

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN ROTOR TURBIN ANGIN *DARRIEUS* DENGAN KAPASITAS MAKSIMUM 300 WATT

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

Disusun Oleh:

RIZKI WIBOWO
1507230017



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini di ajukan oleh :

Nama : Rizki Wibowo
NPM : 1507230017
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Perancangan Rotor Turbin Angin *Darrieus* Dengan
Kapasitas Maksimum 300 Watt
Bidang ilmu : Konversi Energi

Telah berhasil di pertahankan di hadapan tim penguji dan di terima sebagai salah satu syarat yang di perlukan untuk memperoleh gelar sarjana teknik pada program studi teknik mesin, fakultas teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 09 Maret 2020

Mengetahui dan menyetujui :

Dosen penguji I



Bekti Suroso, S.T.,M.Eng

Dosen penguji II



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

Dosen penguji III



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

Dosen penguji IV



Affandi.S.T.,M.T

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



Affandi.S.T.,M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Rizki Wibowo
Tempat /Tanggal Lahir: Rantau Prapat/6 April 1996
NPM : 1507230017
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Perancangan Rotor Turbin Angin Darrieus Dengan Kapasitas Maximum 300 Watt...”,

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 ketidaksesuaian 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 Sipil/Mesin/Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 25 Juni 2020



Saya yang menyatakan,

Rizki Wibowo

ABSTRAK

Turbin angin merupakan alat proses perubahan energi angin menjadi energi listrik. Turbin angin *darrieus* merupakan salah satu jenis turbin yang mampu beroperasi dalam keadaan angin yang relatif rendah dan pada kondisi kecepatan angin yang berubah. Turbin *Darrieus* memiliki keunggulan untuk menerima angin dari segala arah mekanisme diturbinnya bisa diletakkan di atas atap rumah dan bisa bekerja dengan kecepatan angin bebas yang lemah. Dalam penelitian ini akan menjelaskan perancangan rotor turbin angin *darrieus* dengan kapasitas maksimum 300 watt. Dengan menggunakan rancangan konsep rotor turbin angin *darrieus* akan dapat menghasilkan energi listrik yang efisien. Perancangan rotor turbin angin *darrieus* dengan kapasitas maksimum 300 watt menggunakan rancangan konsep 1 tipe A. Penelitian ini dilakukan agar menghasilkan desain rotor turbin angin *darrieus* dengan kapasitas maksimum 300 watt terbaik yang mampu memanfaatkan tenaga angin seoptimal mungkin. peneliti mencoba melakukan beberapa inovasi atau kreativitas dan diharapkan menghasilkan hasil yang maksimal. Bagian utama dari rotor turbin *darrieus* yaitu bilah yang akan menampung hembusan angin sehingga dapat berputar pada poros yang akan diteruskan ke generator sehingga menghasilkan daya energi. Aliran udara yang mengenai bilah *darrieus* terpengaruhi letaknya generator sehingga kurangnya interaksi hembusan bilah turbin angin *darrieus* pada angin yang rendah. Turunnya performa bilah *darrieus* karena adanya interaksi aliran udara yang rendah.

Kata kunci: Turbin angin, sudu turbin, *solidworks*

ABSTRACT

Wind turbine is a process of changing wind energy into electrical energy. Darrieus wind turbine is one type of turbine that is able to operate during relatively low wind conditions an at changing wind speed conditions. Darrieus wind turbine have the advantage of receiving wind from the mechanism of the turbine, which can be placed on the roof of the house and can work with weak free wind speeds. In this studi will explain the design of darrieus wind turbine rotors with a maximum capacity of 300 watts. By using the draft concept the darrieus wind turbine rotor will be able to produce efficient electricity. Designing a darrieus wind turbine rotor with a maximum capacity Of 300 watts using a type A concept design. This research was conducted in order to produce a darrieus wind turbine rotor design with a maximum capacity of 300 watts that is best able to utilize wind power as optimal as possible. The main part of the darrieus turbine is the blade that will collect the wind so it can rotate on the shaft which will be passed on the generator so that it produces energy. This research was conducted in order to be able to design the best wind turbines that are able to make the most of the optimum use. The air flow that hits the darrieus blade is affeted by the location of the generator so that the lack of interaction oh the darrieus blade blows in low winds.

Keywords : *wind turbine, turbine blade, solidworks*

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat 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 “Perancangan Rotor Turbin Angin *Darrieus* Dengan Kapasitas Maksimum 300 Watt” 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. Bapak Chandra A Siregar, S.T. M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Affandi, S.T, M.T, selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini dan Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Bekti Suroso, S.T.,M.Eng selaku Dosen Pembanding I dalam menyelesaikan tugas akhir ini
4. Bapak Ahmad Marabdi Siregar S.T.,M.T selaku Dosen Pembanding II dalam menyelesaikan tugas akhir ini
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Ade Faisal ST. Msc, Selaku Wakil Dekan 1 Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Yang Telah Banyak Memberikan Ilmu Keteknikmesinan Kepada Penulis.
8. Orangtua Penulis, Bapak Muhammad Guslan dan Ibu Syamsidar Yang Telah Bersusah Payah Membesarkan dan Membiayai Studi Penulis.

9. Bapak/Ibu Staf Adminitrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Rekan-rekan Penulis, Diana Sari, Dicky Julianto, Nurman Syahputra, Koko Sudarmawan dan Denu Anggara Yang Sudah Bersama sama Melakukan Penelitian Tugas Akhir ini.

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 konstruksi Teknik Mesin

Medan, 25 Juni 2020



Rizki Wibowo

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	3
1.3. Ruang lingkup	3
1.4. Tujuan	4
1.5. Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Landasan Teori	8
2.2.1. Pengertian perancangan	8
2.2.2. Pengertian energi angin	9
2.2.3. Prinsip energi angin	9
2.3. Turbin angin	13
2.3.1. Pengertian turbin angin	13
2.3.2. Jenis-jenis turbin angin	15
2.3.3. Karakteristik	18
2.4. Perancangan turbin angin	18
2.4.1. Perancangan bilah darrieus	19
2.4.2. Perancangan turbin darrieus	19
2.5. Kecepatan dan daya	19
2.6. Solidworks	20
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.1.1. Tempat	22
3.1.2. Waktu Penelitian	22
3.2 Alat dan bahan	23
3.2.1. Alat	23
3.2.2. bahan	25
3.3 Diagram alir	26
3.4 Penjelasan Diagram Alir	27
3.5 Prosedur Perancangan	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Sketsa perancangan	29
4.2 Pemilihan konsep Pohon objektif	31

4.3 Hasil konsep turbin angin darrieus	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1. Kesimpulan	37
5.2. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	40

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Dan Kegiatan Saat Melakukan Penelitian	22
Tabel 4.1 Pemilihan Jenis Turbin Angin Dengan Metode Matrik keputusan	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Tenaga Total	11
Gambar 2.2. Tenaga Maksimum	12
Gambar 2.3 Tenaga Aktual	13
Gambar 2.4. Turbin Angin Vertikal	14
Gambar 2.5. Turbin Angin Horizontal	14
Gambar 2.6. Horizontal Wind Turbin	16
Gambar 2.7. Proses Kerja Horizontal Wind Turbin	16
Gambar 2.8. Vertical Wind Turbin	17
Gambar 2.9. Cara Kerja Vertical Wind Turbin	18
Gambar 3.1. Laptop/Pc Dan Spesifikasinya	23
Gambar 3.2. Software Solidworks 2014	24
Gambar 3.3. Alat Tulis Menggambar	24
Gambar 3.4. Kertas	25
Gambar 3.5. Diagram Alir	26
Gambar 4.1. Sketsa Konsep 1 Tipe A Darrieus	29
Gambar 4.2. Sketsa Konsep 2 Tipe H Bilah Darrieus	30
Gambar 4.3. Sketsa Konsep 3 Tipe Helix Bilah Darrieus	30
Gambar 4.4. Pohon Objektif Untuk Pemilihan Jenis Turbin Angin	31
Gambar 4.5. Hasil Konsep 1 Bilah Darrieus Tipe A	34
Gambar 4.6. Hasil Konsep 1 Poros Dan Dudukan Turbin	35
Gambar 4.7. Hasil Assembly Konsep 1 Poros Dan Dudukan Turbin	35
Gambar 4.8. Hasil Konsep Rancangan Rotor Turbin Angin Darrieus	36
Gambar 4.9. Hasil Rancangan Rotor Turbin Angin Darrieus	36

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di era globalisasi yang semakin waktu semakin berkembang, dan ditemukannya berbagai peralatan-peralatan yang berguna untuk memudahkan mobilitas manusia dalam berpindah dari satu tempat ketempat lain ataupun memudahkan manusia untuk hidup lebih nyaman, dimana semuanya ini sangat memerlukan energi yang besar baik berupa energi listrik, energi mekanik ataupun bentuk energi lainnya. Banyak sumber alam di indoensia yang kurang dimanfaatkan contohnya energi terbarukan. Energi terbarukan dapat didefenisikan sebagai energi yang secara cepat dapat di produksi kembali melalui proses alam. Salah satu pemanfaatan energi terbarukan yang saat ini memiliki potensi yang sangat besar adalah energi angin. Perkembangan energi angin di indonesia saat ini masih tergolong rendah. Salah satu penyebabnya adalah karena kecepatan angin rata-rata di wilayah indonesia tergolong kecepatan angin yang rendah. Energi ini merupakan energi yang bersih dan dalam proses produksinya tidak mencemari lingkungan. Secara optimal energi terbarukan dapat menunjang kebutuhan manusia di bidang energi. Di jaman sekarang ini dengan revolusi industri yang semakin berkembang maka semakin banyak pula energi-energi yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan mayarakat umum untuk bisa bertahan hidup dengan baik, tetapi dengan banyaknya energi yang dikeluarkan maka semakin banyak pula dampak yang akan terjadi pada manusia. Cepat atau lambat dunia akan mengalami krisis energi. Hal ini dikarenakan minyak bumi yang berasal dari fosil-fosil hewan dan tumbuhan adalah sumber energi yang tak dapat diperbaharui dan ketersediannya sangat terbatas dan menipis. proses alam memerlukan waktu yang sangat lama untuk kembali menyediakan energi fosil ini. Peneliti kali ini akan menciptakan suatu alat yang dapat mempermudah masyarakat dalam memerlukan energi, dengan menggunakan alat turbin angin *darrieus* dengan kapasitas maksimum 300 watt mampu memepermudah manusia dalam penggunaan energi untuk mememnuhi kelangsungan hidup dengan bantuan daya angin yang rendah. Dapat kita ketahui bahwa angin adalah aliran udara dalam jumlah besar yang diakibatkan oleh rotasi bumi karena adanya perbedaan

tekanan udara disekitarnya. Angin bergerak dari tempat bertekanan udara tinggi ke bertekanan udara yang rendah. Tenaga angin mampu menggerakkan suatu alat untuk menghasilkan sumber energi yang baik.

Energi angin adalah energi yang bersih dan dalam proses produksinya tidak mencemari lingkungan. Pemanfaatan sumber energi angin untuk menghasilkan listrik bukan lah hal yang baru, namun energi yang dihasilkan tentu sangat terbatas karena disebabkan oleh beberapa hal utama, seperti potensi kecepatan angin disuatu daerah dan durasi adanya angin dalam satu hari. Energi angin merupakan sumber energi bersih dan terbarukan. Sumber energi ini tidak begitu populer di indonesia dan belum banyak diaplikasikan dengan baik. Energi angin merupakan energi stokastik yang berhembus pada waktu-waktu tertentu tetapi hal itu dapat diprediksi dengan suatu kemungkinan tertentu. Kemajuan-kemajuan dalam sepanjang sejarah manusia dalam kebudayaan selalu diikuti oleh meningkatnya konsumsi energi. peningkatan ini berhubungan langsung dengan tingkat kehidupan penduduk serta kemajuan industrialisasi. Energi angin menyediakan sumber daya yang menarik sebagai alternatif untuk pengganti bahan bakar fosil karena sifatnya yang berlimpah, bersih, dan tidak menghasilkan emisi yang berbahaya. Energi angin dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin yang kemudian menggerakkan generator untuk menghasilkan listrik, namun keadaan angin diindonesia sering berubah dan kecepatan angin yang relatif rendah. Penelitian tentang turbin angin sudah banyak dilakukan namun banyak penelitian yang belum disesuaikan dengan kondisi anginnya tidak stabil dan kecepatan angin rendah. Turbin angin merupakan alat proses perubahan energi angin menjadi energi listrik. Turbin angin *darrieus* ini merupakan salah satu jenis turbin yang mampu beroperasi dalam keadaan angin yang relatif rendah dan pada kondisi kecepatan angin yang berubah. Turbin *Darrieus* memiliki keunggulan untuk menerima angin dari segala arah mekanisme diturbinnya bisa diletakkan di atas atap rumah dan bisa bekerja dengan kecepatan angin bebas yang lemah.

