turbin Angin

Dari hasil pembuatan turbin angin horizontal, turbin angin ini menggunakan generator sebagai alat pengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Dengan demikian mekanisme turbin angin ini menggunakan kecepatan putaran pada poros utama untuk menggerakkan generator. Perencanaan bagian-bagian komponen merupakan penunjang utama dalam proses pembuatan turbin angin.



Gambar 4.1 (a) tampak depan (b) tampak samping hasil pembuatan turbin angin.

Adapun bagian-bagian dari gambar di atas adalah:

1. Bilah/*Blade*
berfungsi untuk mengubah energi gerak kinetik angin menjadi energi mekanik pada generator.
2. Tiang Kincir Angin
bertujuan untuk menyeimbangkan beban pada turbin angin horizontal.

3. *Casing*

berfungsi untuk melindungi generator dari korosi atau sebagai rumah generator dan tempat dilekatkannya penggerak arah (*tail van*).

4. *Tail Van*

berfungsi untuk mengetahui arah gerak mata angin.

5. Dudukan Bilah Atau *Blade*

berfungsi sebagai tempat dudukan deretan bilah / blade dan bagian turbin yang berputar.

6. Penyangga Tiang

bertujuan untuk menjaga tiang supaya tetap tegak dan lebih kokoh sehingga tidak tumbang.

4.2 Prosedur pembuatan

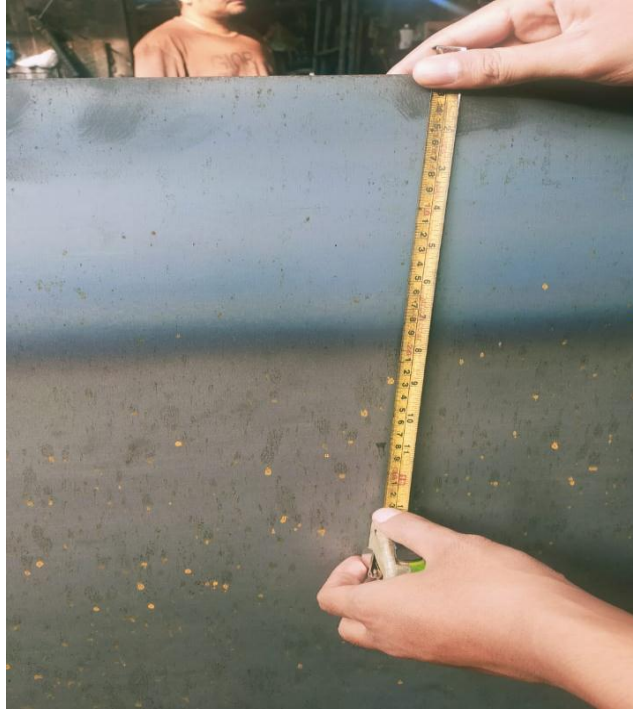
1. mempersiapkan alat dan bahan



Gambar 4.2 mempersiapkan alat dan bahan.

2. mengukur besi baja sesuai ukuran yang telah ditentukan

Dengan ukuran P 600 mm x L 120 mm



Gambar 4.3 mengukur besi baja sesuai ukuran yang telah ditentukan.

3. membuat kerangka sesuai dengan konsep yang telah disediakan

Dengan ukuran diameter 54 mm T 150 cm L 100 cm



Gambar 4.4 membuat kerangka sesuai dengan konsep yang telah disediakan.

4. membuat bilah atau blade

Dengan ukuran P 75 cm x L 12 cm



Gambar 4.5 membuat bilah atau blade.

5. menyambungkan tail van dengan rumah generator

Dengan ukuran ketebalan 3 mm dan diameter 200 mm



Gambar 4.6 menyambungkan tail van dengan rumah generator.

6. menyambungkan tail van dengan rumah generator

Dengan ukuran diameter 100 mm



Gambar 4.7 menyambungkan tail van dengan rumah generator.

7. menyatukan komponen-komponen yang telah dibuat

Setelah semua komponen dibuat maka pada tahapan ini dilakukan penyambungan komponen satu sama lain untuk menghasilkan produk.



Gambar 4.8 menyatukan komponen-komponen yang telah dibuat.

8. membersihkan peralatan dan pengecatan alat

Dilakukan agar terhindar dari korosi.



Gambar 4.9 membersihkan peralatan dan pengecatan alat.

4.3 prosedur pengujian

1. tegangan yang dihasilkan turbin angin



Gambar 4.10 tegangan yang dihasilkan turbin angin

2. kecepatan angin untuk memutar turbin



Gambar 4.11 kecepatan angin untuk memutar turbin

4.3 Daftar Komponen

Didalam membangun pembuatan turbin angin horizontal dengan kapasitas 30 watt untuk membantu keperluan rumah tangga ini ada beberapa komponen yang dapat digunakan dalam pembuatan alat seperti pada tabel 4.1 di bawah ini.



