

**RANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN DAN
SURYA DENGAN TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL
SAVONIUS MENGGUNAKAN BENTUK SUDU L SEBAGAI
SOLUSI ALTERNATIF PENERANGAN PESISIR PANTAI TURUN
ABAN BAGI NELAYAN DESA MATRAS BANGKA**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan
Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Disusun Oleh :

Deni wahyudi NIM : 1041939

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2022/2023**

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL PROYEK AKHIR

**RANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN DAN
SURYA DENGAN TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL
SAVONIUS MENGGUNAKAN BENTUK SUDU L SEBAGAI
SOLUSI ALTERNATIF PENERANGAN PESISIR PANTAI TURUN
ABAN BAGI NELAYAN DESA MATRAS BANGKA**

Oleh :

DENI WAHYUDI NIM : 1041939

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negri Bangka Belitung.
Menyetujui.

Pembimbing 1



Boy Rolastin, S.Tr., M.T

Penguji 1



Zaldy Kurniawan, S.S.T., M.T.

Pembimbing 2



Nanda Pranandita, S.T.T., M.T

Penguji 2



Zaldy Sirwansyah Suzen, S.S.T., M.T.

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Deni Wahyudi
NIM : 1041939
Dengan Judul : RANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
ANGIN TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL
SAVONIUS MENGGUNAKAN BENTUK SUDU L
SEBAGAI DAN SURYA DENGAN SOLUSI
ALTERNATIF PENERANGAN PESISIR PANTAI
TURUN ABAN BAGI NELAYAN DESA MATRAS
BANGKA

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 18 Januari 2023

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

Deni Wahyudi



.....

ABSTRAK

Rancangan alat pembangkit listrik tenaga angin dan surya merupakan suatu tujuan dari pemanfaatan energi panas matahari dan kecepatan angin di pesisir pantai. Untuk mendapatkan suatu hasil rancangan yang sesuai dengan kebutuhan daya sebesar 720 Wh, maka dari itu hasil dari rancangan ini telah mengikuti tahapan pada metode VDI 2222. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan turbin angin jenis savonius menggunakan bentuk profil L, dengan diameter 710 mm dan tinggi 592 mm dapat menghasilkan daya sebesar 279,072 Wh. Dan untuk daya yang dihasilkan dari panel surya tipe Polycrystalline dengan kapasitas 50 Wp sebanyak 1 buah dapat menghasilkan daya sebesar 467,5 Wh. Berdasarkan hasil perhitungan kombinasi turbin angin beserta panel surya, maka didapatkan daya sebesar 746,6. Sehingga dengan daya tersebut sudah memenuhi kapasitas dari kebutuhan daya sebesar 720 Wh. Dari hasil perhitungan analisa kekuatan bahan pada poros turbin dengan material jenis SS 304 menggunakan software SolidWork, diketahui tegangan izin pada material SS 304 sebesar 200 MPa, maka hasil tegangan puntir dengan beban sebesar 1217 Nm menghasilkan yield strenght sebesar $1.723e+002 \text{ N/mm}^2(\text{MPa})$, dan tegangan puntir max sebesar $1.723e+000\text{N/mm}^2(\text{MPa})$.

Kata kunci: VDI 2222, Turbin angin, Panel surya.

ABSTRACT

The design of wind and solar power generators is a goal of utilizing solar thermal energy and wind speed on the coast. To get a design result that is in accordance with the power requirement of 720 Wh, therefore the results of this design have followed the steps in the VDI 2222 method. From the results of the calculations that have been carried out the savonius type wind turbine uses an L-shaped profile, with a diameter of 710 mm and a height 592 mm can produce a power of 279.072 Wh. And for the power generated from a Polycrystalline type solar panel with a capacity of 50 Wp as much as 1 unit can produce a power of 467.5 Wh. Based on the calculation results of the combination of wind turbines and solar panels, a power of 746.6 is obtained. So that with this power it meets the capacity of the power requirement of 720 Wh. From the results of the calculation of the strength analysis of the material on the turbine shaft with material type SS 304 using SolidWork software, it is known that the allowable stress on the material SS 304 is 200 MPa, then the resultant torsional stress with a load of 1217 Nm produces a yield strength of $1.723e+002 \text{ N/mm}^2 \text{ (MPa)}$, and the max torsional stress is $1.723e+000 \text{ N/mm}^2 \text{ (MPa)}$.

Keywords: VDI2222, Wind turbines, Solar panels.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirobbil'alamin, Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT dengan segala nikmat, dan karunianya sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Akhir yang berjudul "Rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya Dengan Turbin Angin Sumbu Vertikal Savonius Menggunakan Bentuk Sudu L Sebagai Solusi Alternatif Penerangan Pesisir Pantai Turun Aban Bagi Nelayan Desa Matras Bangka". Laporan Akhir ini dibuat untuk memenuhi syarat memperoleh Sarjana Terapan (Diploma IV) pada jurusan Teknik Mesin dan Manufaktur di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Penulis sangat menyadari dalam pembuatan rancangan dan penyusunan laporan tidak lepas dari ilmu, dukungan, bimbingan, dan doa dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua Ayah dan Ibu serta Keluarga teristimewa yang selalu mendoakan pada setiap proses berjalannya Tugas Akhir ini dan telah memberikan dukungan baik materil dan moril.
2. Bapak Boy Rolastin, S.Tr, M.T selaku Dosen Pembimbing I Proyek Akhir Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Bapak Nanada Pranandita, S.T.T., M.T selaku Dosen Pembimbing 2 Proyek akhir Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng selaku Ka. Jurusan Teknik Mesin.
5. Semua pihak yang telah banyak membantu untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini .

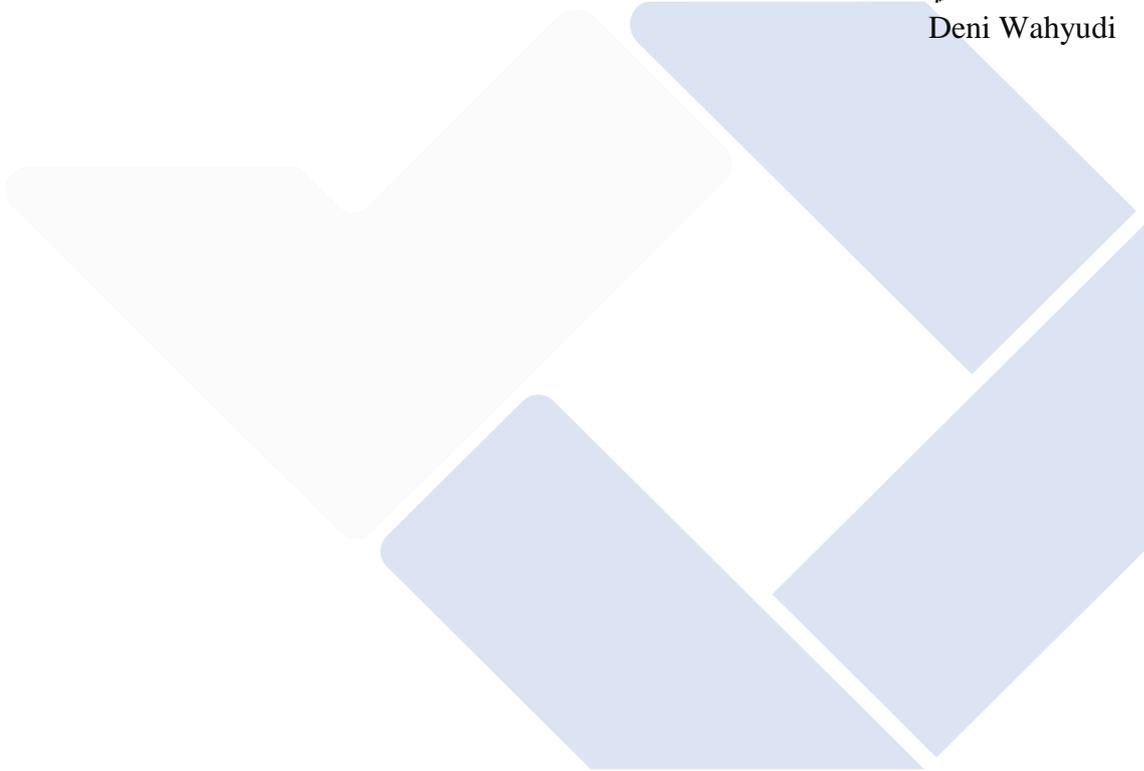
Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini penulis tentunya memahami masih banyak kekurangan dan kesalahan karena adanya keterbatasan pada penulis, untuk itu penulis meminta maaf yang sebesar-besarnya. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak bersifat membangun atas laporan proyek akhir ini. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan semoga laporan proyek akhir ini bermanfaat bagi penulis dan pembacanya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Sungailiat, 18 Januari 2023



Deni Wahyudi



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Definisi Angin.....	4
2.2 Peta Potensi Kecepatan Angin di Kepulauan Bangka.....	4
2.3 Proses Terjadinya Angin Darat dan Angin laut	5
2.3.1 Terjadinya Angin Laut	5
2.3.2 Terjadinya Angin Darat.....	5
2.3.3 Turbin Angin	6
2.3.4 Turbin Angin Vertikal Savonius dengan Profil L	6
2.3.5 Perencanaan Turbin Angin Vertikal Savonius	8
2.3.6 Perencanaan Transmisi Pully dan Belt.....	9
2.3.7 Analisa Kekuatan Bahan pada Komponen	12
2.3.8 Komponen Turbin Angin Vertikal	12
2.3.9 <i>Controller</i> Turbin Angin	16
2.3.10Baterai atau Aki.....	17
2.4 Energi Panas Matahari	17
2.5 Peta Potensi Energi Surya di Kepulauan Bangka	17

2.5.1	Panel Surya.....	18
2.5.2	Perencanaan Panel Surya.....	18
2.5.3	<i>Controller Panel Surya</i>	19
2.5.4	<i>Baterai</i> atau Aki	20
2.5.5	Inverter Ac.....	20
2.6	Prinsip Kerja Alat Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dan Surya	21
2.7	Metode Perancangan	22
2.7.1	Merencana	22
2.7.2	Mengkonsep	22
2.7.3	Merancang.....	23
2.7.4	Penyelesaian.....	24
2.8	Penelitian Terdahulu	25
BAB III METODE PELAKSANAAN		29
3.1	Identifikasi Masalah	29
3.2	Studi Literatur	29
3.3	Metode Perancangan VDI 2222	30
3.3.1	Analisa.....	30
3.3.2	Membuat Konsep	30
3.3.3	Perancangan Alat.....	31
3.3.4	Penyelesaian.....	31
3.4	Kesimpulan	31
BAB IV PEMBAHASAN		32
4.1	Teknik Rancangan.....	32
4.2	Pengumpulan Data	32
4.2.1	Daftar Tuntutan	34
4.3	Penentuan Fungsi Bagian.....	34
4.3.1	Black Box	34
4.3.2	Struktur Fungsi Alat	34
4.3.3	Hirarki Fungsi Bagian	34
4.4	Alternatif Fungsi Bagian	37
4.4.1	Penentuan Alternatif Konsep.....	38
4.4.2	Penilaian Variasi Konsep	48

4.5 Merancang.....	50
4.5.1 Perhitungan.....	50
4.5.2 Pencapaian Hasil Dari Daftar Tuntutan.....	57
BAB V PENUTUP	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	60



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pengujian variasi profil pada sudu turbin (Wijianti, dkk 2019)	7
Tabel 2.2 Dimensi V-belt (Novitasari 2018)	11
Tabel 4.1 Data kecepatan angin dan panas matahari	33
Tabel 4.2 Daftar tuntutan	35
Tabel 4.3 Deskripsi fungsi bagian	37
Tabel 4.4 Fungsi konversi panas matahari menjadi energi listrik	39
Tabel 4.5 Fungsi konversi energi mekanis menjadi listrik	40
Tabel 4.6 Fungsi rangka	41
Tabel 4.7 Fungsi turbin angin	42
Tabel 4.8 Fungsi transmisi	43
Tabel 4.9 Fungsi rumah mesin	44
Tabel 4.10 Skala penilaian varian konsep	49
Tabel 4.11 Penilaian dari aspek teknis	49
Tabel 4.12 Penilaian dari aspek ekonomis	49
Tabel 4.13 Dimensi V – belt	55
Tabel 4.14 Pencapaian daftar tuntutan para nelayan	57
Tabel 4.15 Pencapaian daftar tuntutan hasil seminar proposal	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta kecepatan angin di Indonesia (BMKG Bangka Belitung, 2022)	4
Gambar 2.2 Proses terjadinya angin laut (Bachtiar dan Hayyatul 2018)	5
Gambar 2.3 Proses terjadinya angin darat (Bachtiar dan Hayyatul 2018)	5
Gambar 2.4 Prinsip teori pada turbin angin (I.B. Alit, dkk 2019).....	6
Gambar 2.5 Variasi bentuk profil sudu turbin angin a. Profil L, b. Profil S dan c. Profil U (Wijianti, dkk 2019).	7
Gambar 2.6 Skematik dari turbin angin jenis savonius (I.B. Alit, dkk 2019)	9
Gambar 2.7 Diameter puli dan jarak sumbu (Novitasari 2018)	11
Gambar 2.8 Simulasi kekuatan bahan	12
Gambar 2.9 Pipa besi (Siregar dan Lubis 2019).....	13
Gambar 2.10 Bilah kipas profil L (Wijianti, dkk 2019)	13
Gambar 2.11 Akrilik.....	14
Gambar 2.12 Pillow block bearing	14
Gambar 2.13 Anemometer (Maulana Aliva dan Nugroho 2019).....	15
Gambar 2.14 Pully dan Belt	16
Gambar 2.15 Genarator alternator	16
Gambar 2.16 Solar charger controller	17
Gambar 2.17 Baterai atau aki	17
Gambar 2.18 Peta potensi energi surya di Kepulauan Bangka (Kementerian ESDM 2022)	18
Gambar 2.19 Panel surya jenis polycrystalline	19
Gambar 2.20 Solar charger controller (SCC)	20
Gambar 2.21 Baterai atau aki	20
Gambar 2.22 Inverter ac	21
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	29
Gambar 4.1 Diagram diagram black box.....	35
Gambar 4.2 Struktur fungsi alat	36
Gambar 4.3 Diagram pembagian sub fungsi bagian.....	36

Gambar 4.4 Penentuan alternatif konsep	38
Gambar 4.5 Varian konsep 1	46
Gambar 4.6 Varian konsep 2	47
Gambar 4.7 Varian Konsep 3	48
Gambar 4.8 Diagram batang penilaian aspek teknis dan ekonomis	50
Gambar 4.9 Analisa tegangan puntir pada poros turbin	57



LAMPIRAN

Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2 : Gambar Draft dan Gambar Kerja

Lampiran 3 : Foto Dokumentasi Pengambilan Data Awal



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu Negara yang strategis dengan posisi berada tepat di garis khatulistiwa, sehingga banyak memberikan dampak sebagai penghasil energi yang dapat memanfaatkan secara efisien. Seperti salah satu contohnya adalah energi angin dan panas matahari (Bachtiar dan Hayyatul 2018).