Rotor turbin angin *darrieus* dengan kapasitas maksimum 300 watt ini mampu menghasilkan energi listrik untuk mempermudah manusia dalam mendapatkan energi listrik. Dapat kita ketahui energi ini habis maka diperlukan sumber-sumber dalam energi pada angin bebas yang lemah. kelebihan utama dari rotor turbin

angin *darrieus* dengan kapasitas maksimum 300 watt ini adalah turbin tidak harus diarahkan ke angin agar menjadi efektif. Kelebihan tersebut sangat berguna apalagi alat dapat di tempatkan di daerah-daerah yang memiliki arah angin yang bervariasi. Mengacu pada beberapa hal diatas, peneliti mencoba melakukan beberapa inovasi atau kreativitas dan diharapkan menghasilkan hasil yang maksimal. Salah satunya mencoba menggunakan turbin angin *darrieus* dengan kapasitas maksimum 300 watt untuk mengoptimalkan kecepatan angin yang masuk dan diharapkan dapat menambah nilai efisiensi dan nilai daya putaran poros turbin dalam menghasilkan suatu energi yang efisien. Untuk mengambil lebih banyak energi dari angin dengan keadaan angin yang sedikit hanya dengan turbin angin *darrieus* dengan kapasitas maksimum 300 watt. Maka dari itu digunakan bahan sebagai acuan untuk perancangan rotor turbin angin *darrieus* dengan kapasitas maksimum 300 watt dalam mengoptimalkan keadaan angin yang ada mampu menghasilkan energi yang dapat mempermudah manusia dalam penggunaan energi listrik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah dapat di deskripsikan sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang rotor turbin angin *darrieus* hingga kapasitas maksimum 300 watt?
2. Bagaimana konsep perancangan rotor turbin angin *darrieus* dengan kapasitas maksimum 300 watt ?

1.3 . Ruang Lingkup

Agar penelitian menjadi lebih terarah dan fokus pada ruang lingkup, maka dalam penelitian ini diberikan batasan:

Merancang rotor turbin angin *darrieus* secara analitis dan menggunakan perangkat lunak untuk bilah turbin angin *darrieus* dengan kapasitas maksimum 300 watt untuk mendapatkan kinerja terbaik.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam “perancangan rotor turbin angin *darrieus* dengan kapasitas 300 watt” :

1. Untuk memilih konsep yang terbaik dan menggambar secara detail hasil pilihan konsep tersebut.
2. Untuk merancang 1 konsep rotor turbin angin *darrieus* dengan kapasitas 300 watt.

1.5 Manfaat Penelitian

Sedangkan manfaat yang diperoleh dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi penulis untuk menambah wawasan dan pengetahuan. Khususnya hal-hal yang menyangkut tentang cara penghematan energi.
2. Dari hasil penelitian ini Dapat dijadikan sebagai referensi untuk penelitian berikutnya dengan tema yang sama.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Untuk mendukung penelitian ini, berikut dikemukakan hasil penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian ini :

Hasrofiddin, dkk (2019) melakukan penelitian tentang perancangan turbin angin tipe *hybrid savonius darrieus* sumbu vertikal. penelitian ini merupakan gabungan dua tipe turbin *vertical* turbin ini dapat bekerja pada kecepatan angin rendah dan tidak dipengaruhi arah angin untuk bekerja.

Herlamba Indra Siregar (2014) mengatakan bahwa untuk mengatasi ketersediaan energi indonesia melalui pp no.5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional dimana ditargetkan pada tahun 2025 minyak bumi menjadi kurang dari 20%, gas bumi menjadi lebih dari 30 %, batubara menjadi lebih dari 33%, biofuel menjadi lebih dari 5%, panas bumi menjadi lebih dari 5%, energi baru dan terbarukan lainnya, khususnya biomasa, nuklir, tenaga air skala, tenaga surya, dan tenaga angin menjadi lebih dari 5% dan bahan bakar lain yang berasal dari pencairan batubara menjadi lebih 2%. Menurut peneliti perancangan rotor turbin angin *darrieus* dengan kapasitas maksimum 300 watt merupakan alat yang dapat menghasilkan energi listrik tanpa harus menggunakan energi dari bahan-bahan yang terdahulu, turbin angin *darrieus* dengan kapasitas maksimum 300 watt dapat digunakan melalui sumber angin yang rendah dan kapasitas angin yang ada jika diletakkan pada kondisi yang memiliki sumber angin yang ada. Turbin angin *darrieus* dengan kapasitas maksimum 300 tidak dapat dipungkiri bahwa alat tersebut tak memiliki kelemahan, kelemahan yang dimiliki dalam perancangan bilah turbin angin *darrieus* dengan kapasitas maksimum 300 watt adalah jika kondisi angin pada peletakan turbin angin tidak memiliki energi angin yang baik maka turbin angin tak dapat bekerja atau beroperasi dengan efektif, maka turbin angin tak dapat menghasilkan energi listrik sebagaimana yang sudah dirancang. Dalam penelitian ini harus benar-benar memikirkan tempat yang efisien dan efektif untuk turbin angin *darrieus* dengan kapasitas maksimum 300 watt, tempat yang efektif dalam perancangan rotor turbin angin *darrieus* harus pada ketinggian

yang dapat menghasilkan sumber energi angin yang baik untuk menghasilkan energi listrik pada bilah turbin angin.

Ismail, dkk (2017) melakukan penelitian tentang optimasi perancangan turbin angin vertikal tipe *darrieus* untuk penerangan jalan tol. Turbin angin digunakan untuk penerangan jalan tol yang dirancang memiliki prinsip kerja yaitu memanfaatkan hembusan angin dari kendaraan yang melintas untuk memutar sudu turbin dan menjadi energi listrik simpan. Turbin angin vawt memiliki dua tipe yaitu tipe *darrieus* dan tipe *savonius* (Ambrosio & Marco, 2010). Dalam turbin angin *darrieus* dengan kapasitas 300 watt mampu menghasilkan energi listrik yang efisien itu merupakan cara kerja dalam pergerakan angin sangat stabil. Turbin angin tipe vawt ini memiliki kelebihan dapat berotasi dengan mudah pada aliran angin yang rendah dan akan menghasilkan energi listrik yang mampu menampung dengan kapasitas maksimum 300 watt.

Koten Kolo Victus, dkk (2017) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengkaji karakteristik turbin *darrieus* dengan dan tanpa sudu tetap pada proses pemanfaatan energi pada aliran air tekanan rendah menjadi energi mekanik. Dari hasil tinjauan pustaka yang penulis lakukan dapat disimpulkan bahwasannya perancangan rotor turbin angin *darrieus* dengan kapasitas maksimum 300 watt memiliki kelebihan yang mampu membuat masyarakat dapat mengoptimalkan energi listrik dengan alat turbin angin yang cara kerjanya atau prinsip kerja menggunakan sumber energi angin dan kecepatan angin berpengaruh pada putaran turbin angin atau pun bisa pada posisi angin yang rendah. Sehingga penulis merasa tertarik untuk melakukan penelitian ini, dan dapat memberikan informasi pengetahuan tentang perancangan rotor turbin angin *darrieus* dengan kapasitas maksimum 300 watt.

Mahyuddin, dkk (2019) melakukan penelitian tentang turbin angin bahwa sudah sejak dahulu angin berjasa bagi kehidupan manusia. Penggunaan turbin angin terus mengalami peningkatan guna memanfaatkan energi angin secara efektif, terutama pada daerah-daerah yang aliran angin relatif tinggi sepanjang tahun. Penggunaan turbin angin semakin meluas guna mengakomodasi kebutuhan listrik masyarakat. Untuk menghasilkan energi listrik pada turbin angin ini dengan kecepatan angin yang tinggi atau terletak pada ketinggian dan juga mampu

menghasilkan energi listrik jika alat digunakan pada daerah yang rendah dan juga dapat digunakan pada keadaan angin yang tenang dan arah angin yang berubah mampu menghasilkan energi listrik yang efisien yang dapat membantu manusia dalam penggunaan energi listrik yang tanpa merusak lingkungan atau pencemaran lingkungan.

Prakoso dan Iqbal, dkk (2017) melakukan penelitian tentang Model Perencanaan Performansi Aerodinamika Turbin Angin *Darrieus* Dengan Metode Multiple Streamtube turbin angin *darrieus* memiliki kelebihan yaitu memiliki efisiensi yang tinggi, dan *cut-in wind speed* yang rendah. Kekurangan turbin angin ini yaitu turbin angin jenis ini memiliki desain yang lebih rumit karena rotor hanya dapat menangkap angin dari satu arah sehingga dibutuhkan pengarah angin selain itu penempatan dinamo atau generator. Tapi dengan kekurangan ini tetap mampu menghasilkan energi angin yang sangat membantu manusia dalam penggunaan energi angin yang efisien dengan penggunaan angin yang sedikit atau arah angin yang berubah.

R.A. Siregar dan C.A. Siregar melakukan penelitian tentang pembangunan turbin angin *darrieus-savonius* mengatakan bahwa turbin angin jenis kombinasi *darrieus-savonius* banyak dipilih sebagai pembangkit listrik pada lampu jalan untuk daerah pesisir pantai. Fungsi utama turbin angin yang sejatinya adalah pembangkit listrik energi terbarukan sedikit dialihkan menjadi ikon wisata laut dan kuliner dipinggir laut kota medan tepatnya di kecamatan belawan. generator angin ini dapat bekerja pada kecepatan angin rendah, mulai dari 1,5 m/detik hingga batas maksimum 45 m/detik. Melalui kegiatan ini lembaga rakyat akan diterangi lampu hiasan dengan sumber listrik berasal dari turbin angin. Dengan hal ini bahwa perancangan turbin angin mampu membantu masyarakat dalam meminimaliskan penggunaan energi listrik dengan bantuan turbin hanya menggunakan atau dengan cara energi yang listrik yang dihasilkan melalui energi angin.

Rusmaryadi Heriyanto dkk (2018) melakukan penelitian tentang turbin *darrieus* memiliki keunggulan untuk menerima angin dari segala arah, mekanisme atau posisi di turbinnya bisa diletakkan di tanah, mudah dijangkau dan bisa bekerja dengan kondisi angin yang rendah. Bahwa kita tahu penggunaan turbin

angin darrieus memiliki keunggulan bahwa dalam keadaan angin yang rendah pun mampu menghasilkan sumber energi listrik yang membantu manusia dalam penggunaan energi listrik yang bersih dan efisien.

Tauffiqurahman Rahmat, dkk (2017) melakukan penelitian tentang penelitian numerik turbin angin *darrieus* dengan variasi jumlah sudu dan kecepatan angin. Energi angin sebagai alat untuk menghasilkan energi listrik yang memiliki efisiensi tinggi dan putaran rotasi memiliki kecepatan angin yang tinggi bertujuan untuk mengoptimalkan sumber energi listrik dari bahan bakar diperbaharukan menjadi sumber energi yang berasal dari kecepatan angin tinggi dan tidak hanya itu pada tempat-tempat yang memiliki angin yang rendah turbin angin mampu beroperasi dengan efisien. Kecepatan putaran tertinggi turbin angin terjadi karena kenaikan kecepatan angin dengan penambahan kecepatan angin melalui turbin angin. Berdasarkan rincian diatas menurut peneliti bahwa perancangan rotor turbin angin *darrieus* dengan kapasitas maksimum 300 watt mampu beroperasi dengan baik dan memudahkan bagi masyarakat serta meminimkan penggunaan energi listrik melalui bahan-bahan bakar, fosil-fosil dan lain sebagainya dan dapat diterima oleh masyarakat memberikan alternatif dalam penggunaan energi listrik melalui sumber daya angin.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Pengertian Perancangan

Perancangan adalah menentukan bagaimana sistem akan menyelesaikan apa yang mesti diselesaikan; tahap ini menyangkut mengkonfigurasi dari komponen-komponen perangkat lunak dan perangkat keras dari suatu sistem, sehingga setelah instalasi dari sistem akan benar-benar memuaskan rancang bangun yang telah ditetapkan pada akhir tahap analisis sistem. (George M. Scott). Menurut pendapat peneliti bahwa perancangan adalah suatu cara untuk menentukan sebuah sistem sebelum masuk pada tahap-tahap penyelesaian.