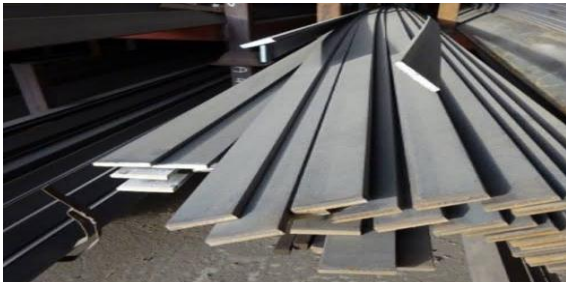
Table 4.1 Daftar Komponen Yang Digunakan

No	Material	Kuantitas
1	Pipa besi	1 batang
2	Besi baja	1 batang
3	Plat <i>stain less stell</i>	0,5 mm
4	Poros	1 buah
5	Lampu LED	1 buah
6	Cat minyak	1 buah
7	Kuas	1 buah
8	Baut dan mur	
9	Bearing	2 buah
10	Batu gerinda potong	1 buah
11	Batu gerinda halus	1 buah
12	Kawat las	1 kotak
13	Mata bor	1 buah
14	Spidol	1 buah

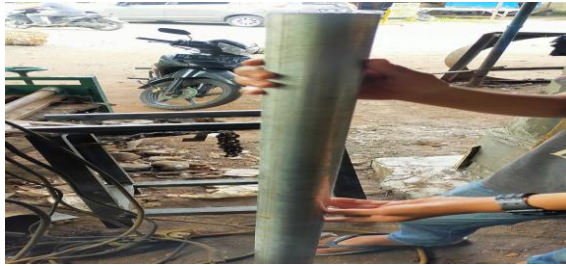
15	Tachometer	1 buah
16	Anemometer	1 buah
17	Multitester	1 buah
18	Generator	1 buah

4.4. Komponen Pembuatan Turbin Angin Horizontal

Tabel 4.2 Komponen Turbin Angin Horizontal

No	Gambar	Keterangan
1		Generator Spesifikasi 30 watt
2		<i>Bearing</i> Spesifikasi 625
3		Besi Baja Spesifikasi 6 mm x 7,5 cm x 6 m

4



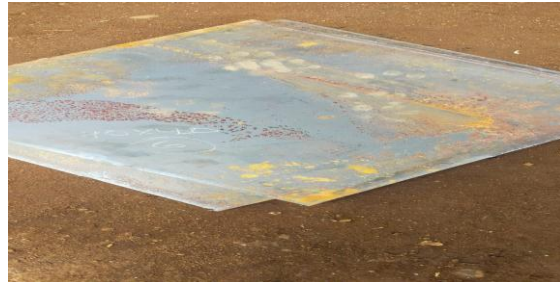
Pipa Besi
Berdiameter 54 mm

5



Baut Dan Mur
Segi 6

6



Alumunium

7



Lampu LED

8



Cat
Nippon pain

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Dari hasil pembuatan alat turbin angin horizontal untuk membantu keperluan rumah tangga ini yaitu membuat alat turbin angin sampai menjadi produk turbin angin sederhana dibuktikan dengan hidupnya lampu.

2. Pemilihan konsep pembuatan alat turbin angin horizontal dengan kapasitas 30watt untuk membantu keperluan rumah tangga ini adalah konsep penyambungan dengan baut, selain mudah bongkar pasang, alat penyambungan dengan baut lebih simple dalam pembuatan

5.2. Saran

Saya berharap agar alat turbin angin horizontal dengan kapasitas 30watt untuk membantu keperluan rumah tangga ini agar dikembangkan oleh mahasiswa sesudah saya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, A., & Suryani, E. (2018). Aplikasi Model Sistem Dinamik Untuk Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Air Dalam Rangka Memenuhi Kebutuhan Supply Dan Demand Energi Listrik Di Kepulauan. (*JPIT*)*Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 03(01), 7–14.
- Ali, I. (2017). Rancang Bangun dan Pengujian Rotor Turbin Angin dengan Sudu Uniform dan Mixed Airfoil Pada Beberapa Variasi Sudut Serang. *Publikasi Ilmiah*.
- Alit, I. B., Nurchayati, N., & Pamuji, S. H. (2016). Turbin angin poros vertikal tipe Savonius bertingkat dengan variasi posisi sudut. *Dinamika Teknik Mesin*, 6(2), 107–112. <https://doi.org/10.29303/d.v6i2.13>
- Aryanto, F., Mara, I. M., & Nuarsa, M. (2013). Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Poros Horizontal. *Dinamika Teknik Mesin*, 3(1), 50–59.
- Darmawan, A. S., & Pratiwi, D. (2020). Rancang Bangun Turbin Angin Sudu Flat Poros Horizontal Dengan Variasi Perbandingan Luas Celah Air Exit Guna Meningkatkan Kinerja PLTB. *Eksergi*, 15(3), 126. <https://doi.org/10.32497/eksergi.v15i3.1788>
- Hakim, A. R. (2019). AUDIT ENERGI LISTRIK PADA GEDUNG FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG Tugas. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(8), 8.
- Hakimah, Y. (2019). Analisis Kebutuhan Energi Listrik Danprediksi Penambahan Pembangkit Listrik Di Sumatera Selatan. *Jurnal DESIMINASI TEKNOLOGI*, 7(2), 130–137.
- Multazam, T., & Mulkan, A. (2019). Rancang Bangun Turbin Angin Sumbu Horizontal Pada Kecepatan Angin Rendah Untuk Meningkatkan Performa Permanent Magnet Generator. *Jurnal Serambi Engineering*, 4(2), 616–624. <https://doi.org/10.32672/jse.v4i2.1446>
- Nabila, F. (2016). Menjaga Kedaulatan Energi Dengan Reformasi Kebijakan Diversifikasi Sumber Daya Energi. *Jurnal Hukum & Pembangunan*, 45(1), 145.