Berdasarkan hasil data (Perda Babel 2020), saat ini Kepulauan Bangka Belitung mempunyai potensi energi primer yang dapat dimanfaatkan diantaranya yaitu Panas matahari 2,8 MW dan kecepatan angin 1,7 MW. Sementara kebijakan yang diambil Pemerintah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung kedepannya mempunyai target antara tahun 2025-2050 dapat menggunakan energi terbarukan sebesar 17,21% - 30,97% (Siti Rahma Wati 2021).

Radiasi panas matahari merupakan energi panas yang tidak terbatas, untuk ketersediaan panas matahari dengan letak daerah tertentu maka tiap wilayah dapat memanfaatkan panas matahari sebagai energi penghasil listrik yang efisien dan ramah lingkungan dengan menggunakan alat Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) (Gunawan et al. 2021).

Tenaga angin merupakan salah satu energi yang paling efisien jika dimanfaatkan dengan baik dan benar, banyak dari negara-negara yang menghasilkan tenaga angin sebagai pemasok listrik cadangan. Tenaga angin dapat dimanfaatkan sebagai penghasil listrik dengan bantuan alat seperti Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA). Dalam pemanfaatan alat Pembangkit Listrik Tenaga Angin pada penempatan tinggi atau rendahnya suatu alat dapat mempengaruhi pergerakan angin dan kecepatan angin menurut (Suud, dkk 2020).

Turbin angin jenis savonius merupakan jenis turbin angin sumbu vertikal dengan variasi sudu atau kipas 2 sampai 4 atau lebih. Salah satu jenis turbin angin yang dapat berputar

pada kecepatan rendah yaitu turbin angin jenis savonius, hal tersebut dikarenakan dari faktor sumbu pada turbin dan bentuk profil pada sudu menurut (Siregar dan Lubis 2019), pada penelitian ini perancang menggunakan turbin angin dengan jenis savonius.

Penelitian yang telah dilakukan oleh (Wijianti, dkk 2019), bentuk profil pada sudu atau kipas sangat mempengaruhi terhadap kinerja turbin angin, diketahui profil L pada turbin angin sangat memiliki kinerja paling baik dibandingkan dengan profil U dan S, hal tersebut disebabkan oleh lengkungan pada profil L mampu mereduksi turbulen yang terjadi pada ujung sudu, sehingga pergerakan dan dorongan angin yang terjadi di belakang profil menjadi lebih besar, hal tersebut yang menyebabkan turbin angin dapat berputar lebih kencang. Turbin angin yang digunakan dengan jenis savonius, hasil pengujian yang telah dilakukan menggunakan terowongan angin sepanjang 1 meter dan menggunakan kipas angin sebagai alat pengujian pada turbin angin dengan diameter 300 mm dan tinggi 400 mm, kecepatan angin yang digunakan sebesar 2,9 m/s, 3,2 m/s dan 3,3 m/s. Model profil pada turbin angin yang akan diuji adalah profil L, U dan S yang terbuat dari material alumunium dengan ketebalan 0,3 mm dan masing-masing memiliki 4 buah sudu atau kipas. Turbin angin ditumpu oleh rangka yang terbuat dari baja siku dan memiliki dimensi panjang sebesar 1600 mm, lebar 400 mm dan tinggi 900 mm. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dengan variasi bentuk profil pada sudu turbin, kinerja paling baik terdapat pada turbin angin dengan profil L. Maka dari itu pada penelitian ini perancang akan menggunakan sudu turbin dengan profil L.

Ketersediaan panas matahari dan kecepatan angin tepatnya di pesisir pantai Turun Aban, Kepulauan Bangka Belitung dinilai cukup memadai. Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Lingkungan Desa Matras Turun Aban, lokasi tersebut merupakan pantai yang sering digunakan untuk berangkat dan berlabuhnya perahu-perahu para nelayan. Para nelayan sering melakukan bongkar muat hasil tangkapan mereka pada pagi dan malam hari. Saat ini, para Nelayan tersebut mengalami kesulitan bongkar muatan terutama pada malam hari. Hal ini, dikarenakan pasokan listrik pada Pantai Turun Aban sama sekali belum masuk. Demi mendapatkan aliran listrik para nelayan harus bersusah payah menggunakan alat bantuan penerangan seperti mesin genset. Untuk operasionalnya mesin genset ini memerlukan banyak biaya dalam segi bahan bakar dan

perbaikan apabila terjadi kerusakan. Pada penelitian ini bertujuan untuk membantu para nelayan yang ada di pesisir Pantai Turun Aban untuk memanfaatkan energi panas matahari dan tenaga angin agar dapat dikonversi menjadi energi listrik sebagai penerangan di pesisir pantai, sehingga bisa mengatasi permasalahan tersebut. Berdasarkan penjelasan di atas adapun penelitian yang akan dilakukan dengan judul “Rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dan Surya Dengan Turbin Angin Sumbu Vertikal Savonius Menggunakan Bentuk Sudu L Sebagai Solusi Alternatif Penerangan Pesisir Pantai Turun Aban Bagi Nelayan Desa Matras Bangka”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana cara merancang alat pembangkit listrik tenaga angin dan surya yang sesuai dengan kebutuhan daya sebesar 720 Wh ?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu menghasilkan rancang alat pembangkit listrik tenaga angin dan surya yang sesuai dengan kebutuhan daya sebesar 720 Wh.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Alat uji yang digunakan sebagai pengukur kecepatan angin adalah anemometer digital dengan tipe GM816, untuk kalibrasi pada alat ukurnya cukup dengan menekan tombol mode maka alat ukur tersebut akan terkalibrasi tersendiri.
2. Alat uji yang digunakan pada pengukuran panas matahari yaitu langsung menggunakan panel surya, dengan langsung menggunakan panel surya maka dapat mengetahui berapa panas matahari di lokasi penelitian dan dapat mengetahui berapa daya yang di hasilkan dari panas matahari terhadap panel surya untuk mengecaskan kedalam aki.

BAB II

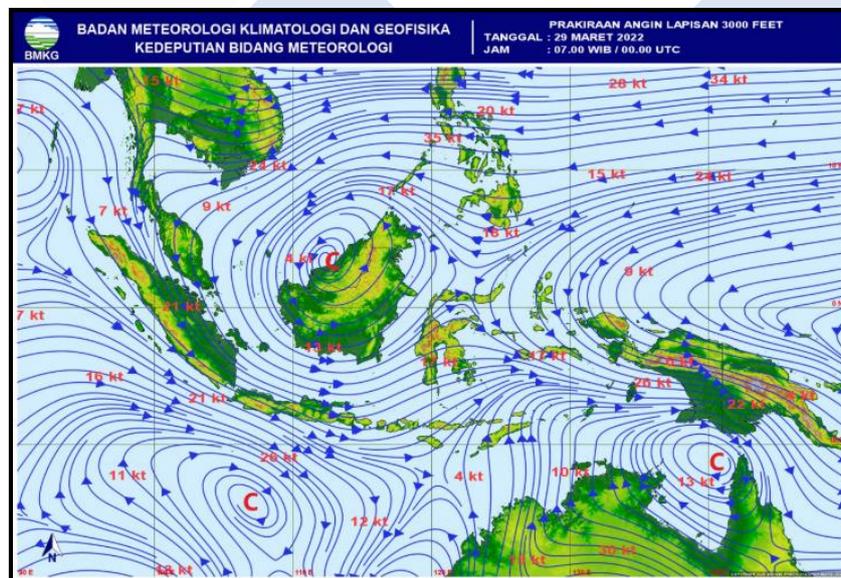
LANDASAN TEORI

2.1 Definisi Angin

Angin adalah pergerakan udara yang mengalir disebabkan oleh perbedaan tekanan udara dan suhu disekitarnya. Faktor penyebab yang dapat mempengaruhi terjadinya angin yaitu lokasi tempat, tinggi/rendah suatu tempat dan waktu. Kecepatan angin mempunyai satuan yang biasa digunakan yaitu (m/s, km/h dan knot) (Rohman 2019).

2.2 Peta Potensi Kecepatan Angin di Kepulauan Bangka

Sebagian dari wilayah Indonesia terdapat potensi energi angin yang sangat besar. Hasil data dari (BMKG Bangka Belitung, 2022), rata-rata kecepatan angin di Kepulauan Bangka Belitung pada tanggal 29 Maret 2022 sebesar 15 Knot atau 7,7 m/s, oleh karena itu potensi untuk mengembangkan suatu alat pembangkit tenaga angin sangat baik. Peta kecepatan angin di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 2.1.

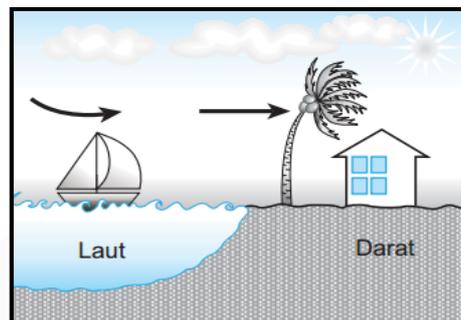


Gambar 2.1 Peta kecepatan angin di Indonesia (BMKG Bangka Belitung, 2022)

2.3 Proses Terjadinya Angin Darat dan Angin laut

2.3.1 Terjadinya Angin Laut

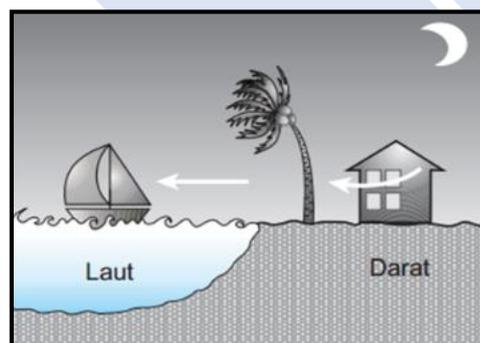
Angin laut merupakan jenis angin yang berpindah dari lautan ke daratan hal tersebut terjadi karena perbedaan tekanan udara dan perubahan suhu panas air yang sering berubah-ubah (Bachtiar dan Hayyatul 2018), proses terjadinya angin laut dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Proses terjadinya angin laut (Bachtiar dan Hayyatul 2018)

2.3.2 Terjadinya Angin Darat

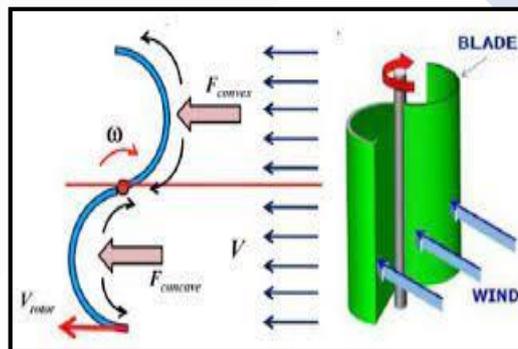
Angin darat bergerak ketika malam hari, ketika panas yang diserap dari permukaan daratan terjadi di lautan lalu akan dilepaskan kembali untuk menghasilkan udara dingin pada malam hari di daratan (Bachtiar dan Hayyatul 2018), proses terjadinya angin darat dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Proses terjadinya angin darat (Bachtiar dan Hayyatul 2018)

2.3.3 Turbin Angin

Turbin angin merupakan komponen yang dapat berfungsi sebagai pengubah energi angin menjadi gaya kinetik. Mulai diciptakannya inovasi turbin angin terdahulu dibuat untuk memudahkan para petani pada saat melakukan penggilingan padi, keperluan aliran air pada sungai dan lain-lainnya. Turbin angin pertama kali diciptakan di Denmark, Belanda dan negara-negara Eropa lainnya. Saat ini turbin angin telah banyak dikembangkan dari berbagai negara baik dalam segi bentuk dan material sesuai dengan kebutuhan. Turbin angin dapat dibedakan menjadi dua pengembangan, yaitu : turbin angin sumbu vertikal dan turbin angin sumbu horizontal dengan berbagai jenis yang berbeda-beda (Pangestu 2017). Pada penelitian ini jenis turbin angin yang digunakan yaitu turbin angin sumbu vertikal dengan tipe savonius, prinsip teori pada turbin angin dapat dilihat pada Gambar 2.4.