Perancangan adalah penggambaran, perencanaan dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari berbagai elemen yang terpisah ke dalam satu kesatuan yang utuh dan berfungsi (Syifaun Nafisah, 2003 : 2). Bahwa dapat disimpulkan

perancangan adalah gambaran perencanaan yang sesuai dengan aturan-aturan dan fungsi-fungsi pada elemen yang terpisah menjadi satu kesatuan yang utuh.

Menurut Bin Ladjamudin (2015 : 39) perancangan adalah tahap perancangan (design) memiliki tujuan untuk mendesain sistem baru yang dapat menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi perusahaan yang diperoleh dari pemilihan alternative sistem yang terbaik.

Perancangan adalah sebuah proses untuk mendefinisikan sesuatu yang akan dikerjakan dengan menggunakan teknik yang bervariasi serta didalamnya melibatkan deskripsi mengenai arsitektur serta detail mengenai komponen dan juga keterbatasan yang akan dialami dalam proses pengerjaan nya. (Soetam Rizky, 2011 : 140)

Perancangan adalah suatu proses untuk membuat keputusan tentang apa yang perlu dilakukan oleh organisasi. (Joseph Mansueto, 2005 : 5) dapat disimpulkan bahwa perancangan adalah suatu proses pembuatan untuk mendapatkan hasil tentang apa yang diinginkan.

2.2.2. Pengertian Energi Angin

Energi angin adalah energi yang relatif baik karena merupakan sumber energi yang bersih dan terbarukan. (M. yonggi puriza, dkk, 2018). Bahwa dapat disimpulkan bahwa energi angin membawa dampak yang begitu besar bagi masyarakat dalam menggunakan energi listrik. Tenaga angin merupakan tenaga gerak yang murah dan mudah di dapat, sehingga hal ini dijadikan penelitian dan dimanfaatkan untuk tenaga pada turbin angin *darrieus* dengan kapasitas maksimum 300 watt sehingga menghasilkan arus listrik. Energi angin merupakan salah satu bentuk energi listrik yang dapat digunakan dengan gratis. Kawasan yang berpotensi yang memiliki angin yang banyak antara lain daerah pegunungan dan daerah pantai (prakoso pandu Ikkal, dkk, 2017). Bahwa dapat disimpulkan energi angin dapat dibidang energi yang gratis disebabkan menggunakan alam dan tanpa pencemaran lingkungan yang dapat merusak yang lainnya. Energi angin tak banyak yang mengetahui bahwa mampu menghasilkan sumber energi listrik yang dapat mempermudah manusia dalam menghemat energi yang berasal dari bahan bakar, fosil-fosil dan tumbuh-tumbuhan yang perkembangannya semakin lama

akan semakin terlampaui. Energi angin merupakan hal yang berpengaruh besar untuk lingkungan dan penggunaan dalam energi listrik karena merupakan energi yang hanya mengandalkan daya angin untuk mendapatkan energi listrik. Penggunaan energi angin masih minim digunakan karena harus melihat kecepatan angin untuk menghasilkan sumber energi listrik yang menjadi kendala dalam menggunakannya. Bahwa tanpa kita ketahui sebenarnya bahwa energi angin mampu menghasilkan sumber energi listrik yang baik dan efektif pada saat kecepatan angin yang tinggi dan mampu juga pada angin kecepatan angin yang rendah. . Dengan penggunaan energi angin tak lagi memerlukan energi bahan bakar untuk menghasilkan energi listrik, dan ruang instalasi yang kecil. Sumber energi angin sangat mudah di dapatkan dengan ketinggian atau tempat yang berada dibawah ketinggian dikarenakan aliran angin alami tak hanya terdapat pada ketinggian juga tempat yang terendah yang akan menghasilkan energi listrik yang bersih. Tenaga angin berarah pada pengumpulan energi yang berguna dari angin. Pada tahun 2005, kapasitas energi generator tenaga angin adalah 58.982 MW, hasil tersebut kurang dari 1% pengguna listrik di dunia (konversi energi, 2017). Meskipun demikian tenaga angin sudah mulai banyak di pergunakan oleh para ahli dalam menciptakan suatu alat, dengan demikian bahwa tenaga angin mampu membawa pengaruh dalam menciptakan sumber energi listrik. kebanyakan tenaga angin dihasilkan dalam bentuk listrik dengan kecepatan kerja rotor turbin. Dalam hal ini energi angin sangat berpengaruh besar pada kepentingan masyarakat, hanya saja banyak masyarakat yang tidak mengetahui bahwa energi angin mampu menghasilkan energi listrik yang bersih dan murni. Dengan perancangan bilah turbin angin darrieus ini mampu membantu masyarakat dala penggunaan energi listrik berdasarkan energi angin.

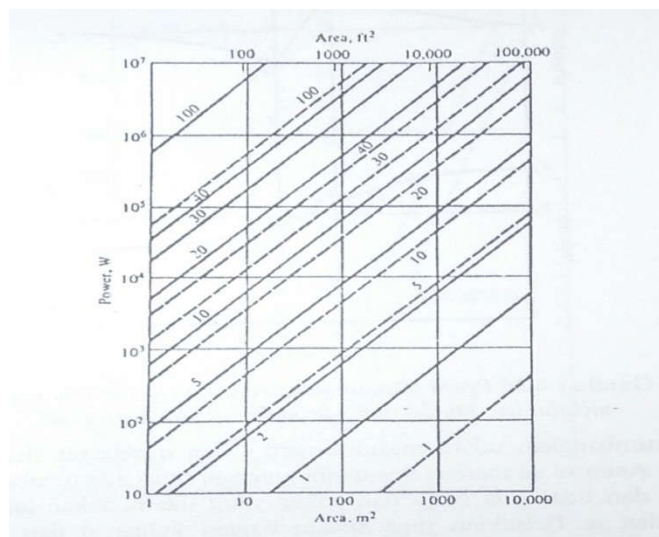
2.2.3. Prinsip Energi Angin

Dari sejumlah energi matahari yang terserap oleh bumi, 20% atau $2 \cdot 10^9$ watt diserap oleh atmosfer. Penyerapan energi panas ini dapat memanaskan atmosfer bumi yang merupakan suatu penyimpanan energi internal, sebagai gerak konveksi dari atmosfer yang merupakan suatu konversi ke energi kinetik meskipun jumlahnya tidaklah begitu besar. Oleh karena itu penyerapan energi

panas dapat dilakukan dengan konveksi dari atmosfer ke energi kinetik agar menghasilkan energi yang efektif mesin. Konveksi arus yang ditimbulkan oleh lautan dan atmosfer bergabung hingga menghasilkan suatu energi yang besarnya $3,7 \cdot 10^{14}$ watt. Pada energi angin yang memberikan daya sebesar $2 \cdot 10^{13}$ watt. Bila 1% dari perkiraan daya makan dimanfaatkan, suatu daya sebesar $2 \cdot 10^{11}$ watt akan diperoleh, yang merupakan 3% dari kebutuhan energi dunia tahun 1972. (konversi energi, 2017) Berdasarkan prinsipnya energi angin dibagi menjadi beberapa jenis, diantaranya:

a. Tenaga Total

Tenaga total aliran angin adalah sama dengan laju energi kinetik aliran yang datang, tenaga total yang terdapat dalam gambar 2.1 dapat menghasilkan suatu energi yang mampu membuat turbin angin darrieus bekerja dengan efisien dan efektif. Dapat dilihat pula dari putaran rotor yang terdapat pada gambar 2.2 mempengaruhi pergerakan rotor dengan tenaga angin yang menghasilkan energi listrik yang efektif melalui energi angin yang mampu menghemat dalam penggunaan yang dilakukan oleh masyarakat. Tenaga total merupakan kecepatan yang dapat membuat energi angin menghasilkan sumber energi listrik.

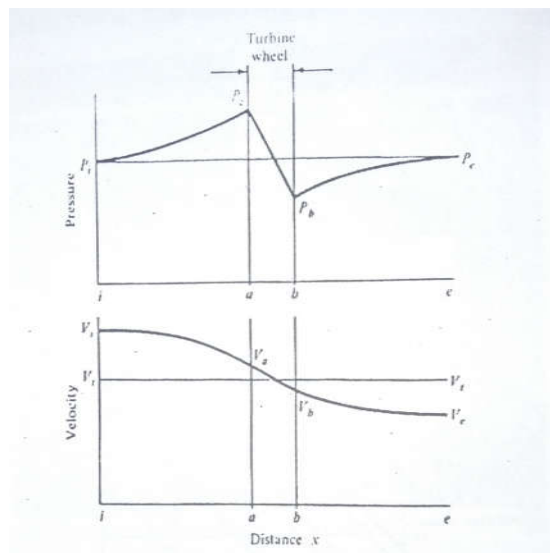


Gambar 2.1. Tenaga total (sumber: mesin konversi energi, 2017)

Jadi, tenaga total aliran angin berbanding langsung pada massa jenisnya, luas dan kecepatannya yang mampu menghasilkan energi angin untuk menghasilkan energi listrik.

b. Tenaga Maksimum

Dengan memperhatikan gambar 2.1 bahwasannya tenaga maksimum berpengaruh dalam ada atau tidaknya perubahan energi yang dihasilkan oleh tenaga angin pada turbin angin horizontal memerlukan tenaga maksimum untuk bekerja pada rotor agar mendapatkan hasil energi listrik yang efisien. biasanya energi angin pada turbin angin tipe horizontal harus memiliki kecepatan angin yang tinggi dan terletak pada ketinggian untuk menghasilkan arus listrik yang stabil. Pertimbangkan udara masuk antara i dan a sebagai sistem sistem termodinamika. Asumsikan massa jenis udara konstan, tidak ada perubahan energi potensial, dan tidak ada kerja dan panas yang ditambahkan atau dibuang antara i dan a . Demikian juga sistem bagian keluar b dan e .

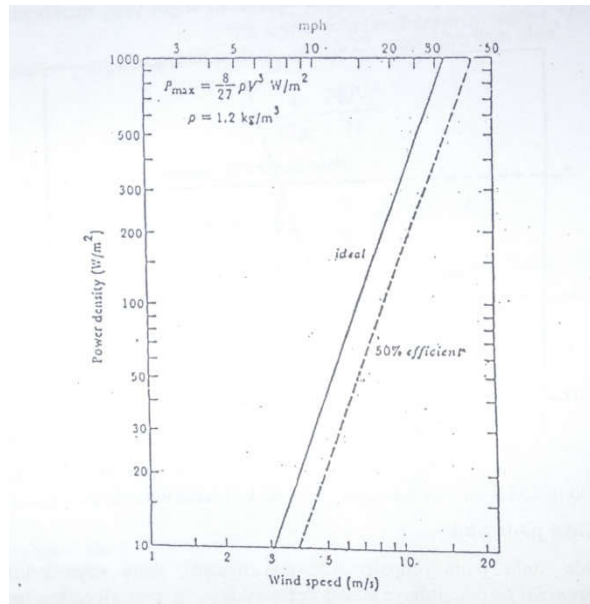


Gambar 2.2. Tenaga maksimum (sumber: mesin konversi energi, 2017)

Maksimum (juga disebut power coefficient) dari turbin angin adalah perbandingan tenaga maksimum yang diperoleh dari angin terhadap tenaga total angin:

c. Tenaga Aktual

Pada roda turbin angin tak dapat tertutup sempurna, dan karena sebab-sebab yang lain, dalam praktiknya turbin hanya dapat mencapai 50-70% dari efisiensi idealnya. Efisiensi aktual, n , adalah perkaliannya dengan n_{maks} adalah perbandingan tenaga aktual tenaga total.



Gambar 2.3. Tenaga aktual (Sumber: mesin konversi energi, 2017)

Pada turbin angin untuk menghasilkan energi listrik yang efisien perlu adanya perbandingan antara tenaga aktual dan tenaga total yang akan memberikan kecepatan daya secara drastis. Pada ketinggian maka akan menghasilkan kecepatan energi listrik yang efisien dengan sumber angin yang ada dan jika pada kondisi rendah atau daya angin yang rendah mampu juga menghasilkan energi listrik yang efisien dan efektif. jadi turbin angin darrieus ini mampu menghasilkan energi listrik meski keadaan turbin diletakkan pada kondisi tinggi dan rendah.

d. Gaya Pada Sudu

sudu adalah baling-baling pada turbin angin. Sudu pada turbin angin sendiri biasanya dihubungkan dengan rotor pada turbin angin. Sudu memiliki fungsi menerima energi kinetik dari angin dan merubahnya menjadi energi gerak (mekanik) yang menyebabkan turbin angin tersebut berputar. Gaya pada sudu adalah gaya keliling (*circumferencial force*) arahnya adalah rotasi roda yang mengakibatkan torsi, dan gaya aksial kearah aliran angin yang menyebabkan gaya aksial (*axial thrust*).