<https://doi.org/10.21143/jhp.vol45.no1.12>

- Nakhoda, Y. I., & Saleh, C. (2017). Rancang Bangun Kincir Angin Pembangkit Tenaga Listrik Sumbu Vertikal Savonius Portabel Menggunakan Generator Magnet Permanen. *Jurnal Inovatif*, 5(2), 19–24.
- Nazer, M., & Handra, H. (2016). Analisis Konsumsi Energi Rumah Tangga Perkotaan di Indonesia: Periode Tahun 2008 dan 2011. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan Indonesia*, 16(2), 141–153.
<https://doi.org/10.21002/jepi.v16i2.588>
- P Dida, H., Suparman, S., & Widhiyanuriyawan, D. (2016). Pemetaan Potensi Energi Angin di Perairan Indonesia Berdasarkan Data Satelit QuikScat dan WindSat. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 7(2), 95–101.
<https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2016.007.02.7>
- Padmika, M., Satriya Wibawa, I. M., & Trisnawati, N. L. P. (2017). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dengan Turbin Ventilator Sebagai Penggerak Generator. *Buletin Fisika*, 18(2), 68.
<https://doi.org/10.24843/bf.2017.v18.i02.p05>
- Pudjanarsa, A. & D. N. (2013). *Mesin Konversi Energi Edisi 3*.
- Ramadhan, F., Satria, I., Mesin, J. T., Industri, F. T., & Hatta, U. B. (2016). *Pembuatan dan pengujian kincir angin savonius tipe l sebagai sumber energi terbarukan*. (1).
- Sembiring, A. (2018). *Pemetaan Potensi Energi Angin di Sumatera Utara*.
- Sucipto. (2008). *Pembuatan Turbin Angin Aksial Sumbu Horizontal Dua Sudu Berdiameter 3,5 Meter*.
- Sukandarrumidi, Herry Zadrak Kotta, D. W. (2015). *Energi Terbarukan: konsep dasar menuju kemandirian energi*.
- Suryaningsih, S., Hidayat, S., & Abid, F. (2016). *Rancang Bangun Alat Pemantau Penggunaan Energi Listrik Rumah Tangga Berbasis Internet*. V, SNF2016-ERE-87-SNF2016-ERE-90. <https://doi.org/10.21009/0305020617>
- Tharo, Z., & Andriana, M. (2019). *Pembangkit Listrik Hybrid Tenaga Surya Dan Angin Energi Fosil Di Sumatera*. 141–144.

- Tim Sekretaris Jenderal Dewan Energi Nasional. (2019). Indonesia Energy Outlook 2019. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Wijanto, E., Harsono, B., Renandy, R., Septian, A., & Sutanto, K. (2018). Pengujian Sistem Konversi Energi Suara menjadi Energi Listrik menggunakan Piezoelektrik. *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 17(01), 59–67. <https://doi.org/10.31358/techne.v17i01.172>
- Yuniarti, N., & Prianto, E. (2010). Pengantar Pembangkit Tenaga Listrik. *Staff Site Universitas Negeri Yogyakarta*, 87. Retrieved from [http://staffnew.uny.ac.id/upload/198104152015041002/pendidikan/Buku Pembangkit Tenaga Listrik_NHY_EKO Plus Cover.pdf](http://staffnew.uny.ac.id/upload/198104152015041002/pendidikan/Buku%20Pembangkit%20Tenaga%20Listrik_NHY_EKO%20Plus%20Cover.pdf)
- Siregar A. M & C. A Siregar. (2019) Reliability Test Prototype Wind Turbine Savonius Type Helical As An Alternative Electricity Generator. *Iop Comprence Series: materials Sience And Engineering*

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Sahrudin Adha
Jenis kelamin : laki-laki
Tempat tanggal lahir : takengon, 06 april 1998
Alamat : lemah burbana
Agama : islam
e-mail : sahrudinadha165@gmail.com
No. Hp : 082285138637

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. Min 1 Bebesen Tahun 2004-2010
2. Mtsn Wih Pesam Tahun 2010-2013
3. Sma Terpadu Ahlussunnah Waljamaa'h tahun 2013-2016
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tahun 2016-2021