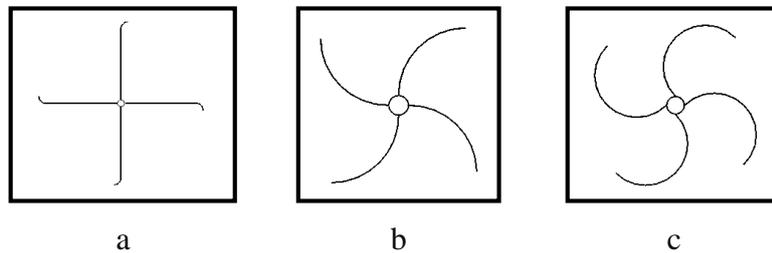


Gambar 2.4 Prinsip teori pada turbin angin (I.B. Alit, dkk 2019)

2.3.4 Turbin Angin Vertikal Savonius dengan Profil L

Salah satu turbin angin yang dapat berfungsi pada kecepatan rendah yaitu turbin angin sumbu vertikal (VAWT) dengan tipe Savonius. Turbin ini pertama kali di ciptakan oleh seorang sarjana Finlandia bernama Sigurd J. Savonus pada tahun 1922. Konstruksi turbin yang cukup sederhana, yang memiliki dua, tiga, sampai empat buah sudu atau kipas. Pada perkembangan yang terjadi pada turbin Savonius ini banyak mengalami perubahan bentuk tipe profil, seperti sudu dengan desain yang berbentuk huruf L, U dan S (Wijianti, dkk 2019), variasi bentuk profil sudu turbin angin vertikal dapat dilihat pada

Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Variasi bentuk profil sudu turbin angin a. Profil L, b. Profil S dan c. Profil U (Wijianti, dkk 2019).

Pada tahapan ini perancang menggunakan sudu atau kipas dengan bentuk profil L, hal tersebut dilakukan atas dasar penelitian sebelumnya (Wijianti, dkk 2019), dari kesimpulan hasil penelitian yang telah dilakukan 1. Semakin besar kecepatan angin, maka semakin tinggi putaran pada turbin dan semakin besar daya yang dihasilkan. 2. Profil yang terdapat pada sudu memberikan banyak pengaruh terhadap pergerakan turbin angin, pengujian variasi profil pada sudu turbin dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Pengujian variasi profil pada sudu turbin (Wijianti, dkk 2019)

No	Jenis profil sudu			Hasil uji coba
1	Turbin angin	savonius	menggunakan profil L	Kinerja turbin angin dengan sudu profil L pada kecepatan angin 3,3 m/s putaran poros mampu mencapai 177,63 rpm dan menghasilkan tegangan sebesar 4 volt.
2	Turbin angin	savonius	menggunakan profil S	Kinerja turbin angin dengan sudu profil S pada kecepatan angin 3,3 m/s turbin mampu berputar pada kecepatan 168,8 rpm dan menghasilkan tegangan 3,63 volt.
3	Turbin angin	savonius	menggunakan profil U	Kinerja turbin angin dengan sudu profil U, pada kecepatan angin 3,3 m/s mampu memutar turbin mencapai 144,56 rpm dan menghasilkan tegangan sebesar 3,3 volt.

Maka dapat disimpulkan kinerja paling baik dari ketiga variasi sudu turbin angin yaitu turbin angin dengan profil L.

2.3.5 Perencanaan Turbin Angin Vertikal Savonius

Untuk menentukan daya yang peroleh dari turbin angin dapat dirumuskan sebagai berikut (I.B. Alit, dkk 2019) :

$$P_w = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot a \text{ udara} \cdot A \text{ swept} \cdot v^3 \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

- P_w = Daya angin (Watt)
- ρ = Densitas Udara (kg/m^3)
- A = Luas Penampang Turbin (m^2)
- V = Kecepatan Angin (m/s)

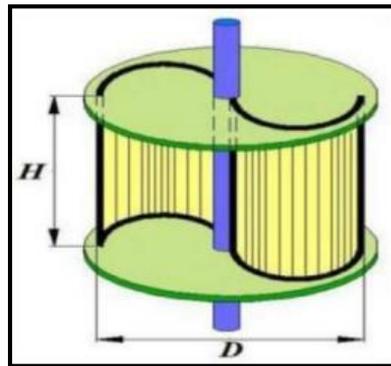
Untuk mengetahui luas sapuan pada turbin dapat dirumuskan sebagai berikut (I.B. Alit, dkk 2019) :

$$A \text{ swept} = \pi \cdot D \cdot h \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

- D = diameter dari turbin (mm)
- H = tinggi dari sudu (mm)

Luas sapuan pada turbin angin diasumsikan dengan tinggi turbin H dikali diameter D (I.B. Alit, dkk 2019), skematik dari turbin angin jenis savonius dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Skematik dari turbin angin jenis savonius (I.B. Alit, dkk 2019)

2.3.6 Perencanaan Transmisi Pully dan Belt

Untuk mengetahui dan memilih ukuran diameter pully, dapat menggunakan rumus perbedaan putaran (i) (Novitasari 2018) :

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

- N₁ = Putaran Puli Penggerak 1 (rpm)
- N₂ = Putaran Puli Digerakkan 2 (rpm)
- D₁ = Diameter Puli Penggerak 1 (mm)
- D₂ = Diameter Puli Digerakkan 2 (mm)

Besarnya kecepatan keliling atau kecepatan linear yang biasa dilambangkan v atau u dapat dinyatakan dengan persamaan berikut (Novitasari 2018) :

$$V_p = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1000} \dots\dots\dots (2.4)$$

- V_p = Kecepatan Linier (m/s)
- D = Diameter Puli (mm)
- n = Putaran Puli (rpm)

Perhitungan jarak kedua sumbu poros dan panjang belt, dengan asumsi jarak sumbu poros (C) harus sebesar 1,5 sampai 2 kali diameter puli besar, dengan persamaan sebagai berikut (Novitasari 2018) :

$$C = 2D_2 \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana ;

C = Jarak Sumbu Poros (mm)

D₂ = Diameter Puli (mm)

Perencanaan pada panjang belt (L) dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut (Novitasari 2018).

$$L = 2 \cdot C + \frac{\pi}{2}(D_2 + D_1) + \frac{1}{4 \cdot C}(D_2 + D_1)^2 \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

C = Jarak Sumbu Poros (mm)

D₁ = Diameter Puli Penggerak (mm)

D₂ = Diameter Puli Digerakkan (mm)

Apabila panjang belt sudah diketahui, maka jarak kedua poros dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Novitasari 2018).

$$C = \frac{\sqrt{8 \cdot D_2 \cdot L - 4 \pi \cdot D_2 (D_2 - D_1) - (D_2 - D_1)^2}}{8} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana :

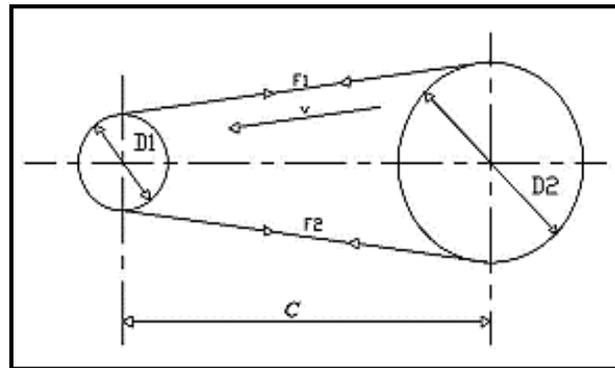
C = Jarak sumbu

L = Panjang belt

D₁ = Diameter puli 1

D₂ = Diameter puli 2

Diketahui untuk mendapatkan hasil C dan L dapat menggunakan persamaan di atas, gambar skema diameter puli dan jarak sumbu poros dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Diameter puli dan jarak sumbu (Novitasari 2018)

dengan menggunakan persamaan L di atas maka hasil persamaan dapat di sesuaikan dengan nilai standar panjang *belt* terdekat, dimensi standar pada belt dapat dilihat pada Tabel 2.2.

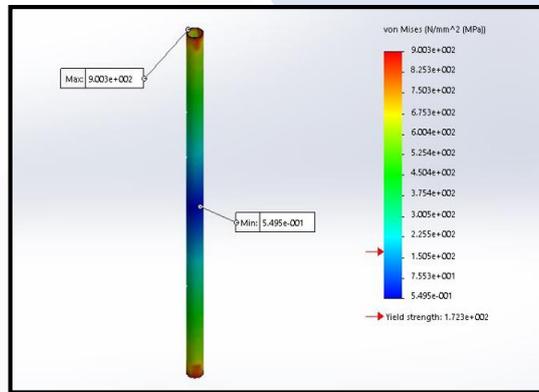
Tabel 2.2 Dimensi V-belt (Novitasari 2018)

<i>Type of Belt</i>	<i>Cross - sectional</i>			<i>Design length of belt, L (mm)</i>
	<i>b (mm)</i>	<i>h (mm)</i>	<i>A (mm)²</i>	
O	10	6	0,47	400 ; 450 ; 560 ; 630 ; 710 ; 800 ; 900 ; 1000 ; 1120 ; 1250 ; 1400 ; 1600 ; 1800 ; 2000 ; 2240 ; 2500
A	13	8	0,81	560 ; 630 ; 710 ; 800 ; 900 ; 1000 ; 1120 ; 1250 ; 1400 ; 1600 ; 1800 ; 2000 ; 2240 ; 2500 ; 2800 ; 3150 ; 3550 ; 4000
B	17	10,5	1,38	800 ; 900 ; 1000 ; 1120 ; 1250 ; 1400 ; 1600 ; 1800 ; 2000 ; 2240 ; 2500 ; 2800 ; 3150 ; 3550 ; 4000 ; 4500 ; 5000 ; 5600 ; 6300
C	22	13,5	2,3	1800 ; 2000 ; 2240 ; 2500 ; 2800 ; 3150 ; 3550 ; 4000 ; 4500 ; 5000 ; 5600 ; 6300 ; 7100 ; 8000 ; 9000 ; 10.000
D	32	19	4,75	3150 ; 3550 ; 4000 ; 4500 ; 5000 ; 5600 ; 6300 ; 7100 ; 8000 ; 9000 ; 10.000 ; 11.000 ; 12.500 ; 14.000
E	38	23,5	6,95	4500 ; 5000 ; 5600 ; 6300 ; 7100 ; 8000 ; 9000 ; 10.000 ; 11.000 ; 12.500 ; 14.000 ; 16.000 ; 18.000

F	50	30	11,7	6300 ; 7100 ; 8000 ; 9000 ; 10.000 ; 11.000 ; 12.500 ; 14.000 ; 16.000 ; 18.000 ; 16.000 ; 18.000
---	----	----	------	------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.3.7 Analisa Kekuatan Bahan pada Komponen

Untuk mengetahui ketahanan material pada komponen atau *part* maka akan dilakukan analisa perhitungan momen torsi pada poros turbin angin dengan persamaan rumus, dan dilakukan uji coba analisa 3D menggunakan *software* SolidWork, dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Simulasi kekuatan bahan

$$T = \frac{1}{2} \cdot \rho a \cdot AT \cdot V^2 \cdot r \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

ρa : Kerapatan Udara (Kg/m²)

AT : Luas Sapuan (m²)

V : Kecepatan Angin (m/s)

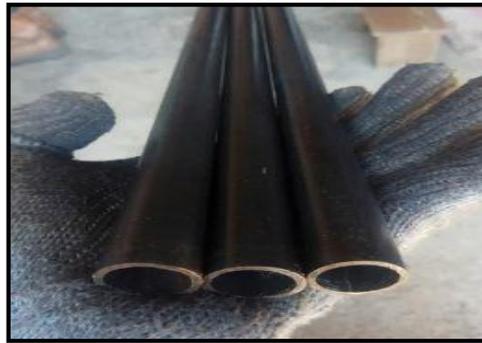
r : Jari-jari (m)

2.3.8 Komponen Turbin Angin Vertikal

Berikut merupakan komponen-komponen utama yang digunakan pada pembuatan turbin angin vertikal

2.3.8.1 Pipa Sebagai Poros Turbin

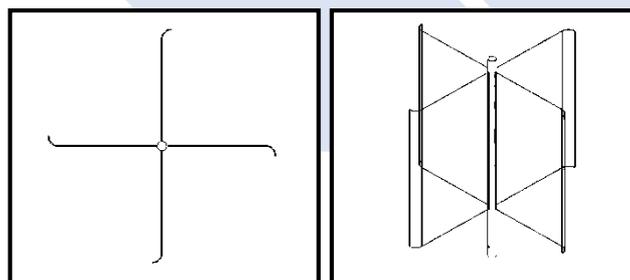
Pipa besi berfungsi sebagai poros dari bilah kipas yang akan digunakan (Siregar dan Lubis 2019), dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Pipa besi (Siregar dan Lubis 2019)