2.3. Turbin Angin

2.3.1. Pengertian Turbin Angin

Turbin angin menurut wikipedia adalah kincir angin yang digunakan untuk membangkit tenaga listrik. Menurut peneliti turbin angin adalah energi listrik

yang berasal dari sumber energi angin. Turbin angin darrieus adalah jenis turbin angin sumbu vertikal (VAWT) yang digunakan untuk menghasilkan listrik dari energi yang dibawakan oleh angin. Sekarang kita banyak sekali menggunakan energi listrik dari bahan-bahan bakar, fosil-fosil maupun tumbuh-tumbuhan, kita kurang menyadari bahwa energi tersebut akan semakin berkurang jika tidak diperbarukan. Untuk mengoptimalkan hal ini maka dilakukan suatu penelitian dengan menghasilkan suatu alat yang bekerja dengan kecepatan angin atau energi listrik yang berasal dari angin. (Taufiqurrahman Rahmat, dkk, 2017).



Gambar 2.4. Turbin angin vertikal (sumber: jurnal turbin angin, 2018)



Gambar 2.5. Turbin angin horizontal (sumber: jurnal turbin angin, 2018)

Melakukan penelitian tentang perencanaan bilah turbin angin darrieus dengan kapasitas maksimum 300 watt bertujuan untuk memudahkan masyarakat dalam menggunakan energi listrik melalui energi angin yang terdapat pada bilah

turbin angin; memberikan kemudahan pada masyarakat dalam menggunakan energi listrik dari kecepatan daya angin dan turbin angin ini pada dasarnya bekerja melalui kecepatan angin yang tinggi maupun daya angin yang rendah. Telah dilakukan penelitian tentang Perancangan rotor turbin angin *darrieus* dengan kapasitas maksimum 300 watt di laboratorium Umsu dengan menggunakan alat tachometer sebagai alat pengukur kecepatan turbin angin *darrieus* dan anemometer juga digunakan untuk mengetahui kecepatan laju angin agar dapat menghasilkan tenaga putaran pada turbin angin.

Turbin angin *darrieus* akan bekerja dengan memanfaatkan angin yang berhembus yang akan memutar sudu turbin angin *darrieus*. Kemudian putaran akan masuk ke dalam *controller* lalu akan diteruskan ke penyimpanan battery, battery akan masuk ke *controller* sebelum generator angin masuk ke *controller*. lalu diteruskan ke inverter dan di inverter harus DC akan di ubah menjadi arus AC (arus PLN) sehingga menghasilkan watt yang dipakai untuk kebutuhan energi. Turbin angin *darrieus* dengan kapasitas maksimum 300 watt memiliki suhu kerja angin $-40^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$. Untuk generator angin 100 watt – 300 watt menggunakan pilihan battery 100AH – 300AH. Sedangkan pada generator angin 300 watt – 600 watt menggunakan battery 200AH – 400AH. Selama ini masyarakat sangat tergantung pada sumber energi listrik dari bahan bakar fosil-fosil, tumbuh-tumbuhan, hal ini sangat tidak efektif bagi lingkungan dan akan merusak sumber daya masyarakat yang menyebabkan polusi udara sehingga masyarakat merasa tidak nyaman. Untuk itu perkembangan zaman yang semakin meningkat dan di era globalisasi yang semakin berkembang begitu juga dengan energi-energi yang digunakan oleh masyarakat perlu diperhatikan agar lebih memanfaatkannya dengan menggunakan energi angin.

2.3.2. Jenis-Jenis Turbin Angin

Berdasarkan jenisnya perancangan rotor turbin angin dibagi menjadi beberapa jenis, diantaranya:

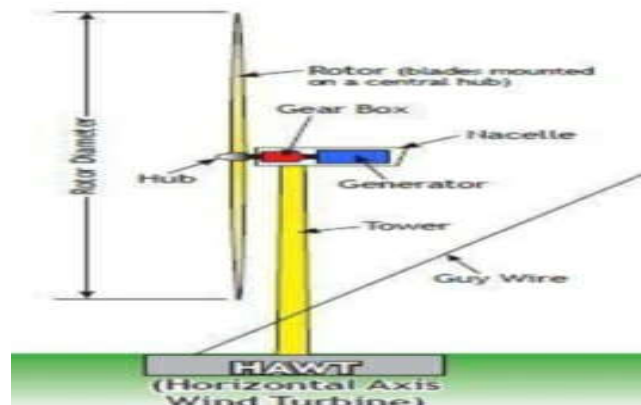
a. *Horizontal Wind Turbin*

Horizontal wind turbin merupakan suatu turbin angin yang menggunakan sumbu sejajar dengan sumbu x (*axis*) / *horizontal*. Turbin ini memiliki putaran *horizontal* terhadap tanah. Berdasarkan jumlah sudu, maka turbin angin sumbu

horizontal memiliki beberapa jenis yaitu turbin angin satu sudu (*single blade*), turbin angin dua sudu (*double blade*) dan turbin angin banyak sudu (*multi blade*). Kelebihan dan kekurangan dari *Horizontal wind turbin*. kelebihanannya *Horizontal wind turbin* yaitu memiliki efisiensi yang tinggi, dan *cut-in wind speed* rendah. Kekurangan *Horizontal wind turbin* yaitu jenis turbin angin ini memiliki desain yang lebih rumit karena rotor hanya dapat menangkap angin dari satu arah sehingga dibutuhkan pengarah angin untuk membantu proses kerja dari *Horizontal wind turbin*.



Gambar 2.6. *Horizontal wind turbin* (Sumber: Turbin angin, 2016)



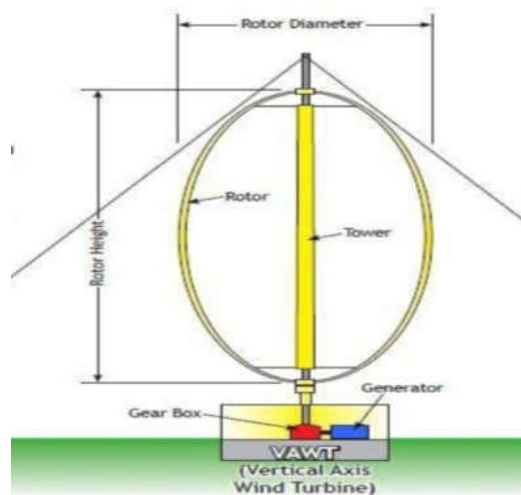
Gambar 2.7. proses kerja *Horizontal wind turbin* (Sumber: Turbin angin, 2016)

b. *Vertical wind turbin*

Vertical wind turbin adalah jenis turbin angin dimana poros rotor utama diatur melintang ke arah angin sementara komponen utama terletak didasar turbin. *Vertical wind turbin* dapat bergerak tanpa tergantung arah angin, dan dapat terletak pada daerah-daerah perkotaan. Kelebihan ini sangat berguna di tempat-tempat yang araha nginnya sangat bervariasi. *Vertical wind turbin* mampu mendayagunakan angin dari berbagai arah. *Vertical wind turbin* sering dipasang lebih dekat kedsar tempat ia diletakkan, seperti tanah atau puncak atap sebuah bangunan. Selain itu *vertical wind turbin* mampu menghasilkan energi listrik pada kondisi kecepatan angin yang rendah. Dalam hal ini bahwa *vertical wind turbin* memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari *vertical wind turbin* yaitu mampu bergerak dan menghasilkan energi listrik pada kecepatan angin yang rendah dan ditempatkan di dekat tanah bisa mengambil keuntungan dari berbagai lokasi yang menyalurkan angin serta meningkatkan laju angin. Sedangkan kekurang dari *vertical wind turbin* yaitu memiliki efisiensi yang rendah dan kecepatan angin yang rendah yang disebabkan karena *vertical wind turbin* memiliki rotor dekat dengan tanah dan mempunyai torsi awal yang rendah, dan membutuhkan energi untuk mulai berputar.



Gambar 2.8. *Vertical wind turbin* (Sumber: www.energy-indonesia.com)



Gambar 2.9. Cara kerja *Vertical wind turbin* (Sumber: www.energy-indonesia.com)

2.3.4. Karakteristik

Sampai saat ini, pemanfaatan energi listrik dengan menggunakan energi angin sampai sekarang belum maksimal atau sangat rendah digunakan. Peneliti bertujuan mengkaji karakteristik turbin darrieus dengan tanpa sudu tetap pada proses pemanfaatan energi angin atau sumber daya angin untuk menghasilkan energi listrik. Parameter karakteristik tiap turbin angin pada dasarnya memiliki besaran yang berbeda-beda. Perbedaan besaran atau nilai dari tiap karakteristik ini tergantung pada banyaknya sumber daya angin yang ada pada daerah-daerah terletak turbin angin, jika turbin angin horizontal memerlukan kecepatan angin yang besar agar proses kerja atau kecepatan angin menghasilkan sumber energi listrik yang efisien. Pada turbin angin vertikal kecepatan angin yang rendah mampu menghasilkan energi listrik serta untuk diletakkan di daerah-daerah perkotaan akan menghasilkan sumber energi yang mampu membantu masyarakat dalam lebih menghemat energi dari bahan-bahan bakar fosil-osil, tumbuh-tumbuhan dan lain-lain dengan sumber daya angin. Perancangan rotor turbin angin *darrieus* dengan kapasitas maksimum 300 watt

2.4. Perancangan Turbin Angin

Dalam perancangan turbin angin ada beberapa tipe yang terdapat dalam turbin angin yaitu tipe *darrieus* dan *savonius*. Keduanya memiliki perancangan yang berbeda-beda antara lain:

2.4.1. Perancangan Sudu *Darrieus*

Dalam perancangan sudu *darrieus* ada beberapa hal yang harus dilakukan dengan hal ini yaitu menentukan tipe sudu, menentukan jumlah sudu sangat penting untuk kecepatan rotor dan menentukan ukuran sudu. Kemudian perlu adanya untuk mengetahui tempat yang sesuai untuk turbin angin tipe *darrieus* ini jika tempat yang dipilih tak sesuai maka turbin angin tak mampu bekerja dengan baik dan efektif untuk menghasilkan arus listrik. Dalam penelitian ini tipe sudu yang akan digunakan adalah tipe H rotor karena tipe ini cocok dengan keadaan angin yang tidak stabil. Bahan yang digunakan dalam pembuatan sudu adalah plat aluminium, dan triplek, kerangka sudu dibuat dengan triplek karena mudah untuk dibentuk dan ringan.

2.4.2. Perancangan Turbin *Darrieus*

perancangan turbin *darrieus* dilakukan setelah semua komponen turbin selesai dibuat, mempunyai tahap-tahap dalam perancangan untuk menghubungkan sudu *darrieus* pada turbin.

2.5. Kecepatan dan Daya

Berdasarkan data BMKG Kota Padang tahun 2010, Kota Padang dan Pariaman adalah daerah dengan kecepatan angin yang termasuk dalam kategori kecepatan rendah (≤ 7 m/s) (Latif 2013). Cara kerjanya cukup sederhana yaitu putaran turbin yang disebabkan oleh angin mampu menghasilkan energi listrik. Pada turbin angin *darrieus* dengan kapasitas maksimum 300 watt tidak perlu lagi menggunakan bahan bakar untuk menghasilkan listrik hanya dengan cara menggunakan atau memanfaatkan kecepatan angin atau energi angin untuk mendapatkan arus listrik. Angin yang berhembus atau angin yang datang akan mempengaruhi putaran turbin angin, semakin kencang sumber angin yang ada maka akan semakin laju kecepatan putaran rotor untuk menghasilkan energi listrik. Tak dapat dipungkiri bahwa energi dengan bahan bakar lainnya memiliki kecepatan yang tinggi dibandingkan dengan energi angin, dengan menggunakan energi angin mampu menghemat manusia untuk dapat memanfaatkan keadaan yang ada dengan kecepatan angin yang dapat menghasilkan energi listrik. Semakin cepat kecepatan angin maka akan semakin cepat kinerja kerja turbin dan mampu

mengubah energi angin menjadi energi gerak turbin. dapat diketahui setiap variasi angin memiliki hubungan kecepatan angin terhadap pergerakan turbin terlihat terjadinya kenaikan dan penurunan pada pergerakan yang terjadi sehingga semakin tinggi kecepatan angin maka akan semakin banyak pula energi listrik yang dihasilkan. Dapat disimpulkan bahwa kecepatan angin yang tinggi mendapatkan energi listrik yang stabil. Dengan hal ini ternyata kecepatan angin yang dimiliki tidak seluruhnya dapat dikonversikan menjadi gaya mekanik (dengan adanya komponen gaya seret yang mengurangi gaya angkat). Dengan demikian terjadi kerugian daya dan perbandingan antara daya yang dihasilkan dan daya yang dimiliki oleh angin disebut dengan koefisien daya. Daya turbin angin tidak sama dengan daya angin dikarenakan daya turbin angin terpengaruh oleh koefisien daya. Kinerja daya sebuah turbin angin dapat diperoleh dari pengamatan atau hasil yang dikeluarkan oleh turbin angin terhadap kecepatan angin dan daya keluaran turbin angin dilapangan.

2.6. *Solidworks*

Simulasi *Solidworks* untuk memberi keterangan pada pengguna tentang desain dan perilaku yang harus diaplikasikan pada objek fisik. Pada perancangan rotor turbin angin *darrieus* dengan kapasitas maksimum 300 watt dengan simulasi *solidworks* mampu memberikan gambaran tentang desain perancangan turbin angin *darrieus*. Dalam hal ini sebelum melakukan perancangan atau pembuatan pada turbin angin sebaiknya dengan simulasi *solidworks* terlebih dahulu untuk menghindari kesalahan atau mencegah kesalahan lebih awal pada proses desain. Dengan ini simulasi *solidwork* bahkan bisa membantu anda untuk mengoptimalkan kinerja dan biaya desain dengan maksimal.

Solidworks adalah software cad 3d yang dikembangkan oleh *solidworks* corporation yang sekarang sudah diakuisisi oleh *Dassault systemes*. *Solidworks* merupakan software yang digunakan untuk membuat desain produk dari yang sederhana sampai yang kompleks seperti roda gigi, *cassishandphone*, mesin mobil, dsb dan digunakan untuk merancang part permesinan atau susunan part permesinan yang berupa assembling dengan tampilan 3D untuk merepresentasikan part sebelum real part-nya dibuat atau tampilan 2D (*drawing*)

untuk gambar proses permesinan. *Solidworks Corporation* didirikan pada tahun 1993 oleh Jon Hirschtick, dengan merekrut tim insinyur profesional untuk membangun sebuah perusahaan yang mengembangkan perangkat lunak CAD 3D, dengan kantor pusatnya di Concord, Massachusetts, dan merilis produk pertama *Solidworks 95* pada tahun 1995.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat

Adapun tempat pelaksanaan Penelitian di lakukan di Laboratorium Komputer Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan.

3.1.2. Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan setelah mendapat persetujuan dari pembimbing pada tanggal 28 November 2019 dan terlihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 : Jadwal dan Kegiatan Saat Melakukan Penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		10	11	12	1	2	3
1	Study literatur						
2	Menggambar seketsa rotor turbin angin <i>darrieus</i>						
3	Perancangan Rotor turbin angin <i>darrieus</i>						
4	Hasil Rancangan Rotor turbin angin <i>darrieus</i>						
5	Kesimpulan						
6	Penyelesaian Skripsi						

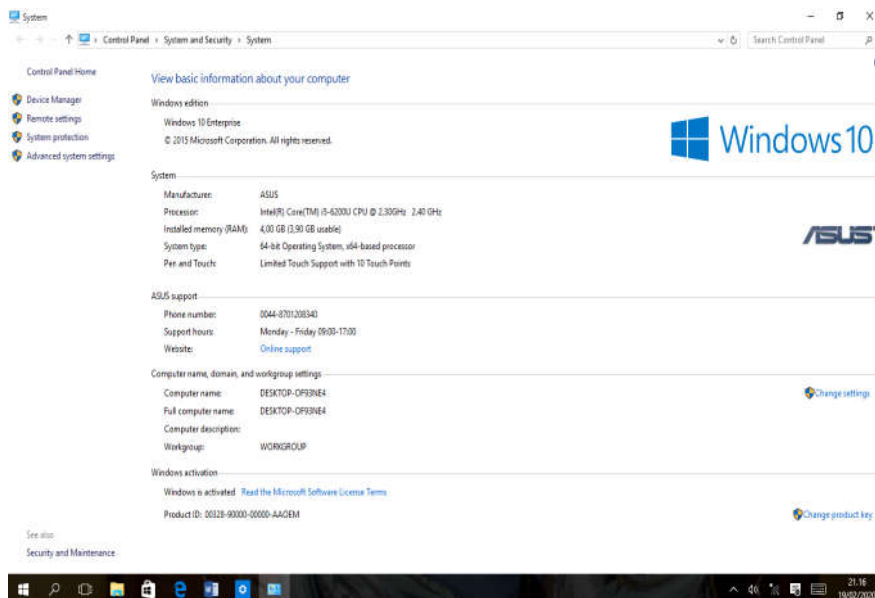
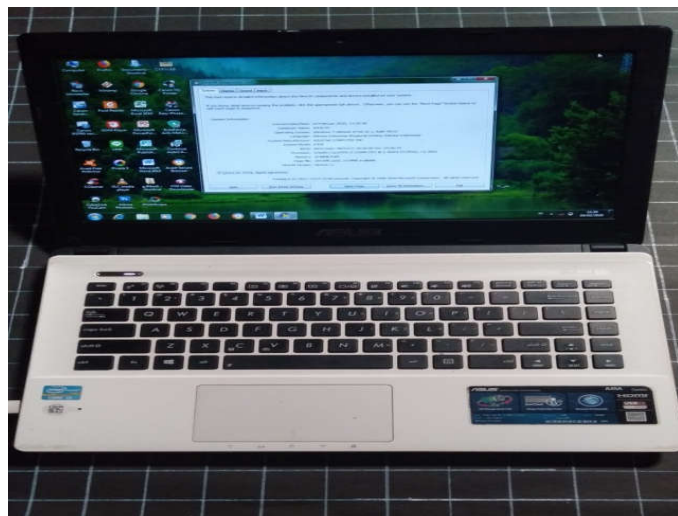
3.2. Alat dan bahan

3.2.1. Alat

Adapun alat-alat yang digunakan dalam proses perancangan profil turbin angin darrieus adalah sebagai berikut:

1. Laptop/pc dan spesifikasinya

Laptop dan spesifikasinya adalah alat yang digunakan untuk menggambar bilah turbin untuk perancangan konsep bilah turbin darrieus pada *software solid works 2014*. Seperti terlihat pada gambar 3.1. Dibawah ini.



Gambar 3.1. laptop/pc dan spesifikasinya

2. *Software Solid works 2014*

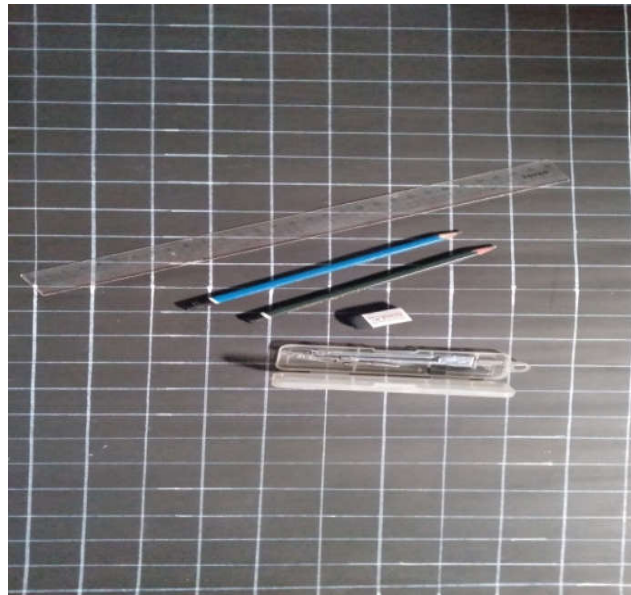
Software solid works 2014 digunakan sebagai pembuatan perancangan desain bilah turin angin darrieus. Seperti yang terlihat pada gambar 3.2. Dibawah ini.



Gambar 3.2. *Software solid works 2014*

3. Alat tulis menggambar

Alat tulis menggambar digunakan sebagai alat bantu untuk menggambar konsep bilah profil darrieus. Seperti yang terlihat pada gambar 3.3. Dibawah ini.



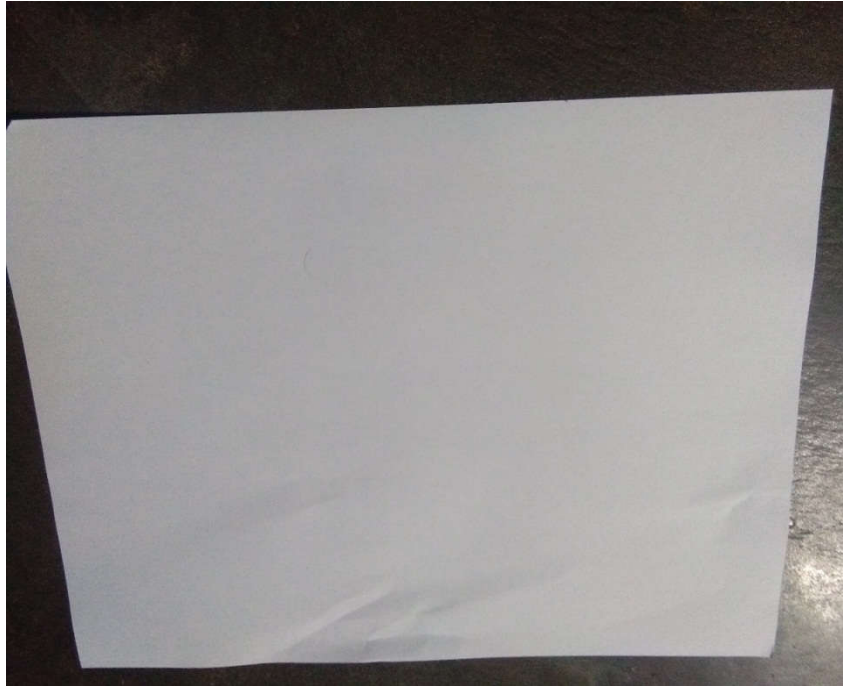
Gambar 3.3. Alat tulis menggambar

3.2.2. Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan sebagai berikut:

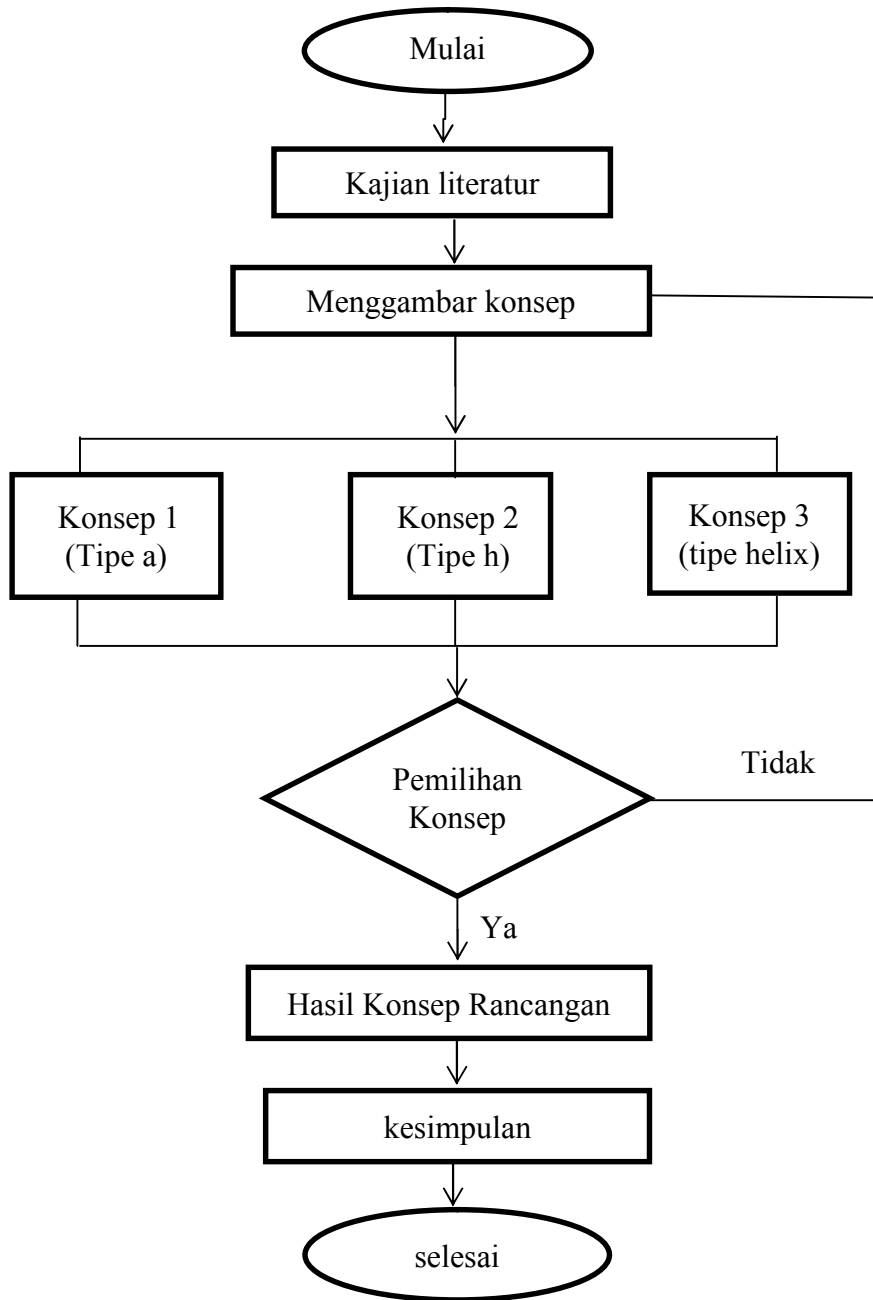
1. Kertas

Digunakan untuk memenggambar sketsa pada tiap-tiap konsep.