2.3.8.2 Sudu atau Bilah Kipas

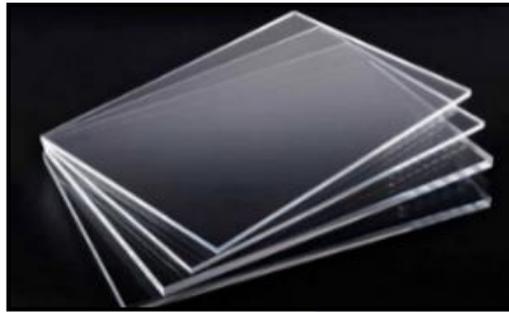
Profil pada sudu atau kipas sangat mempengaruhi terhadap kinerja turbin angin, menurut (Wijianti, dkk 2019) profil L pada sudu dapat bekerja dengan sangat baik dibandingkan dengan profil U dan S. Maka dari itu pada penelitian ini perancang menggunakan turbin angin vertikal jenis savonius dengan profil sudu L, gambar profil L pada sudu dapat di lihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Bilah kipas profil L (Wijianti, dkk 2019)

Pemilihan material pada sudu menggunakan material dengan jenis akrilik, dimana kelebihan akrilik memiliki ketahanan terhadap panas matahari dan sangat ringan dari pada kaca, kekurangan pada material akrilik yaitu tidak dapat menahan beban yang besar

secara langsung, apabila terjadi hal tersebut dapat menyebabkan patah pada akrilik, menurut (Senakama et al. 2022). Pada penelitian ini perancang menggunakan akrilik dengan ketebalan 3 mm, gambar akrilik dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Akrilik

2.3.8.3 Bearing

Bearing atau bantalan merupakan komponen yang dapat mengurangi gaya gesek yang dihasilkan dari poros agar dapat berputar pada arah yang diinginkan (Lhokseumawe et al. 2020), perancang akan menggunakan bearing dengan jenis pillow block bearing. Gambar pillow block bearing dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Pillow block bearing

2.3.8.4 Anemometer

Alat ukur kecepatan angin yang digunakan pada penelitian ini adalah anemometer, yang di mana anemometer merupakan suatu alat ukur yang dapat mendeteksi arah angin dan mengukur kecepatan angin dengan satuan yang biasa digunakan yaitu (m/s, km/h dan

knot), dan untuk kalibrasi anemometer tipe GM816 ini telah di uji pada penelitian (Maulana Aliva dan Nugroho 2019), di mana hasil pengujian yang telah dilakukan anemometer tipe GM816 ini dengan metode penelitian yang telah dilakukan, resapan pada sensor anemo masih dalam toleransi yang telah ditetapkan WMO dan BMKG yaitu sebesar $\pm 0,5$ m/s. Oleh karena itu untuk mengkalibrasikan alat uji kecepatan angin tipe GM816 dengan cara cukup menekan tombol mode pada tombol yang ada, maka anemometer akan terkalibrasi sendiri, gambar anemometer dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Anemometer (Maulana Aliva dan Nugroho 2019)

2.3.8.5 Transmisi Pada Turbin Angin Vertikal

Pully dan *belt* merupakan komponen transmisi yang berfungsi untuk menggerakkan satu poros ke poros yang lainnya dengan arah yang diinginkan menurut (Teknik 2022), gambar transmisi *pully* dan *belt* dapat di lihat pada Gambar 2.14.



Gambar 2.14 *Pully* dan *Belt*

2.3.8.6 Generator Pada Turbin Angin Vertikal

Alternator merupakan peralatan elektromekanik penghasil arus listrik dc yang terbilang cukup baik sebagai pengubah energi gerak ke energi listrik alternatif menurut (Novitasari 2018), generator alternator dapat dilihat pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15 Genarator alternator

2.3.9 Controller Turbin Angin

Controller berfungsi sebagai pengatur dan penstabil daya dc yang dihasilkan dari generator alternator, arus yang keluar dari generator akan masuk ke dalam aki sebagai pengisian (Bachtiar dan Hayyatul 2018). Pada penelitian ini *controller* yang digunakan yaitu dengan jenis SCC (*Solar Charger Controller*), SCC dapat dilihat pada Gambar 2.16.



Gambar 2.16 Solar *charger controller*

2.3.10 Baterai atau Aki

Baterai atau aki merupakan alat yang berfungsi sebagai penyimpanan dan penyuplai daya menurut (Lubis dan Gapy 2019), gambar *baterai* atau aki dapat dilihat pada Gambar 2.17.



Gambar 2.17 *Baterai* atau aki

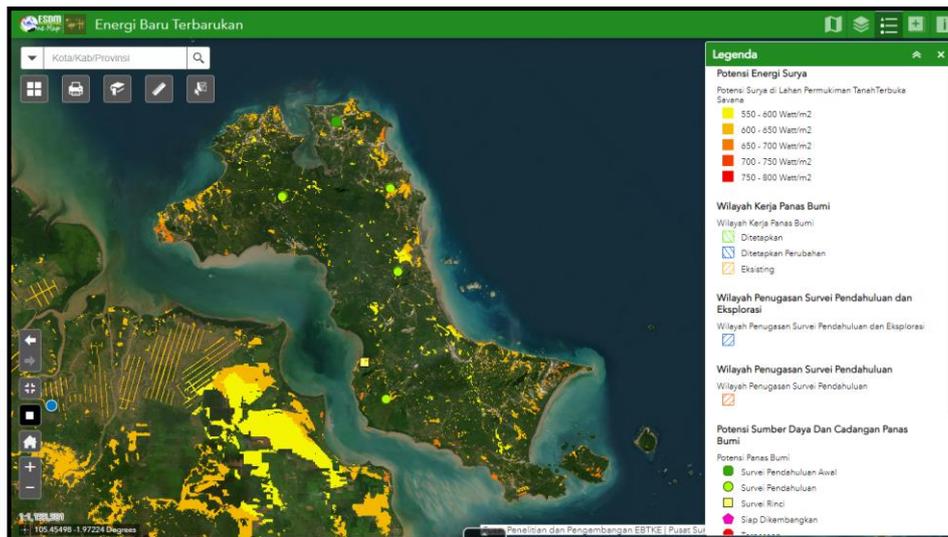
2.4 Energi Panas Matahari

Panas matahari adalah energi yang diperoleh dari radiasi panas yang dapat dimanfaatkan oleh setiap makhluk hidup, energi panas matahari dapat dimanfaatkan untuk keperluan yang bersifat pengembangan energi terbarukan seperti menciptakan alat pembangkit listrik tenaga surya (Harahap, dkk 2021).

2.5 Peta Potensi Energi Surya di Kepulauan Bangka

Sebagian dari wilayah Indonesia terdapat potensi energi surya yang sangat besar. Hasil

data dari (Kementrian ESDM 2022) , panas matahari yang telah tersebar di Kepulauan Bangka dengan rata-rata sebesar 500 – 800 Waat/m2 oleh karena itu potensi untuk mengembangkan suatu alat pembangkit tenaga surya sangat baik. Peta potensi kecepatan angin di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 2.18.



Gambar 2.18 Peta potensi energi surya di Kepulauan Bangka (Kementrian ESDM 2022)

2.5.1 Panel Surya

Bagian utama dari alat pembangkit listrik tenaga surya yang dapat mengonversi panas matahari menjadi energi listrik yaitu panel surya menurut (Harahap, dkk 2021). Pada penelitian ini perancang akan menggunakan panel surya dengan jenis Policrystalline.

2.5.2 Perencanaan Panel Surya

Perhitungan rugi-rugi daya pada panel surya dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$E_b = E_p - (15\% \cdot E_p) \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana :

E_b = Energi Beban (Watt/jam)

E_p = Energi Panel Surya (Watt/jam)

Perhitungan nilai P_{total} dari turbin angin dan panel surya dengan persamaan sebagai berikut :

$$P_{total} = Pa . Eb \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

P_a : Total daya yang dihasilkan turbin angin

E_b : Total daya yang dihasilkan panel surya

2.5.2.1 Polycrystalline

Polycrystalline merupakan panel surya yang biasa digunakan bagi kalangan yang bergerak pada pemanfaatan energi sinar matahari, tipe panel surya Polycrystalline ini memiliki kelebihan diantaranya pada daya serap sinar matahari yang cukup baik dibandingkan dengan beberapa dari panel surya yang lain nya, kekurangan yang terdapat pada panel surya dengan jenis polycrystalline ini kinerja dapat menurun pada saat terjadi cuaca panas yang ekstrim dengan penurunan lebih banyak bila dibandingkan dengan jenis lainnya, pada penelitian ini perancang menggunakan panel surya dengan jenis polycrystalline dengan kapasitas 50 Wp, panel surya jenis polycrystalline dapat dilihat pada Gambar 2.19. (Hidayanti dan Dewangga 2020).



Gambar 2.19 Panel surya jenis polycrystalline

2.5.3 Controller Panel Surya

Controller berfungsi sebagai pengatur dan penstabil daya dc yang dihasilkan dari panel surya, arus yang keluar dari panel surya akan masuk ke dalam aki sebagai pengecasan

menurut (Hidayanti dan Dewangga 2020). Pada penelitian ini *controller* yang digunakan yaitu dengan jenis SCC (Solar Charger Controller), SCC dapat dilihat pada Gambar 2.20.



Gambar 2.20 Solar charger controller (SCC)

2.5.4 Baterai atau Aki

Baterai atau aki merupakan alat yang berfungsi sebagai penyimpanan dan penyuplai daya, aki dapat memiliki umur yang panjang apabila selama waktu pengecasan daya yang masuk dan keluar harus tetap stabil, oleh karena itu pentingnya *controller* yang terdapat pada sumber bertujuan untuk tetap menjaga umur dari aki menurut (Lubis dan Gapy 2019), pada penelitian ini perancang akan menggunakan *baterai* atau aki dengan kapasitas sebesar 70 Amper. *Baterai* atau aki dapat dilihat pada gambar 2.21.



Gambar 2.21 Baterai atau aki

2.5.5 Inverter Ac

Inverter ac adalah komponen yang dapat mengkonversi arus searah pada aki menjadi arus bolak balik, arus yang dihasilkan inverter cukup aman dan sangat stabil sehingga

tidak membutuhkan komponen tambahan lain nya untuk menstabilkan daya yang keluar dari inverter (Bachtiar dan Hayyatul 2018), komponen inverter ac dapat dilihat pada Gambar 2.22.



Gambar 2.22 Inverter ac

2.6 Prinsip Kerja Alat Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dan Surya

Prinsip kerja alat pembangkit listrik tenaga angin dan surya dimulai dari pembangkit listrik tenaga angin, sudu akan berputar ketika terkena tenaga angin lalu akan menggerakkan puli utama yang berada diporos selanjutnya poros utama akan menggerakkan poros ke 2 pada poros yang ada di generator alternator dengan bantuan v-belt yang akan menggerakkan puli utama dan kedua. Selanjutnya setelah poros yang berada di alternator berputar maka generator alternator tersebut dapat menghasilkan daya, selanjutnya daya yang keluar dari alternator akan masuk ke dalam *controller* untuk mengatur arus yang masuk dari generator alternator dan keluar untuk masuk ke dalam penyimpanan *baterai* atau aki, daya yang tersimpan di dalam *baterai* atau aki baru bisa digunakan apabila memerlukan komponen tambahan yaitu alat inverter berfungsi untuk mengubah arus searah dari aki menjadi arus bolak balik menurut (Lubis dan Gapy 2019). Pembangkit listrik tenaga surya, panel surya akan menerima panas yang dihasilkan dari radiasi sinar matahari untuk masuk ke dalam *controller*, *controller* akan mengolah arus masuk dan keluar untuk masuk ke dalam penyimpanan *baterai* atau aki. Selanjutnya daya dari aki baru bisa digunakan dengan bantuan alat inverter, fungsi inverter yaitu sebagai pengubah arus dc dari aki menjadi arus ac.

2.7 Metode Perancangan

Pada tahapan merancang metode yang digunakan adalah VDI 2222, merupakan metode perancangan yang dibuat oleh para insinyur Jerman yang dikenal dengan istilah *verin devtche insinyur* (persatuan insinyur Jerman). Dengan menerapkan metode ini tahapan-tahapan yang akan dilakukan pada penelitian dapat lebih terarah serta sebagai pedoman proyek akhir. Secara umum metode ini terbagi menjadi empat kegiatan yaitu, merancang, mengkonsep, merancang, dan penyelesaian menurut (Nurudin dan Sakti 2022).

2.7.1 Merencana

Pada tahapan ini dilakukan proses perencanaan awal pengumpulan data, analisa pasar, pemilihan pekerjaan, penyempurnaan awal, hak paten, dan kesesuaian lingkungan.

2.7.2 Mengkonsep

Dalam proses mengkonsep ada tahapan-tahapan yang harus dilakukan, yaitu :

1. Definisi tugas

Definisi tugas adalah hubungan yang terkait dengan alat untuk tugas yang akan dibuat. Misalnya, di mana produk tersebut digunakan, untuk tujuan apa produk tersebut digunakan, dan berapa banyak orang yang menggunakan produk tersebut.

2. Daftar tuntutan

Tahapan ini merupakan uraian tuntutan yang akan dicapai baik dalam segi aspek yang telah disepakati dari produk yang akan dibuat, di mana tertera daftar tuntutan sebagai berikut :

A. Tuntutan Primer

Tuntutan primer adalah suatu hal yang bersifat harus disesuaikan dan terjadi pada alat seperti kebutuhan daya.

B. Tuntutan Skunder

Permintaan sekunder adalah permintaan tenaga kerja yang dapat digunakan sebagai negosiasi awal permintaan daya.

C. Keinginan

Keinginan adalah tuntutan yang tidak perlu dipenuhi, tetapi membutuhkan perhatian.

3. Diagram Proses

Diagram proses merupakan gambaran tentang tahapan yang terjadi pada rancangan yang dimulai dari *input*, proses, dan *output*.

4. Analisa Fungsi Bagian

Analisa fungsi bagian merupakan penjelasan terhadap bahan pemikiran menjadi fungsi-fungsi bagian.

5. Alternatif Fungsi Bagian dan Pemilihan Alternatif

Pada tahapan ini setiap bagian akan dijadikan sebagai alternatif-alternatif pemilihan fungsi.

6. Kombinasi Fungsi Bagian

Kombinasi fungsi bagian bertujuan untuk menggabungkan dari setiap fungsi bagian menjadi suatu rancangan yang telah disepakati.

7. Keputusan Akhir

Tahapan ini merupakan Keputusan rancangan akhir yang diambil untuk dibuat setelah dilakukan pemilihan alternatif fungsi bagian.

2.7.3 Merancang

Faktor utama dalam merancang adalah sebagai berikut :

1. Standardisasi

Dalam merancang suatu peroduk disarankan untuk menggunakan komponen-komponen standar yang telah ditetapkan (ISO, DIN, dan JIS). Sehingga penggunaan komponen standar yang digunakan bertujuan untuk mengurangi proses permesinan agar pembuatan alat dapat lebih cepat.

2. Elemen Mesin

Pada tahapan ini bertujuan agar komponen yang akan dibuat dapat lebih mudah digunakan oleh orang lain. Dalam rancangan suatu produk sebaiknya menggunakan bahan yang telah standar pada umumnya. Selain itu dalam pencarian bahan dan material akan lebih mudah dan ekonomis. Pada saat merancang, akan menghitung ukuran pada

bahan dengan menggunakan rumus dari tiap-tiap elemen mesin.

3. Bahan

Dalam penentuan bahan pada proses rancangan harus disesuaikan dengan fungsi pada setiap elemen mesin.

4. Ergonomis

Ergonomis merupakan ilmu yang mempelajari tentang interaksi manusia dengan elemen-elemen lain. Dalam melakukan rancangan hal yang berhubungan langsung dengan organ tubuh manusia harus disesuaikan dengan kenyamanan pada penggunaan alat.

5. Mekanika Teknik dan Kekuatan Bahan

Hasil rancangan dapat disesuaikan agar menghindari bentuk yang rumit. Dalam merancang harus memperhatikan kekuatan bahan yang akan digunakan.

6. Pemesinan

Permesinan merupakan proses pembuatan unsur pada produk yang dilakukan menggunakan mesin sebagai alat bantu. Dalam proses pemesinan perancang harus mempertimbangkan apakah bentuk rancangan mudah dibuat di mesin atau tidak.

7. Perawatan

Tindakan yang sangat perlu dilakukan dalam tahap mempertahankan suatu alat menjadi kondisi yang baik. Pada perawatan hal yang harus diperhatikan dan dilaksanakan yaitu mengenal ketahanan suatu produk apabila terjadi kerusakan mudah dalam perbaikannya.

8. Ekonomis

Ekonomis adalah proses yang dilakukan sedemikian rupa sehingga biaya yang dikeluarkan dari proses produksi serendah mungkin. Perancang harus memperhatikan keefektifan hasil rancangan. Misalnya mereduksi bentuk yang kompleks, karena kemudian proses pemesinan menjadi sulit dan kurang efisien dalam produksi.

2.7.4 Penyelesaian

Merancang sesuatu dalam penyelesaiannya yaitu sebagai berikut :

1. Gambar Susunan semua gambar bagian harus terlihat, terukur, ukuran luar, dan

ukuran langkah.

2. Gambar Bagian nomor benda, nama benda, dan pengerjaan tambahan.
3. Daftar Bagian
4. Pewarnaan proses yang dilakukan agar berujuan membuat produk menjadi menarik.

2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh (Hidayanti dan Dewangga 2020), dengan tujuan turbin angin sudu tipe *flat* berlapis memiliki 3 buah sudu dengan sudut kemiringan antar sudunya 8° . Panel surya tipe polycrystalline dengan kapasitas 10 WP, dimensi panel surya, panjang : 0,264 m, lebar 0,183 m, tinggi 0,015 m. Pemasangan mikrokontroller pada panel surya, dan inverter dengan kapasitas 150 Watt. Penggunaan PLTH menghasilkan efisiensi yang lebih baik dibanding penggunaan PLTB maupun PLTS yang digunakan secara terpisah. Hasil uji karakteristik pada masing-masing beban didapatkan efisiensi tertinggi pada kecepatan 2,5 m/s. Efisiensi pada beban 15 Watt sebesar 20,968%, beban 19 Watt sebesar 39,48%, beban 23 Watt sebesar 49,57%, dan pada beban 33 Watt sebesar 78,39%. Sedangkan efisiensi terendah didapatkan pada kecepatan 5 m/s . Efisiensi pada beban 15 Watt sebesar 11,27%, beban 19 Watt sebesar 21,64%, beban 23 Watt sebesar 27,96%, beban 33 Watt sebesar 44,29%..

(Wijianti, dkk 2019) telah melakukan penelitian dengan tujuan berupa purwarupa turbin angin savonius empat sudu sebagai media pembelajaran mahasiswa. Turbin angin dapat bekerja dengan baik dan layak untuk dijadikan sebagai media pembelajaran. Jenis profil sudu memberikan pengaruh terhadap kinerja turbin. Model profil L mempunyai kinerja lebih baik dibandingkan profil U dan S, turbin dengan jumlah sudu 4 dan model profil yang berbeda memiliki *performance* yang baik. Ketiga profil U, S dan L mampu berputar dengan cepat pada rentang putaran 129.3 sampai 177.63 rpm. Kecepatan angin memberikan pengaruh terhadap kecepatan putar poros turbin. Semakin tinggi kecepatan angin, maka semakin besar putaran yang dihasilkan. Tegangan yang dihasilkan oleh turbin juga sangat dipengaruhi oleh putaran rotor. Semakin tinggi putaran rotor, maka semakin tinggi tegangan yang dihasilkan. Begitu juga dengan daya listrik yang

dibangkitkan, semakin tinggi tegangan listrik yang dihasilkan maka daya listrik yang dihasilkan juga akan semakin tinggi, data penelitian menunjukkan bahwa kinerja turbin untuk sudu model S pada kecepatan angin 3.3 m/s turbin mampu berputar pada kecepatan 168,8 rpm dengan menghasilkan tegangan 3,63 volt dan membangkitkan listrik 5.81 watt. Untuk profil U, pada kecepatan angin 3.3 m/s mampu memutar turbin mencapai 144.56 rpm dan menghasilkan listrik 3.3watt. Sedangkan untuk profil L pada kecepatan angin 3.3 m/s putaran poros mampu mencapai 177.63 rpm dan menghasilkan daya 6.35 watt pada tegangan 4 volt. Model profil L memberikan kinerja yang lebih baik dibandingkan profil lainnya. Kinerja profil L yang baik ini disebabkan lengkungan L yang mampu mereduksi turbulen yang terjadi di ujung profil sudu, sehingga aliran angin yang terjadi di belakang profil menjadi lebih halus, hal ini menyebabkan putaran turbin lebih ringan dan turbin akan berputar lebih cepat.

Penelitian yang dilakukan oleh (Senakama et al. 2022), dengan tujuan penelitian dilakukan menggunakan metode eksperimen. Metode yang digunakan adalah dilakukannya uji terhadap variasi celah sudu dan berat sudu sebagai parameter untuk mengetahui besaran yang dihasilkan dari torsi dan putaran. Dalam penelitian ini digunakan beberapa variasi yaitu celah sudu (10 mm, 15 mm dan 20 mm) dan berat sudu (2.000 gr, 2.241 gr dan 2.873 gr) dengan kecepatan angin 2.0 m/s tanpa pembebanan dan 4.0 m/s dengan pembebanan generator menggunakan kipas angin digunakan penambahan dimmer untuk mengatur kecepatan putaran kipas angin. Variasi berat sudu yang mempunyai hasil terbaik pada berat 2.241 gr (Ketebalan 2mm), variasi celah sudu yang mempunyai hasil terbaik pada celah 20 mm dan variasi Sudut Sudu yang mempunyai hasil terbaik pada kemiringan sudut fin 30° , pengujian putaran dan gaya pada poros kincir angin maksimum 82,38 Rpm dan 3,91 Nm dan nilai torsi kincir angin maksimum sebesar 0,00587 Nm. Kecepatan angin minimal dengan beban generator adalah 4,0 m/s daya angin yang didapat sebesar 12,58 Watt dan daya generator yang didapat sebesar 2,4 Watt, efisiensi *system* yang didapat sebesar 19 %, BHP yang didapat sebesar 0,13 Watt dan celah sudu yang semakin kecil menimbulkan dampak turbulensi dibagian belakang sudu.

Penelitian yang dilakukan oleh (Maulana Aliva dan Nugroho 2019), dengan tujuan

merancang dan membuat *prototipe wind tunnel* sebagai kalibrator anemometer, mengetahui desain *wind tunnel* yang baik agar menghasilkan aliran udara yang seragam dengan tingkat turbulensi serendah mungkin, dan menghitung tingkat intensitas turbulensi di dalam *wind tunnel*, *wind tunnel* dalam kalibrasi peralatan meteorologi adalah media kalibrasi untuk kecepatan angin yang dapat menghasilkan angin laminar yang kecepatannya dapat dikontrol sehingga dapat digunakan untuk kalibrasi sensor kecepatan angin. Wind tunnel terdiri dari beberapa bagian yaitu : *settling chamber*, *contraction cone*, *test section*, *diffuser* dan *drive section*. Perancangan *prototipe* ini menggunakan motor listrik dan angin yang dapat diatur kecepatan yang terletak di *drive section* untuk menghasilkan hembusan angin di dalam *wind tunnel*, alat uji yang digunakan yaitu anemometer dengan tipe GM816. *Prototipe wind tunnel* memiliki panjang total 150 cm, ukuran *test section* 40 cm × 40 cm × 45 cm dan diameter *honeycomb* 1.5 cm dengan aliran udara yang dihasilkan maksimum 6.50 m/s, hasil pengujian kecepatan angin pada titik- titik dalam *test section* untuk memperoleh intensitas turbulensi 4.56 % sampai 6.55 % dan *prototipe wind tunnel* dapat digunakan untuk proses kalibrasi karena penyimpangan kecepatan angin masih dalam toleransi yang telah ditetapkan WMO dan BMKG yaitu sebesar ± 0.5 m/s.

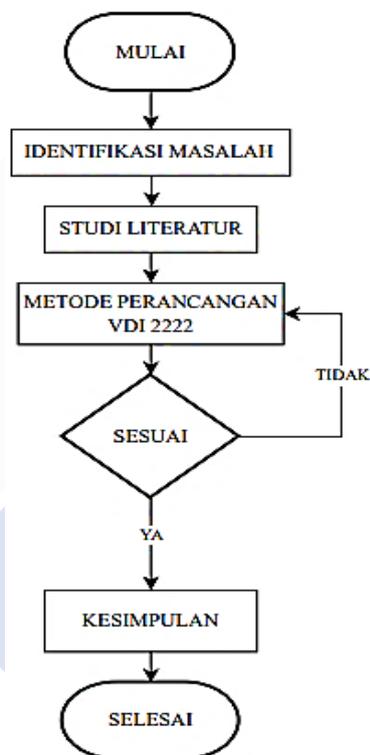
Penelitian yang dilakukan oleh (Lubis dan Gapy 2019), dengan tujuan untuk mengetahui turbin angin vertikal tipe H pada kecepatan angin yang bervariasi di wilayah penempatan turbin angin. Alternator yang dimanfaatkan merupakan alternator yang telah dimodifikasi sehingga dapat menghasilkan tegangan listrik pada putaran rendah. Alternator yang akan digunakan pada penelitian ini merupakan alternator mobil dengan daya maksimum hingga 300 watt. Pemodelan alternator bertujuan untuk menghasilkan alternator yang dapat bekerja pada putaran rendah, sehingga dengan kecepatan angin yang rendah alternator dapat menghasilkan tegangan dan arus. Bagian alternator yang dimodifikasi pada bagian rotor dan stator. Rotor menggunakan kawat dengan diameter 0,85 mm dan pada stator menggunakan kawat dengan diameter 0,95mm. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan Dari hasil pengukuran kecepatan angin didapatkan kecepatan minimum 2,7 m/s dan kecepatan maksimum sebesar 7,1 m/s, dapat memutarakan alternator dengan putaran 500 RPM dan

menghasilkan tegangan alternator sebesar 12,37 volt. Potensi angin di pantai Alue Naga ini memiliki potensi angin yang cukup baik untuk membuat Pembangkit Listrik Tenaga Angin, dimana kecepatan angin yaitu berkisar diantara 3 – 7 m/s, dan dengan menggunakan roda gigi dengan perbandingan 1:12 rasio peningkatan putaran adalah 12, sehingga untuk sekali putaran turbin angin akan menghasilkan 12 putaran alternator. Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium tegangan keluaran alternator pada putaran 200 rpm menghasilkan tegangan 4,86 volt pada fasa R, 4,77 pada fasa S, dan 4,61 pada fasa T. Tegangan maksimum yang dihasilkan alternator pada fasa Pada putaran 500 rpm menghasilkan tegangan keluaran yang dihasilkan 12,47 volt. Hal tersebut menunjukkan bahwa tegangan yang dihasilkan alternator akan bertambah besar apabila kecepatan putaran alternator semakin cepat.