Gambar.3.4. Kertas

3.3. Diagram alir



Gambar 3. 5. Diagram Alir

3.4. Penjelasan Diagram Alir

1. kajian literatur adalah bagian yang sangat penting dalam proposal atau laporan penelitian, teori – teori landasan dilakukannya sebuah penelitian. Studi literatur dapat diartikan sebagai kegiatan yang meliputi, mencari, membaca dan menelaah laporan – laporan penelitian dan bahan pustaka yang memuat teori – teori yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan.
2. Menggambar konsep adalah konsep pembuatan desain rancangan yang diwujudkan berupa konsep tertulis atau verbal. Konsep meliputi untuk menetapkan fungsi dalam pemilihan yang menyangkut pembuatan rancangan.
3. Tipe a tipe ini berbentuk likaran bulan yang akan digambar melalui gambar manual.
4. Tipe h tipe ini berbentuk elips yang akan digambar melalui gambar manual.
5. Tipe Helix tipe ini berbentuk layang – layang yang akan digambar melalui gambar manual.
6. Pemilihan konsep adalah pemilihan satu konsep rancangan *darrieus* yang dirancang melalui perangkat lunak.
7. Hasil konsep rancangan adalah turbin angin *darrieus* terdiri dari beberapa komponen dan alat yang dirancang melalui perangkat lunak sehingga terbentuknya rotor turbin *darrieus*.
8. Kesimpulan adalah hasil yang didapat dari pengujian turbin apakah turbin tersebut layak untuk dioperasikan.

3.5. Prosedur Perancangan

Adapun perancangan rotor *darrieus* tipe a dapat dijelaskan pada tahapan berikut ini:

1. Membuat perencanaan dan sketsa bilah dan poros dengan dimensi bilah *darrieus* tipe a.
2. Mempersiapkan ruang kerja.
3. Mempersiapkan laptop atau komputer untuk mendesain.
4. Membuat gambar teknik rancangan.
5. Merancang bilah *darrieus* tipe a.
6. Menghidupkan laptop atau komputer.
7. Membuka menu *software autocad*.
8. Melakukan tampak pengerjaan hingga selesai.
9. Menyimpan file pengerjaan .
10. Merancang poros dan dudukan bilah.
11. Hasil gambar teknik di print (terlampir).

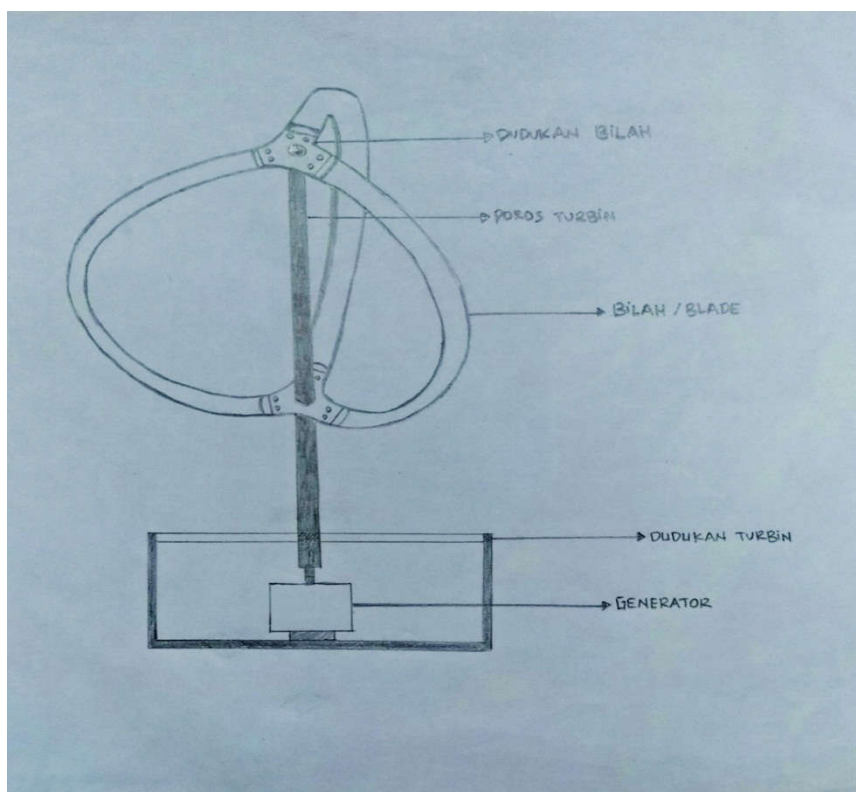
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sketsa Perancangan

Sketsa perancangan pada turbin angin darrieus dengan kapasitas maksimum 300 watt memiliki tiga konsep bilah turbin angin antara lain sebagai berikut:

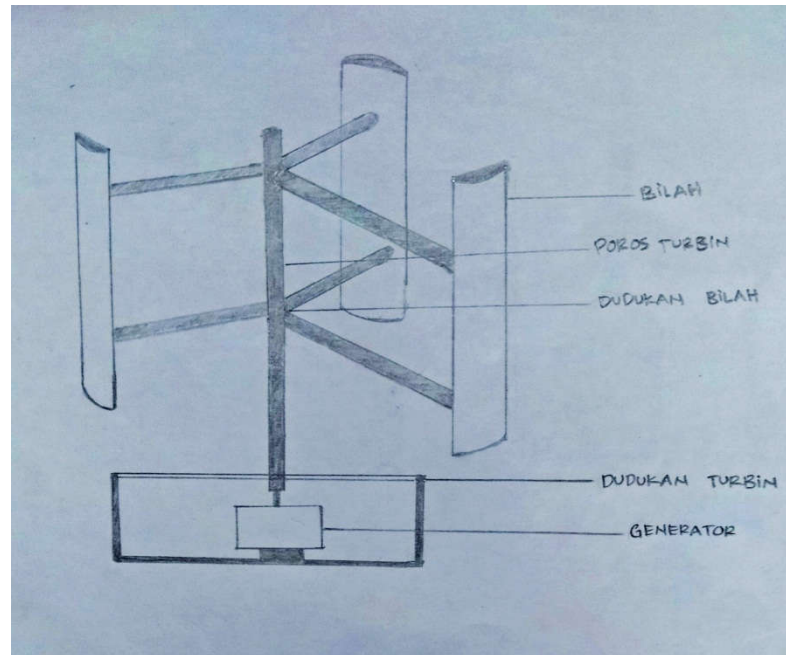
1. Sketsa Konsep 1 Tipe A Bilah *Darrieus*

Dapat dijelaskan bahwa menggunakan sketsa konsep 1 pada tipe a bilah darrieus dengan radius 45° digunakan untuk memanfaatkan yang ada



Gambar 4.1. Sketsa Konsep 1 Tipe A Bilah *Darrieus*

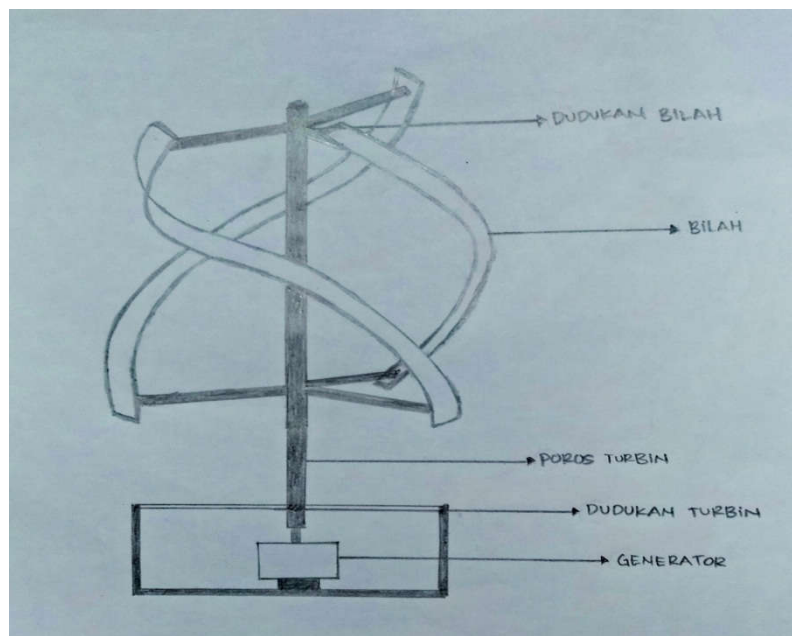
2. Sketsa Konsep 2 Tipe H Bilah *Darrieus*



Gambar 4.2. Sketsa Konsep 2 Tipe H Bilah *Darrieus*

Dapat dijelaskan bahwa menggunakan sketsa konsep 2 pada bilah *darrieus* dengan radius 45° digunakan untuk memanfaatkan angin yang ada.

3. Sketsa Konsep 3 Tipe Helix Bilah *Darrieus*

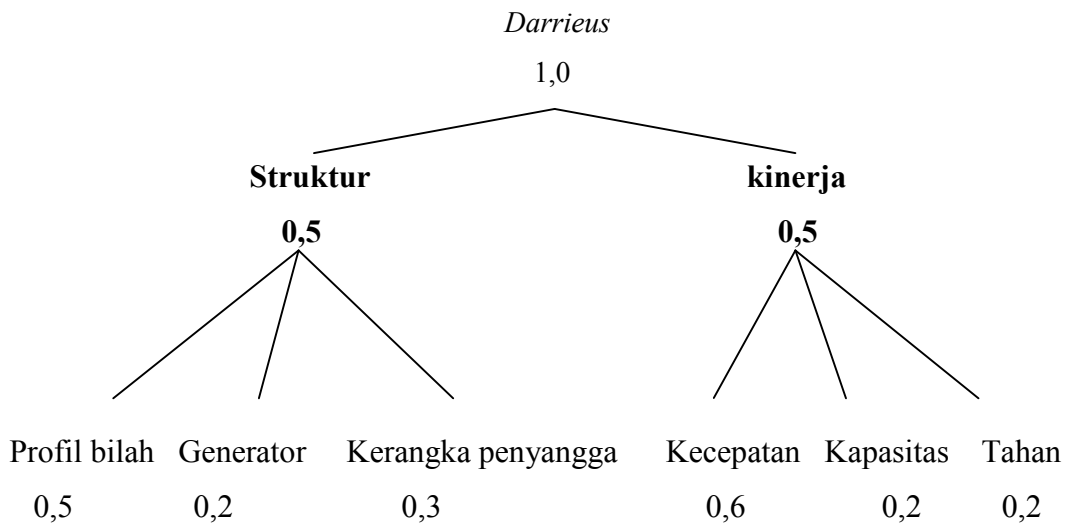


Gambar 4.3. Sketsa Konsep 3 Tipe Helix Bilah *Darrieus*

Dapat dijelaskan bahwa menggunakan sketsa konsep 3 pada bilah *darrieus* dengan radius 50° digunakan untuk memanfaatkan angin yang ada.

2.2. Pemilihan Konsep Pohon Objektif

Dalam proses pemilihan konsep rancangan bilah turbin angin *darrieus* Ini dilakukan dengan menggunakan metode matrik keputusan (pugh 1990). Metode ini umumnya digunakan dalam bidang teknik untuk membuat keputusan dalam perancangan produk. Hasil analisa dari pemilihan bilah turbin angin *darrieus* ini dapat dengan menggunakan kecepatan angin rata-rata yang diukur langsung oleh badan meteorologi klimatologi, dan geofisika (bmkg) balawan berkisar dari 1,38-5'05m/s, maka jenis bilah turbin angin *darrieus helix* mendapat penilaian yang terkecil.