BAB III

METODE PELAKSANAAN

Diagram alir menunjukkan tahapan-tahapan yang akan dilakukan didalam penelitian, sehingga dapat menyelesaikan penelitian secara terarah untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Berikut pada Gambar 3.1 Diagram Alir pada penelitian ini :



Gambar 3.1 Diagram alir

3.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan bentuk upaya untuk menjelaskan atau menguraikan masalah serta membuat penjelasan mengenai masalah yang dibahas, identifikasi ini dilakukan sebagai langkah awal penelitian.

3.2 Studi Literatur

Studi literatur ini dilakukan untuk mengumpulkan data dari berbagai sumber yang

terkait pada persoalan-persoalan yang akan dibahas. Data tersebut diperoleh dari wawancara terhadap sumber yang terkait, jurnal terdahulu, buku-buku referensi dan sumber lainnya sebagai data pendukung. Dan data-data yang berhasil dikumpulkan inilah yang akan dijadikan sebagai daftar tuntutan. Setelah itu dilakukan analisa pada beberapa aspek sehingga akan menjadikan alternatif-alternatif pada rancangan.

3.3 Metode Perancangan VDI 2222

Pada penelitian ini metode yang digunakan dalam tahapan rancangan yaitu pada metode VDI 2222. Dimana pada metode ini terdapat empat tahapan penting yang harus dilakukan, antara lain yaitu analisa, mengkonsep, merancang, dan penyelesaian. Berikut penjelasan tahapan rancangan menurut VDI 2222 :

3.3.1 Analisa

Proses analisa yang akan dilakukan merupakan pemilihan pekerjaan dan perhitungan dalam suatu desain yang akan mengikuti tahapan hasil dari konsultasi terhadap kebutuhan daya dan kapasitas yang telah menjadi hasil tuntutan pada alat yang akan dirancang. Agar mendapatkan hasil rancangan yang diharapkan maka diperlukan alternatif dari beberapa pilihan pada hasil rancangan dan konsep yang dapat mengarah pada penentuan rancangan yang akan ditetapkan.

3.3.2 Membuat Konsep

Pada tahapan ini bertujuan untuk menentukan suatu permasalahan yang terjadi di lapangan, agar dapat memperoleh daftar tuntutan dari hasil wawancara yang dapat mencakupi analisa kebutuhan daya yang diperlukan dari hasil kerja alat pembangkit listrik tenaga angin dan surya yang telah disesuaikan. Dalam segi kebutuhan material, pemilihan bahan dan komponen harus meliputi aspek kelayakan dan kesesuaian yang diperoleh dari beberapa alternatif konsep rancangan yang bersifat ergonomis, agar bertujuan untuk menyesuaikan kebutuhan daya dan material berdasarkan aspek teknis dan ekonomis.

3.3.3 Perancangan Alat

Pada proses prancangan alat tahapan-tahapan yang akan mengarah pada rancangan seperti pembuatan draft rancangan awal dan pemilihan pradesain yang telah dianalisa berdasarkan aspek teknis dan ekonomis untuk diperjelas pada tahapan ini agar bertujuan untuk menentukan hasil analisa dari keseluruhan desain dan dapat memberikan kesesuaian dari setiap fungsi yang ada.

3.3.4 Penyelesaian

Pada tahapan penyelesaian yang dilakukan dari pembuatan rancangan berupa hasil simulasi dan analisa yang akan direalisasikan untuk mendapatkan hasil gambar kerja sebagai petunjuk dari pekerjaan yang bersifat dokumentasi pada keputusan akhir dari pemilihan rancangan Alat Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya yang dibuat.

3.4 Kesimpulan

Setelah dilakukan beberapa tahapan pada metode ini, maka diambil kesimpulan pada rancangan alat pembangkit listrik tenaga angin dan surya yang dipilih, telah sesuai dengan tuntutan dan kebutuhan daya di lapangan, agar dapat memberikan dampak positif bagi para nelayan dan masyarakat sekitar.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Teknik Rancangan

Pada tahapan ini bertujuan untuk memperjelas pekerjaan pada Rancangan Alat Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya dengan Turbin Angin Sumbu Vertikal Savonius menggunakan Bentuk Sudu L Sebagai Solusi Alternatif Penerangan Pesisir Pantai Turun Aban bagi Nelayan Desa Matras Bangka.

4.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dikerjakan dengan beberapa metode, diantaranya dengan melakukan *interview* terhadap Kepala Lingkungan Desa Matras, para Nelayan yang ada di pesisir Pantai Turun Aban, dan diskusi kepada dosen yang berpengalaman dalam bidang tahapan rancangan dan manufaktur, dan sumber pendukung lainnya. Data yang dikumpulkan yaitu data tentang permasalahan di lapangan, dan daftar tuntutan yang diperoleh dari sumber-sumber terkait dan referensi. Tahapan ini dilakukan bertujuan sebagai acuan dalam proses rancangan alat.

Diketahui menurut (Wijianti, dkk 2019), data dari hasil pengujian yang telah dilakukan menggunakan variasi sudu dengan bentuk profil U, L, dan S sebanyak 4 buah menunjukkan hasil kinerja paling baik. Turbin dengan bentuk sudu S pada kecepatan angin sebesar 3.3 m/s turbin mampu berputar sebesar 168,8 rpm, dan untuk turbin dengan bentuk sudu U pada kecepatan angin sebesar 3.3 m/s mampu berputar sebesar 144,56, pada pengujian turbin angin dengan bentuk sudu L pada kecepatan angin 3.3 m/s mampu berputar sebesar 177,63 rpm. Turbin angin dengan bentuk profil L memberikan kinerja paling baik dari ketiga variasi, dikarenakan lengkungan dari bentuk L pada sudu memberikan reaksi dorongan angin yang paling baik.

Hasil pengukuran kecepatan angin dan panas matahari diperoleh selama 25 hari sebagai landasan yang dapat mempengaruhi hasil rancangan pada alat. Data hasil pengukuran kecepatan angin dan panas matahari dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data kecepatan angin dan panas matahari

Data Kecepatan Angin		Data Panas Matahari		
Pengukuran	Data Rata-Rata (m/s)	Pengukuran	Rata-Rata Tegangan (Volt)	Rata-Rata Arus (A)
1	3,132	1	12,95	1,99
2	3,268	2	12,87	2,63
3	3,196	3	13,16	3,29
4	3,26	4	13,52	3,33
5	3,136	5	12,89	2,97
6	2,52	6	13,20	3,04
7	2,856	7	12,28	1,76
8	2,92	8	12,57	3,19
9	2,256	9	12,76	3,16
10	2,548	10	12,60	2,37
11	2,64	11	12,81	1,67
12	2,956	12	12,44	1,60
13	2,024	13	12,06	1,29
14	2,996	14	11,66	1,28
15	2,6	15	12,65	1,78
16	2,868	16	12,62	1,99
17	2,816	17	12,75	1,53
18	2,728	18	12,21	1,50
19	2,708	19	12,11	1,98
20	2,86	20	12,89	1,26
21	3,076	21	13,13	1,30
22	3,484	22	13,25	1,03
23	3,232	23	12,90	1,42
24	3,252	24	12,99	1,12
25	3,928	25	13,10	1,62
Rata-Rata Kecepatan angin	2,9304	Rata-Rata Tegangan dan Amper	12,74	2,00

4.2.1 Daftar Tuntutan

Pada tahapan ini menunjukkan hasil tuntutan yang ingin diterapkan pada alat Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya dengan Turbin Angin Sumbu Vertikal Savonius menggunakan Bentuk Sudu L Sebagai Solusi Alternatif Penerangan Pesisir Pantai Turun Aban bagi Nelayan Desa Matras Bangka dan dibedakan pada 3 (tiga) jenis tuntutan yaitu Primer, Skunder, dan Keinginan. Hasil daftar tuntutan dapat dijelaskan pada Tabel 4.2.

4.3 Penentuan Fungsi Bagian

Dalam tahapan ini dilakukan penyelesaian masalah menggunakan analisis *Black Box* untuk menentukan struktur fungsi bagian dan diagram fungsi bagian utama yang terdapat pada Alat Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya dengan Turbin Angin Sumbu Vertikal Savonius menggunakan Bentuk Sudu L Sebagai Solusi Alternatif Penerangan Pesisir Pantai Turun Aban bagi Nelayan Desa Matras Bangka.

4.3.1 Black Box

Tahapan analisa *black box* pada Alat Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya dengan Turbin Angin Sumbu Vertikal Savonius menggunakan Bentuk Sudu L Sebagai Solusi Alternatif Penerangan Pesisir Pantai Turun Aban bagi Nelayan Desa Matras Bangka dapat dijelaskan pada Gambar 4.1.

4.3.2 Struktur Fungsi Alat

Pada tahapan ini menunjukkan ruang lingkup rancangan dari Alat Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya dengan Turbin Angin Sumbu Vertikal Savonius menggunakan Bentuk Sudu L Sebagai Solusi Alternatif Penerangan Pesisir Pantai Turun Aban bagi Nelayan Desa Matras Bangka yang dijelaskan pada Gambar 4.2.

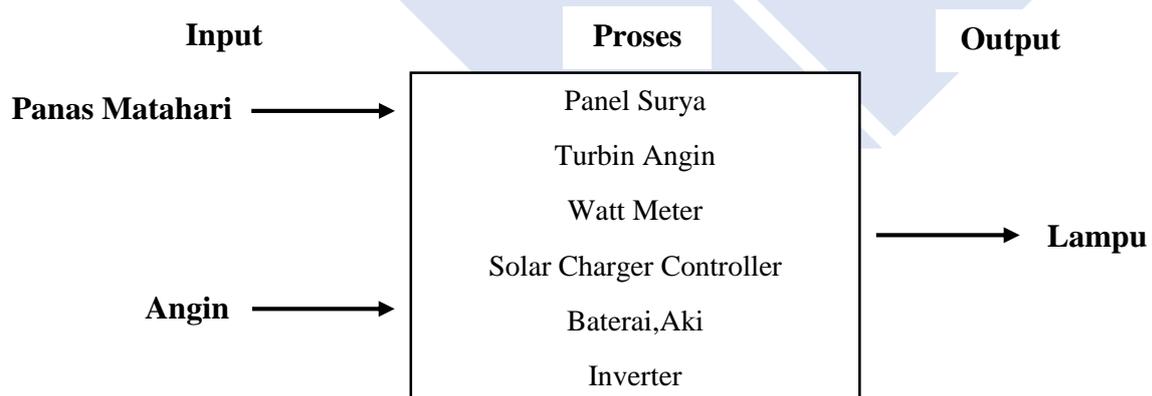
4.3.3 Hirarki Fungsi Bagian

Berdasarkan tahapan diatas, langkah selanjutnya yaitu merancang alternatif fungsi bagian Alat Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya dengan Turbin Angin Sumbu Vertikal

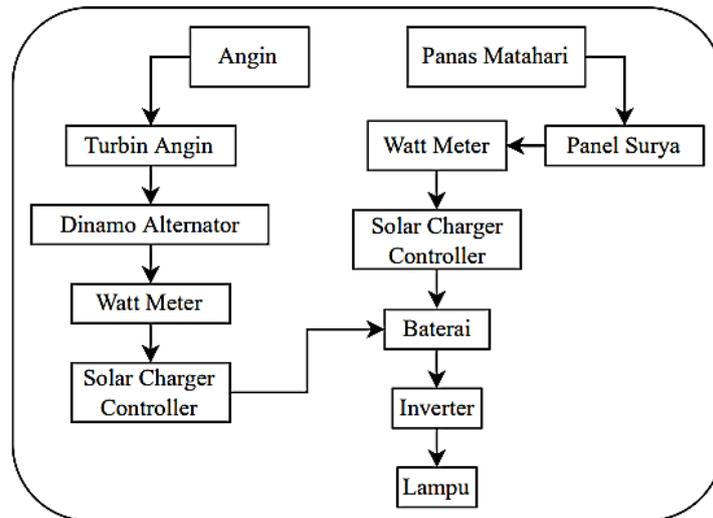
Savonius menggunakan Bentuk Sudu L Sebagai Solusi Alternatif Penerangan Pesisir Pantai Turun Aban bagi Nelayan Desa Matras Bangka berdasarkan sub fungsi bagian yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.

Tabel 4.2 Daftar tuntutan

No	Tuntutan	Deskripsi
1	Tuntutan Primer	
1.1	Daya Yang Dibutuhkan	Daya yang dibutuhkan sebesar 720 Watt dari kebutuhan beban sebesar 60 Watt selama 12 jam dari 5 lampu dengan kapasitas daya setiap lampu sebesar 7 Watt dan tambahan lampu sorot dengan daya sebesar 25 Watt.
2	Tuntutan Skunder	
2.1	Mudah Dalam Pengoperasian Alat	Pengoperasian alat dapat dilakukan oleh satu orang untuk semua proses, dengan menggunakan prinsip Standar Operasional Prosedur (SOP).
3	Keinginan	
3.1	Perawatan Yang Mudah	Tidak memerlukan tenaga ahli atau peralatan khusus dalam perawatan.