Gambar 4.4. Pohon Objektif Untuk Pemilihan Jenis Turbin Angin

Dapat dijelaskan bahwa metode ini digunakan untuk membuat keputusan dalam perancangan turbin angin *darrieus* dengan menggunakan nilai skala 5 yang dimulai dari 0 hingga 4, dan pada akhirnya penjumlahan dengan nilai terbesar yang dianggap paling baik. Analisa keenam kriteria menghasilkan nilai tertinggi pada tiga bilah turbin angin *darrieus* dengan 3,35. tetapi dua konsep bilah turbin angin *darrieus* juga layak dipertimbangkan karena nilainya tidak terpaut jauh hasil selengkap nya lihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Pemilihan Jenis Turbin Angin Dengan Metode Matrik Keputusan

Kriteria	Faktor pemberat	Turbin angin vertikal			Turbin angin horizontal			Turbin angin <i>darrieus</i>		
		besaran	Angka	Nilai	besaran	angka	nilai	besaran	Angka	Nilai
Struktur profil bilah	0,25	Mahal	2	0,5	Murah	4	1,0	Sedang	3	0,75
Struktur generator	0,1	Mahal	2	0,2	Sedang	3	0,3	Sedang	3	0,3
Struktur kerangka penyanggah	0,15	Murah	4	0,6	Sedang	3	0,45	Sedang	3	0,45
Kecepatan awal bekerja	0,3	Tinggi	2	0,6	Sedang	3	0,9	Rendah	4	1,2
Kapasitas kinerja	0,1	besar	4	0,4	Sedang	3	0,3	Sedang	3	0,3
Daya tahan	0,1	Sangat baik	4	0,4	Sedang	3	0,3	Baik	4	0,4
Hasil				2,7			3,25			3,4

Tabel 4.1. Pemilihan Jenis Turbin Angin Dengan Metode Matrik Keputusan

Dapat dijelaskan bahwa tabel 4.1. Pemilihan jenis tiga jenis turbin angin dapat dibandingkan yaitu jenis vertikal, horizontal dan *darrieus* ketiga jenis ini akan seleksi dengan menggunakan menggunakan enam kriteria sebagai berikut:

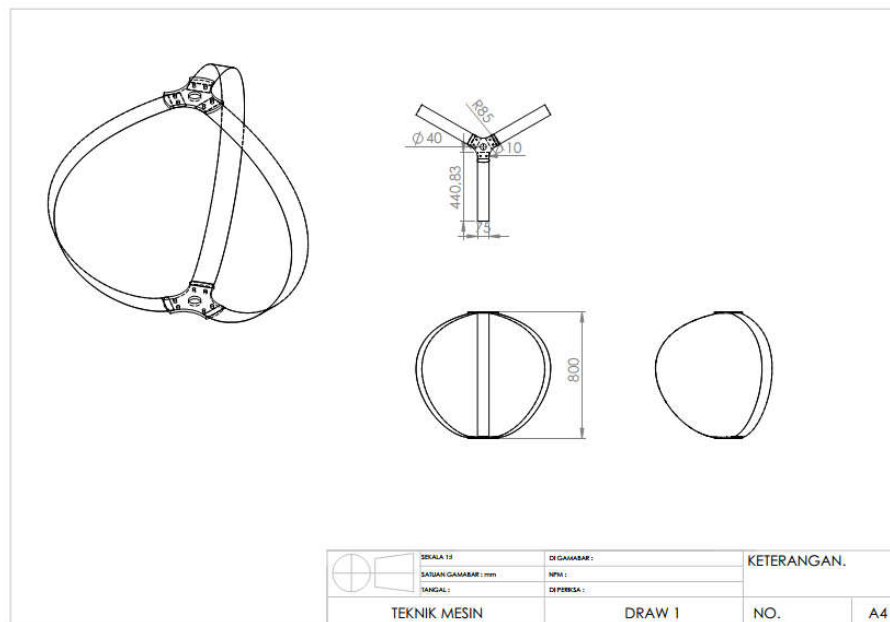
1. Turbin angin vertikal kriteria struktur profil bilah pada faktor pemberat 0,25 dengan angka 2 dan nilainya 0,5 besaran mahal.

2. Turbin angin vertikal kriteria struktur generator pada faktor pemberat 0,1 dengan angka 2 dan nilainya 0,2 besaran mahal.
3. Turbin angin vertikal kriteria struktur kerangka penyangga pada faktor pemberat 0,15 dengan angka 4 dan nilainya 0,6 besaran mahal.
4. Turbin angin vertikal kriteria kecepatan awal bekerja pada faktor pemberat 0,3 dengan angka 2 dan nilainya 0,6 besaran tinggi.
5. Turbin angin vertikal kriteria kapasitas kinerja pada faktor pemberat 0,1 dengan angka 4 dan nilainya 0,4 besaran besar.
6. Turbin angin vertikal kriteria daya tahan pada faktor pemberat 0,1 dengan angka 4 dan nilainya 0,4 besaran sangat baik.
7. Turbin angin vertikal kriteria dengan hasil nilai 2,7.
8. Turbin angin horizontal kriteria struktur profil bilah pada faktor pemberat 0,25 dengan angka 4 dan nilainya 1,0 besaran murah.
9. Turbin angin horizontal kriteria struktur generator pada faktor pemberat 0,1 dengan angka 3 dan nilainya 0,3 besaran sedang.
10. Turbin angin horizontal kriteria struktur kerangka penyangga pada faktor pemberat 0,15 dengan angka 3 dan nilainya 0,45 besaran sedang.
11. Turbin angin horizontal kriteria kecepatan awal bekerja pada faktor pemberat 0,3 dengan angka 3 dan nilainya 0,9 besaran sedang.
12. Turbin angin horizontal kriteria kapasitas kerja pada faktor pemberat 0,1 dengan angka 3 dan nilainya 0,3 besaran sedang.
13. Turbin angin horizontal kriteria daya tahan pada faktor pemberat 0,1 dengan angka 3 dan nilainya 0,3 besaran sedang.
14. Turbin angin horizontal dengan hasil nilai 3,25.
15. Turbin angin *darrieus* kriteria struktur profil bilah pada faktor pemberat 0,25 dengan angka 3 dan nilainya 0,75 besaran sedang.
16. Turbin angin *darrieus* kriteria struktur generator pada faktor pemberat 0,1 dengan angka 3 dan nilainya 0,3 besaran sedang.
17. Turbin angin *darrieus* kriteria struktur kerangka penyangga pada faktor pemberat 0,15 dengan angka 3 dan nilainya 0,45 besaran rendah.
18. Turbin angin *darrieus* kriteria kecepatan awal bekerja pada faktor pemberat 0,3 dengan angka 4 dan nilainya 1,2 besaran sedang.

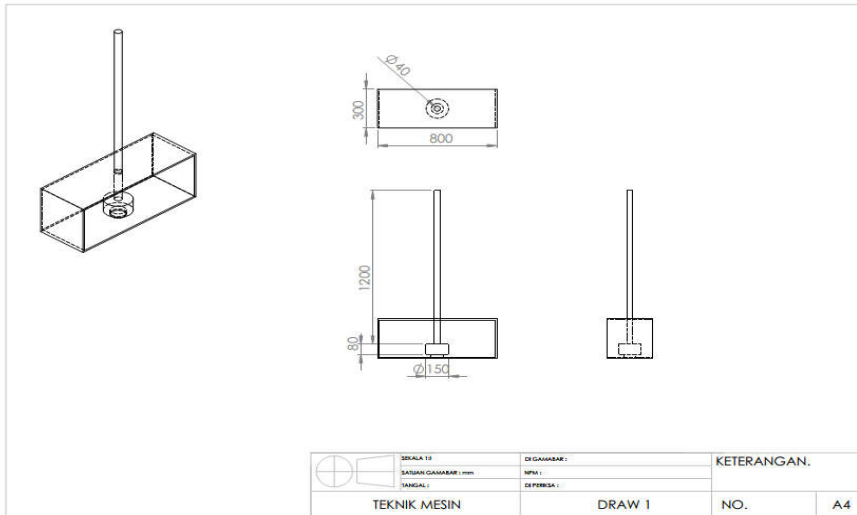
19. Turbin angin *darrieus* kriteria kapasitas kinerja pada faktor pemberat 0,1 dengan angka 3 dan nilainya 0,3 besaran sedang.
20. Turbin angin *darrieus* kriteria daya tahan pada faktor pemberat 0,1 dengan angka 4 dan nilainya 0,4 besaran baik.
21. Turbin angin *darrieus* dengan hasil nilai 3,4.

4.3. Pemilihan Konsep Turbin Angin *Darrieus*

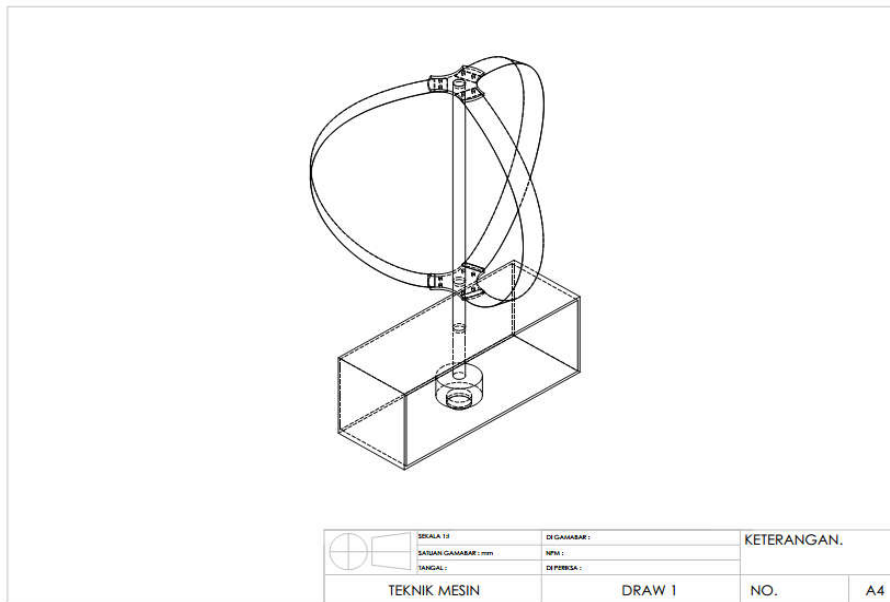
dapat dijelaskan bahwa dengan menggunakan konsep 1 tipe A bilah *darrieus*, pada sudut radius 45° maka mampu menahan hembusan angin untuk kecepatan bilah dengan sangat efisien.



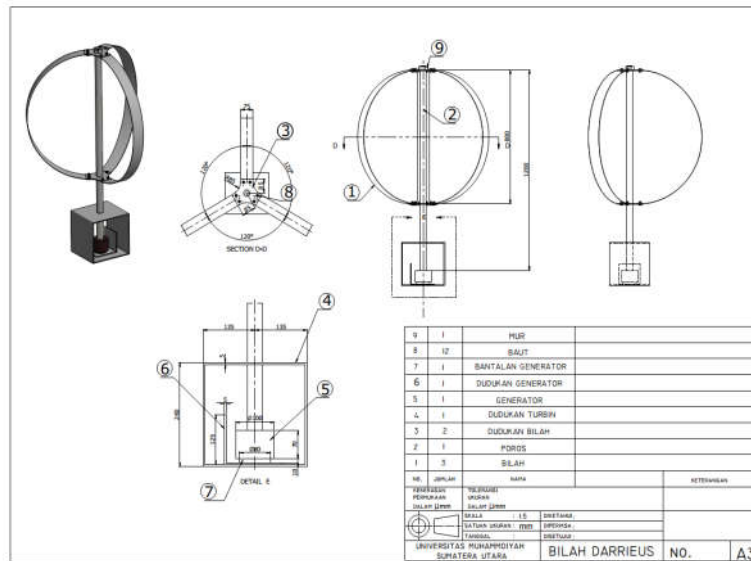
Gambar 4.5. Hasil Konsep 1 Bilah *Darrieus* Tipe A



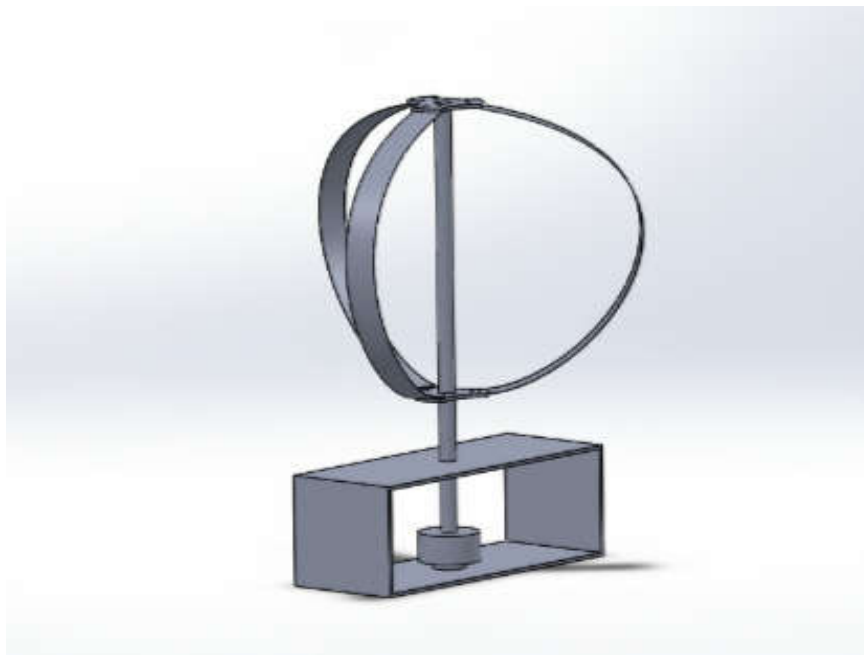
Gambar 4.6. Hasil konsep 1 Poros dan Dudukan Turbin



Gambar 4.7. Hasil *Assembly* konsep 1 Poros dan Dudukan Turbin



Gambar 4.8. Hasil Konsep Rancangan Rotor Turbin Angin *Darrieus* Dengan Kapasitas Maksimum 300 Watt Beserta Ukuran Dan Penjelasannya.