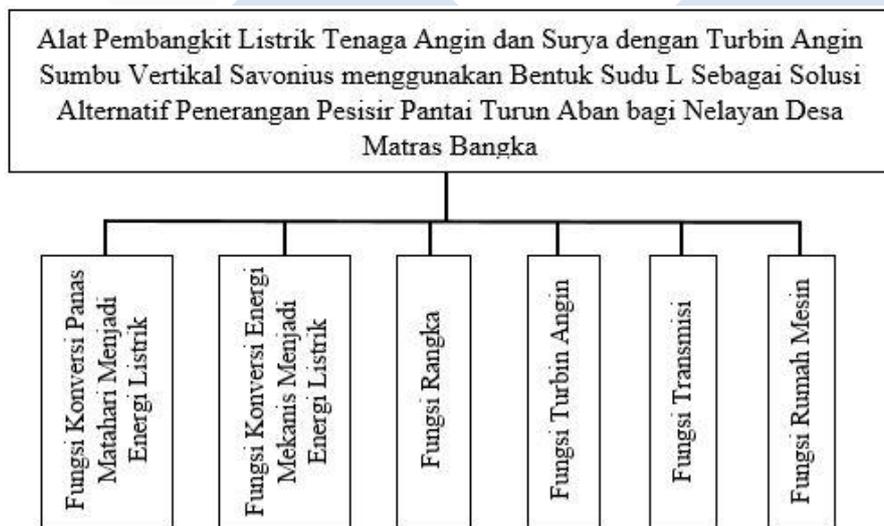
Gambar 4.1 Diagram diagram black box



Gambar 4.2 Struktur fungsi alat

4.3.3.1 Sub Fungsi Bagian

Dalam tahapan ini merupakan penjelasan dari setiap fungsi bagian sehingga sesuai dengan rancangan yang diterapkan. Berikut merupakan deskripsi sub fungsi bagian yang ditunjukkan pada Tabel 4.3.



Gambar 4.3 Diagram pembagian sub fungsi bagian

Tabel 4.3 Deskripsi fungsi bagian

No.	Fungsi Bagian	Deskripsi
1.	Fungsi Konversi Panas Matahari Menjadi Energi Listrik	Solar modul bertujuan untuk pengubah panas matahari menjadi energi listrik berupa arus searah.
2.	Fungsi Konversi Energi Mekanis Menjadi Energi Listrik	Dinamo alternator dapat berfungsi sebagai konversi energi gerak putar menjadi energi listrik berupa arus searah.
3.	Fungsi Rangka	Berfungsi sebagai penahan dan penopang dari setiap komponen pada alat yang meliputi aspek komponen mekanik dan elektrik.
4.	Fungsi Turbin Angin	Memanfaatkan gaya gerak pada angin menjadi energi listrik.
5.	Fungsi Transmisi	Sebagai penghubung energi gerak dari poros turbin ke poros rotor pada dinamo alternator.
6.	Fungsi Rumah Mesin	Berfungsi sebagai tempat pelindung/penyimpanan dari komponen-komponen yang bersifat mekanik dan elektrik.

4.4 Alternatif Fungsi Bagian

Dalam tahapan ini disusun alternatif masing-masing fungsi bagian Alat Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya dengan Turbin Angin Sumbu Vertikal Savonius menggunakan Bentuk Sudu L Sebagai Solusi Alternatif Penerangan Pesisir Pantai Turun Aban bagi Nelayan Desa Matras Bangka, yang telah dirancang. Pengelompokan alternatif pilihan disesuaikan dengan uraian fungsi bagian bagian dengan gambar konstruksi, kelebihan dan kekurangannya.

1. Fungsi Konversi Panas Matahari Menjadi Energi Listrik.

Dalam proses ini dapat dilakukan penilaian alternatif fungsi bagian konversi panas matahari menjadi energi listrik yang dapat dilihat pada Tabel 4.4.

2. Fungsi Konversi Energi Mekanis Menjadi Energi Listrik.

Dalam proses ini dapat dilakukan penilaian alternatif fungsi bagian konversi panas matahari menjadi energi listrik yang dapat dilihat pada Tabel 4.5.

3. Fungsi Rangka.

Dalam proses ini dapat dilakukan penilaian alternatif fungsi bagian rangka yang dapat dilihat pada Tabel 4.6.

4. Fungsi Turbin Angin.

Dalam proses ini dapat dilakukan penilaian alternatif fungsi bagian turbin angin yang dapat dilihat pada Tabel 4.7.

5. Fungsi Transmisi.

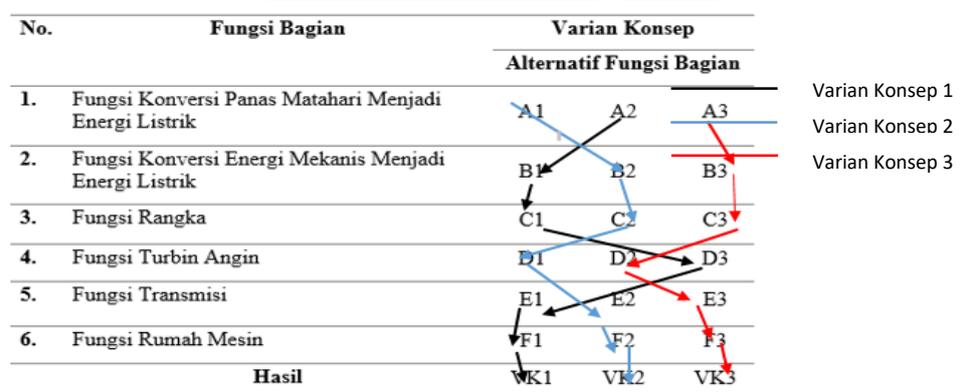
Dalam proses ini dapat dilakukan penilaian alternatif fungsi bagian transmisi yang dapat dilihat pada Tabel 4.8.

6. Fungsi Rumah Mesin.

Dalam proses ini dapat dilakukan penilaian alternatif fungsi bagian rumah mesin yang dapat dilihat pada Tabel 4.9

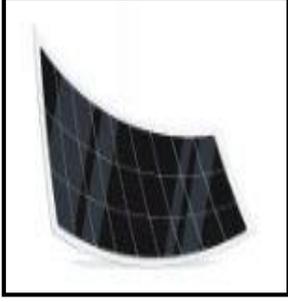
4.4.1 Penentuan Alternatif Konsep

Pada tahapan ini, alternatif fungsi bagian digabung kemudian dipilih hingga terbentuk sebuah varian konsep Alat Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya dengan Turbin Angin Sumbu Vertikal Savonius menggunakan Bentuk Sudu L Sebagai Solusi Alternatif Penerangan Pesisir Pantai Turun Aban bagi Nelayan Desa Matras Bangka dengan minimal 3 jenis varian konsep. Hal ini bertujuan agar proses pemilihan terdapat penilaian dan diharapkan dapat memenuhi hasil dari tuntutan yang diinginkan yang dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Penentuan alternatif konsep

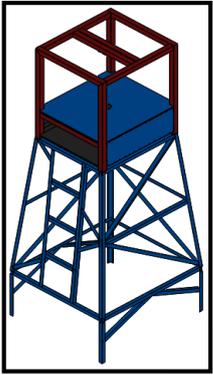
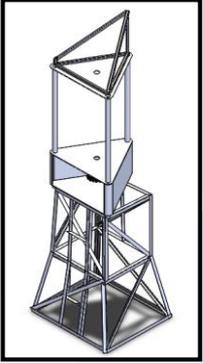
Tabel 4.4 Fungsi konversi panas matahari menjadi energi listrik

No	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
A1	 <p data-bbox="443 808 671 898">Panel Surya Jenis Monocrystalline</p>	<p data-bbox="762 439 1050 689">Jenis panel dengan tingkat efisiensi resapan panas matahari yang relatif tinggi.</p>	<p data-bbox="1082 439 1342 472">Biaya sangat mahal.</p>
A2	 <p data-bbox="443 1290 671 1379">Panel Surya Jenis Polycrystalline</p>	<p data-bbox="762 920 1007 954">Biaya tidak mahal.</p>	<p data-bbox="1082 920 1358 1171">Jenis panel dengan tingkat efisiensi resapan panas matahari yang relatif rendah.</p>
A3	 <p data-bbox="400 1760 708 1827">Panel Surya Jenis Thin-film</p>	<p data-bbox="762 1402 1050 1653">Jenis panel dengan tingkat efisiensi resapan panas matahari yang relatif tinggi.</p>	<p data-bbox="1082 1402 1342 1435">Biaya sangat mahal.</p>

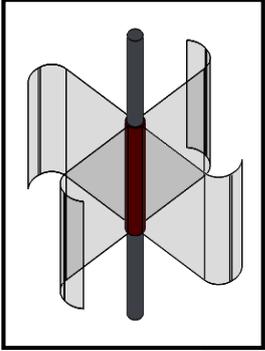
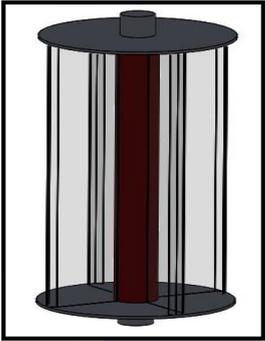
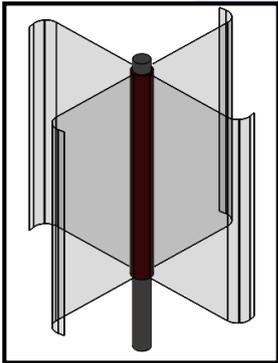
Tabel 4.5 Fungsi konversi energi mekanis menjadi listrik

No	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
B1	 <p data-bbox="424 842 695 875">Generator Alternator</p>	Putaran kecepatan rpm rendah.	Sulit dalam mendapatkan komponen.
B2	 <p data-bbox="403 1288 715 1321">Generator Sepeda Ontel</p>	Mudah dalam mendapatkan komponen.	Daya listrik yang dihasilkan harus dengan rpm tinggi.
B3	 <p data-bbox="456 1749 663 1783">Generator PMG</p>	Putaran kecepatan rpm rendah.	Sulit dalam mendapatkan komponen.

Tabel 4.6 Fungsi rangka

No	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
C1	 <p data-bbox="432 857 687 891">Alternatif Rangka 1</p>	<p data-bbox="770 434 1048 689">Ketahanan kerangka dengan struktur 4 tiang dapat lebih kuat untuk menopang tiap-tiap komponen.</p>	<p data-bbox="1074 434 1351 577">Material yang digunakan relatif banyak.</p>
C2	 <p data-bbox="432 1317 687 1350">Alternatif Rangka 2</p>	<p data-bbox="770 898 1048 1099">Tempat peletakan kerangka tidak memerlukan banyak tempat.</p>	<p data-bbox="1074 898 1351 1153">Struktur kerangka tidak dapat menyebabkan ketidak seimbangan apabila terkena cuaca extrim.</p>
C3	 <p data-bbox="432 1809 687 1843">Alternatif Rangka 3</p>	<p data-bbox="770 1368 1048 1570">Material yang digunakan pada kerangka relatif sedikit.</p>	<p data-bbox="1074 1368 1351 1624">Ketahanan pada kerangka tidak efektif untuk menahan beban dan cuaca extrim.</p>

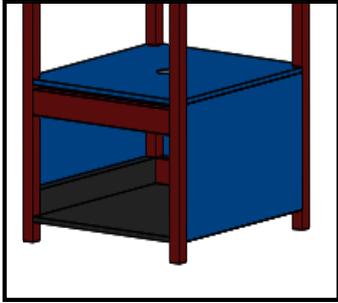
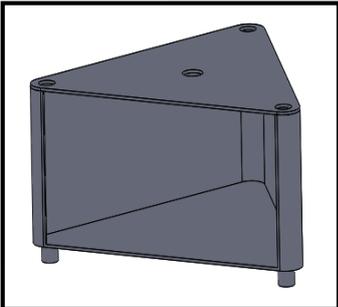
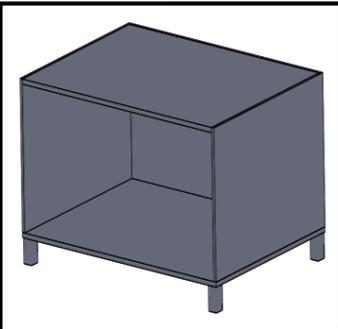
Tabel 4.7 Fungsi turbin angin

No	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
D1	 <p data-bbox="395 846 727 882">Alternatif Turbin Angin 1</p>	Material yang digunakan sedikit.	Turbin akan sangat sulit berputar apabila terkena angin dengan kecepatan rendah dikarenakan tinggi poros dan panjang sudu tidak ideal.
D2	 <p data-bbox="395 1290 727 1326">Alternatif Turbin Angin 2</p>	Struktur turbin sangat kokoh apabila terkena cuaca extrim.	Turbin akan sulit berputar dikarenakan beban komponen pada turbin sangat banyak.
D3	 <p data-bbox="395 1760 727 1796">Alternatif Turbin Angin 3</p>	Turbin akan sangat mudah berputar dikarenakan panjang sudu dan tinggi poros ideal.	Material yang digunakan relatif banyak.