Gambar 4.9. Hasil Rancangan Rotor Turbin Angin *Darrieus*

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat di ambil dari perancangan turbin angin *darrieus* maka dapat di simpulkan sebagai berikut :

1. Turbin angin *darrieus* merupakan salah satu jenis turbin yang mampu beroperasi dalam keadaan angin yang relatif rendah dan pada kondisi kecepatan angin yang berubah.
2. Perancangan rotor turbin angin *darrieus* dengan kapasitas maksimum 300 watt menggunakan rancangan konsep 1 tipe A.
3. Aliran udara yang mengenai bilah *darrieus* terpengaruhi letaknya generator sehingga kurangnya interaksi hembusan bilah *darrieus* pada angin yang rendah.
4. Turunnya performa bilah *darrieus* karena adanya interaksi aliran udara yang rendah. Hal ini dibuktikan untuk koefisien daya yang dihasilkan oleh bilah *darrieus* pada konfigurasi tipe A.

5.2. Saran

Saran yang dapat di berikan oleh penulis untuk penelitian yang dilakukan selanjutnya sebagai berikut:

1. Sebaiknya bilah turbin angin *darrieus* di kombinasikan dengan turbin angin savonius di karenakan perlu keseimbangan agar memberikan daya yang koefisien.
2. Diameter bilah *darrieus* dikarenakan bilah *darrieus* yang di gunakan sangat kecil sehingga menyebabkan hasil yang kurang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Hasrofiddin, Dkk. (2019) *Perancangan Turbin Angin Tipe Hybrid Savonius Darrieus Sumbu Vertikal*. Jurnal Imiah, Riau: Teknik Elektro, Umrah.
- Herlamba Indra Siregar. (2014) *Komparasi Kinerja Turbin Angin Sumbu Vertikal Darrieus Tipe-H Bilah Profil Naca 0018 Dengan dan Tanpa Wind Deflector*. Jurnal Ilmiah, Surabaya: Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.
- Ismail, Dkk. (2017) *Optimasi Perancangan Turbin Angin Vertikal Tipe Darrieus Untuk Penerangan Di Jalan Tol*. Jurnal Ilmiah, Jakarta: Jurusan Teknik Mesin, Universitas Pancasila.
- Koten Kolo Victus Dan Stevy Thiorotz. (2017) *Karakteristik Turbin Darrieus Dengan dan Tanpa Sudu Tetap Pada Proses Pemanfaatan Aliran Air Tekanan Rendah Menjadi Energi Mekanik*. Jurnal Ilmiah, Makassar: Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya.
- Mahyuddin dan Usman. (2019) *Perancangan Dan Uji Kincir Angin Vertikal Darrieus Tipe-H Dengan Daya 0,31 Hp*. Jurnal Riset, Aceh: Program Studi Teknik Mesin, Universitas Abulyatam.
- Pandu Ikkal Prakoso. (2017) *Perencanaan Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Darrieus-H Dengan Penambahan 2 Blade Tipe Savonius Untuk Pembangkit Listrik*. Jurnal Ilmiah, Malang: Jurusan Teknik Mesin, Universitas Islma Malang.
- Pudjanarsa Astu dan Djati Nursuhud. (2017) *Mesin Konversi Energi*. Buku, Yogyakarta: Cv Andi Offset.
- Puriza Yonggi, M dan Melda Latief . (2018) *Pemilihan Bahan Sudu Untuk Perancangan Dan Pembuatan Prototipe Turbin Angin Sumbu Horizontal*. Jurnal Ilmiah, Bangka Belitung: Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung.
- R.A. Siregar dan C.A. Siregar. (2019) *Pembangunan Turbin angin darrieus-Savonius Sebagai Ikon wisata laut dan Kuliner Di Belawan*. Jurnal ilmiah, Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan, Indonesia: Program studi teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah sumatera Utara.

Rusmaryadi Heriyanto, Dkk. (2018) *Model Perencanaan Performansi Aerodinamika Turbin Angin Darrieus Dengan Metode Multiple Streamtube*. Jurnal Ilmiah, Palembang: Jurusan Teknik Mesin, Universitas Tridinanti.

Taufiqurrahman Rahmat Dan Vivien Suphandani. (2017) *Penelitian Numerik Turbin Angin Darrieus Dengan Variasi Jumlah Sudu dan Kecepatan Angin*. Jurnal Ilmiah, Surabaya: Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Industri, ITS.

LAMPIRAN

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Rizki Wibowo
NPM : 1507230017
Judul T.Akhir : Perancangan Bilah Turbin Angin Darrieus Dengan Kapasitas 300 Watt.

Dosen Pembimbing - I : DR.Rakhmad Arief Srg.M.Eng
Dosen Pembimbing - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T
Dosen pembeding - I : Bekti Suroso.S.T.M.Eng
Dosen Pembeding - II : Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T

KEPUTUSAN

- 1 Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2 Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

lihat pada masalah tugas akhir!

- 3 Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Medan 10 Rajab 1441 H
03 Maret 2020 M

Diketahui :
Ketua Prodi T. Mesin


Affandi.S.T.M.ST

Dosen Pembeding - I


Bekti Suroso.S.T.M.Eng

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Rizki Wibowo
NPM : 1507230017
Judul T.Akhir : Perancangan Bilah Turbin Angin Darrieus Dengan Kapasitas 300 Watt.

Dosen Pembimbing - I : DR.Rakhmad Arief Srg.M.Eng
Dosen Pembimbing - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T
Dosen pembeding - I : Beki Suroso.S.T.M.Eng
Dosen Pembeding - II : Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T

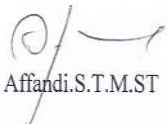
KEPUTUSAN


- 1 Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
- 2 Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
 - ⊙ prosedur perancangan
 - ⊙ Diagram alir
 - ⊙ ... dan Teknik Fane angin
 - ⊙ ... Riset Laporan Skripsi ... yg ... sdh di ... periksa
- 3 Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....
.....

Medan 10 Rajab 1441 H
03 Maret 2020 M

Diketahui :
Ketua Prodi T. Mesin

Dosen Pembeding - I












Affandi.S.T.M.ST


Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2019 – 2020**

Peserta seminar
 Nama : Rizki Wibowo
 NPM : 1507230017
 Judul Tugas Akhir : Perancangan Bilah Turbin Angin Darrieus Dengan Kapasitas 300 Watt.

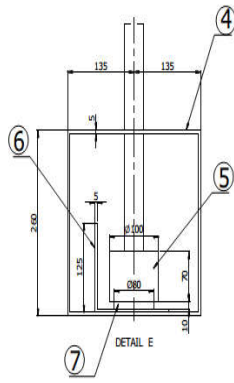
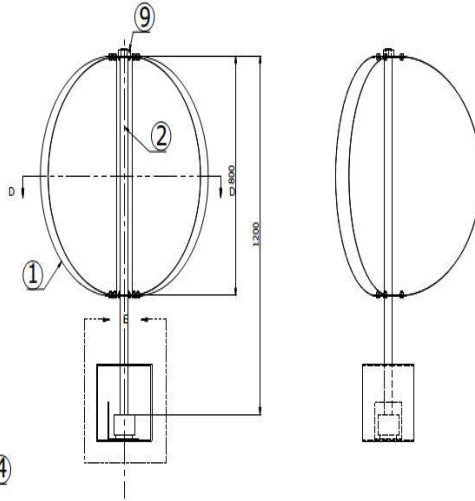
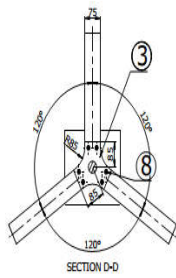
DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : DR.Rakhmad Arief Srg.M.Eng	:
Pembimbing – II : Chandra A Siregar.S.T.M.T	:
Pembanding – I : Bekti Suroso.S.T.M.Eng	:
Pembanding – II : Ahmad Maabdi Srg.S.T.M.T	:

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1407220183	KEVIN GHAFARI	
2	1507230007	Nurman Syahputra	
3	1307230030	EBIT SUSANDI	
4	1307230174	IDRIS	
5	1507230001	Dicky Julianto	
6	1507230084	Hoson FENDI	
7	1507230218	yogi pranata	
8	1407230173	Libesdi Yusup Alst	
9	1507230072	Ananda Pratomo	
10	1507230044	M.SANDI PRADANA	

Medan, 10 Rajab 1441 H
03 Maret 2020 M

Ketua Prodi Teknik Mesin


Affandi.S.T.M.T










9	1	MUR	
8	12	BAUT	
7	1	BANTALAN GENERATOR	
6	1	DUDUKAN GENERATOR	
5	1	GENERATOR	
4	1	DUDUKAN TURBIN	
3	2	DUDUKAN BILAH	
2	1	POROS	
1	3	BILAH	
NO.	JUMLAH	NAMA	KETERANGAN
KEKESAN PERMUKAAN DALAM 1mm		TOLERANSI UKURAN DALAM 1mm	
		SKALA : 1:5	DIKETAHU:
		SATUAN UKURAN : mm	DIPERIKSA:
		TANGGAL :	DIBETUJUI:
UNIVERSITAS MUHAMMIDIYAH SUMATERA UTARA		BILAH DARRIEUS	NO. A3

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

PERANCANGAN BILAH TURBIN ANGIN DARRIEUS DENGAN KAPASITAS
MAKSIMUM 300 WATT

Nama : Rizki wibowo
NPM : 1507230017

Dosen Pembimbing 1 : Dr. Rakhmad Arief Siregar, S.T., M.Eng
Dosen Pembimbing 2 : Chandra A Siregar, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1	28/1/19	perhatikan bab 1 & bab 2	
2	7/1/20	Langsung bab 3	
3	11/1/20	perhatikan bab 3	
5	4/2/20	Langsung bab 4	
6	7/2/20	perhatikan bab 4	
7	11/2/20	Langsung Bab II	
		Ace Seminar	

Ace Seminar



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Data Pribadi

Nama : Rizki Wibowo
NPM : 1507230017
Tempat dan tanggal lahir : Rantau Prapat, 6 April 1996
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Kewarganegaraan : Indonesia
Alamat : Jl. H. Adam Malik Gg. Rambutan. Kel. Padang Bulan, Kec. Rantau Utara
Anak Ke : 2 dari 4 bersaudara
Email : rizkiwibowo2017@gmail.com
No Hp : 081269297892

Nama Orang Tua

Nama Ayah : Muhammad Guslan
Nama Ibu : Syamsidar
Alamat : Jl. H. Adam Malik Gg. Rambutan. Kel. Padang Bulan, Kec. Rantau Utara

Pendidikan Formal

2002-2007 : SDN 117470 Kampung Sawah, Labuhan Batu
2008-2010 : SMPN 2 Rantau Utara Labuhan Batu
2011-2013 : SMKN 2 Rantau Utara Kabupaten Labuhan Batu
2015-2020 : Mengikuti Pendidikan S I Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera
Utara