Tabel 4.8 Fungsi transmisi

No	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
E1	 <p data-bbox="464 824 655 860"><i>Pully dan Belt</i></p>	Perawatan sedikit.	Getaran dan beban kejut dapat merusak sabuk.
E2	 <p data-bbox="480 1294 639 1330"><i>Timing Belt</i></p>	Minim terjadinya selip pada rantai dan spoket.	Perawatan yang rutin untuk mencegah pergantian pada belt.
E3	 <p data-bbox="496 1769 624 1805"><i>Flat Belt</i></p>	Perawatan sedikit.	Belt harus dilakukan perawatan agar mengurangi kerusakan pada belt.

Tabel 4.9 Fungsi rumah mesin

No	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
F1	 <p>Rumahnya Mesin 1</p>	Struktur yang kokoh sebagai tempat penyimpanan dari tiap komponen.	Material yang digunakan sangat banyak.
F2	 <p>Rumahnya Mesin 2</p>	Material yang digunakan sedikit.	Struktur pada rumah mesin kurang efektif sebagai tempat penyimpanan dengan kapasitas penyimpanan yang sedikit.
F3	 <p>Rumahnya Mesin 3</p>	Material yang digunakan sedikit.	Struktur pada rumah mesin kurang efektif sebagai penyimpanan komponen dikarenakan tingkat keamanan yang minim

Dengan menggunakan tabel yang disebut kotak morfologi, dapat diambil keputusan tentang hasil seleksi alternatif gabungan dan gabungan dari nilai tertinggi pertama, kedua dan ketiga yang dilambangkan dengan huruf “VK” yang disebut konsep.

4.4.1.1 Varian Konsep

Berdasarkan kotak morfologi diatas, diperoleh 3 (tiga) varian konsep yang ditampilkan dalam bentuk 3D. Selanjutnya, setiap varian konsep dibandingkan satu sama lain dan diputuskan menjadi varian konsep pilihan. Berikut ini merupakan 3 (tiga) varian konsep alat pembangkit listrik tenaga angin dan surya yang telah dikombinasikan berdasarkan kotak morfologi pada Tabel 4.4, Tabel 4.5, Tabel 4.6, Tabel 4.7, Tabel 4.8, dan Tabel 4.9.

a. Varian Konsep 1

Pada varian konsep 1 ini menggunakan fungsi rangka dengan material besi holo dan besi siku L, dan untuk fungsi turbin angin menggunakan material pipa besi sebagai poros turbin dan akrilik sebagai material sudu yang digunakan. Pada fungsi konversi panas matahari menjadi energi listrik menggunakan panel surya dengan jenis polycrystalline, dan pada fungsi konversi energi mekanis menjadi energi listrik menggunakan dinamo dengan jenis alternator. Untuk fungsi transmisi menggunakan *pully* dan *belt*, dan untuk fungsi rumah mesin yang digunakan dengan bentuk persegi panjang dengan struktur yang kokoh sebagai pelindung komponen yang bersifat elektris dan mekanis.

Cara kerja : Angin akan menggerakkan turbin angin dengan kecepatan tertentu, putaran turbin akan diteruskan ke dinamo alternator menggunakan transmisi *pully* dan *belt*, ketika poros rotor berputar maka daya listrik yang dihasilkan akan disalurkan ke watt meter untuk mengetahui berapa daya listrik yang dihasilkan setelah itu arus listrik akan diteruskan ke *controller*, daya listrik yang telah diolah dari *controller* akan diteruskan ke dalam penyimpanan daya listrik seperti aki. Panel surya akan menyerap panas matahari lalu daya listrik yang dihasilkan akan diteruskan ke watt meter untuk mengetahui berapa daya listrik yang dihasilkan setelah itu daya listrik tersebut akan masuk ke dalam *controller* yang berfungsi mengolah daya listrik yang akan diteruskan ke dalam aki yang sama, setelah daya listrik telah tersimpan untuk dapat menggunakan listrik dari penyimpanan daya pada aki harus menggunakan inverter yang dapat berfungsi mengubah arus DC menjadi AC agar dapat dipergunakan untuk beban seperti lampu sebagai penerangan, varian konsep 1 dapat dilihat pada Gambar 4.5.



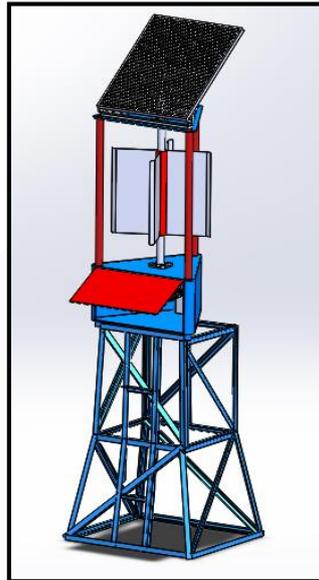
Gambar 4.5 Varian konsep 1

b. Varian Konsep 2

Pada varian konsep 2 ini menggunakan fungsi rangka dengan material pipa besi, dan untuk fungsi turbin angin menggunakan material dari pipa besi sebagai poros turbin dan akrilik sebagai sudu yang digunakan. Pada fungsi konversi panas matahari menjadi energi listrik menggunakan panel surya dengan jenis monocrystalline, dan pada fungsi konversi energi mekanis menjadi energi listrik menggunakan generator sepeda ontel, untuk transmisi menggunakan *timing belt*, dan untuk rumah mesin yang digunakan dengan bentuk segitiga sebagai tempat pelindung dari komponen bersifat elektris dan mekanis. Varian konsep 2 dapat dilihat pada Gambar 4.6.

Cara kerja : Angin akan menggerakkan turbin angin dengan kecepatan tertentu, putaran turbin akan diteruskan ke generator sepeda ontel menggunakan transmisi *timing belt*, ketika poros rotor berputar maka daya listrik yang dihasilkan akan disalurkan ke watt meter untuk mengetahui berapa daya listrik yang dihasilkan setelah itu arus listrik akan diteruskan ke *controller*, daya listrik yang telah diolah dari *controller* akan diteruskan ke dalam penyimpanan daya listrik seperti aki. Panel surya akan menyerap panas matahari lalu daya listrik yang dihasilkan akan diteruskan ke watt meter untuk mengetahui berapa daya listrik yang dihasilkan setelah itu daya listrik tersebut akan masuk ke dalam controller yang berfungsi mengolah daya listrik yang akan diteruskan ke dalam aki yang

sama, setelah daya listrik telah tersimpan untuk dapat menggunakan listrik dari penyimpanan daya pada aki harus menggunakan inverter yang dapat berfungsi mengubah arus DC menjadi AC agar dapat dipergunakan untuk beban seperti lampu sebagai penerangan, varian konsep 2 dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Varian konsep 2

c. Varian Konsep 3

Pada varian konsep 3 ini menggunakan fungsi rangka dengan material besi holo, dan untuk fungsi turbin angin menggunakan material dari pipa besi sebagai poros turbin dan akrilik sebagai sudu yang digunakan. Pada fungsi konversi panas matahari menjadi energi listrik menggunakan panel surya dengan jenis thin film, dan pada fungsi konversi energi mekanis menjadi energi listrik menggunakan generator jenis PMG (Permanen Magnet Generator), untuk transmisi menggunakan *flet belt*, dan untuk rumah mesin yang digunakan dengan bentuk persegi panjang sebagai tempat pelindung dari komponen bersifat elektrik dan mekanis.

Cara kerja : Angin akan menggerakkan turbin angin dengan kecepatan tertentu, putaran turbin akan diteruskan ke dinamo PMG menggunakan transmisi roda gigi, ketika poros rotor berputar maka daya listrik yang dihasilkan akan disalurkan ke watt meter untuk

mengetahui berapa daya listrik yang dihasilkan setelah itu arus listrik akan diteruskan ke *controller*, daya listrik yang telah diolah dari *controller* akan diteruskan ke dalam penyimpanan daya listrik seperti aki. Panel surya akan menyerap panas matahari lalu daya listrik yang dihasilkan akan diteruskan ke watt meter untuk mengetahui berapa daya listrik yang dihasilkan setelah itu daya listrik tersebut akan masuk ke dalam *controller* yang berfungsi mengolah daya listrik yang akan diteruskan ke dalam aki yang sama, setelah daya listrik telah tersimpan untuk dapat menggunakan listrik dari penyimpanan daya pada aki harus menggunakan inverter yang dapat berfungsi mengubah arus DC menjadi AC agar dapat dipergunakan untuk beban seperti lampu sebagai penerangan, varian konsep 3 dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Varian Konsep 3

4.4.2 Penilaian Variasi Konsep

4.4.2.1 Kriteria Penilaian

Setelah memilih alternatif untuk keseluruhan fungsi, evaluasi konsep varian bertujuan untuk memutuskan alternatif agar dapat masuk ke dalam proses desain. Evaluasi dibagi menjadi dua bagian, aspek teknis dan ekonomis. Skor yang diberikan untuk menilai setiap varian dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Skala penilaian varian konsep

4	3	2	1
Sangat Baik	Baik	Cukup Baik	Kurang Baik

A. Penilaian Dari Aspek Teknis

Penilaian dari aspek teknis dapat dilihat pada Tabel 4.11.

B. Penilaian Dari Aspek Ekonomis

Penilaian dari aspek ekonomis dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.11 Penilaian dari aspek teknis

No	Aspek Yang Dinilai	Bobot (%)	VARIAN KONSEP						Nilai	
			VK1		VK2		VK3		Ideal	
1.	Pencapaian Fungsi	24	4	96	4	96	3	72	4	96
2.	Komponen Standar	12	4	48	3	36	3	36	3	36
3.	Proses Pembuatan	17	3	51	3	51	4	68	3	51
4.	Pengoperasian	18	4	72	4	72	4	72	4	72
5.	Perawatan	13	3	39	3	39	3	39	4	52
6.	Ergonomis	16	4	64	4	64	4	64	4	64
Nilai Total		100	370		358		351		371	
Persentase		100%	99%		96%		94%		-	

Tabel 4.12 Penilaian dari aspek ekonomis

No	Aspek Yang Dinilai	Bobot (%)	VARIAN KONSEP						Nilai	
			VK1		VK2		VK3		Ideal	
1.	Biaya Pembuatan	65	4	260	4	260	3	195	4	260
2.	Biaya Perawatan	35	3	105	3	105	4	140	3	105
Nilai Total		100	365		365		335		365	
Persentase		100%	100%		100%		91%		-	

4.4.2.2 Keputusan

Varian konsep yang dipilih dari proses evaluasi di atas merupakan varian dengan skor mendekati 100 persen. Konsep tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung dan mengoptimasi sub fungsi yang ada sehingga diperoleh hasil desain sesuai dengan yang diinginkan. Varian yang dipilih adalah varian konsep 1 yang memiliki rating 99% dari segi teknis dan 100% dari segi ekonomis. Untuk ditindak lanjuti dan dioptimalisasikan dalam proses rancangan alat pembangkit listrik tenaga angin dan surya dengan turbin angina sumbu vertikal savonius menggunakan Bentuk Sudu L Sebagai Solusi Alternatif Penerangan Pesisir Pantai Turun Aban bagi Nelayan Desa Matras Bangka. Diagram batang penilaian aspek teknis dan ekonomis dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Diagram batang penilaian aspek teknis dan ekonomis

4.5 Merancang

4.5.1 Perhitungan

Pada tahapan ini dilakukan proses analisa perhitungan pada rancangan sebuah alat. Berikut ini merupakan analisa perhitungan pada Rancangan Alat Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya dengan Turbin Angin Sumbu Vertikal Savonius menggunakan Bentuk Sudu L Sebagai Solusi Alternatif Penerangan Pesisir Pantai Turun Aban bagi Nelayan Desa Matras Bangka.

4.5.1.1 Perhitungan Daya Yang Dibutuhkan

Daya yang dibutuhkan untuk pemakaian selama 12 jam pada 5 lampu dengan kapasitas setiap lampu sebesar 7 Watt dan tambahan lampu sorot dengan daya sebesar 25 Watt dengan total beban daya sebesar 60 Watt.

Diketahui :

$$p = 60 \text{ W}$$

$$t = 12 \text{ jam}$$

Ditanya : $W = ?$

Jawab :

$$W = p \times t$$

$$W = 60 \text{ W} \times 12 \text{ h}$$

$$W = 720 \text{ Wh.}$$

Jadi, daya listrik dari 6 beban lampu yang dibutuhkan selama 12 jam sebesar 720 Wh.

4.5.1.2 Design Turbin Angin

- **Perhitungan Luas Sapuan Dari Sudu :**

$$A_{\text{swept}} = \pi \cdot D \cdot h$$

D = diameter dari turbin

h = tinggi dari sudu

$$D = 710 \text{ mm}$$

$$D/h = 1,2.$$

$$h = \frac{D}{1,2} = \frac{710}{1,2} = 591,67$$

$$h = 592 \text{ mm}$$

$$A_{\text{swept}} = 3,14 \times 710 \times 592$$

$$A_{\text{swept}} = 1.319 \text{ m}^2.$$

- **Perhitungan Daya Turbin Angin**

$$P_{w1} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot a \cdot udara \cdot A_{\text{swept}} \cdot v^3$$

$$P_{w1} = 0,5 \cdot 1,2 \cdot 1,319 \cdot 2,93^3$$

$$P_{w1} = 19,9 \text{ W.}$$

- Pada penelitian (Huda dan Arief 2014), diketahui bahwa efisiensi *wind* turbin (η_{WT}) sebesar 48,7%, sehingga daya pada poros turbin adalah : $P_T = P_W \cdot \eta_{WT} = 19,9 \times 48,7\% = 9,69 \text{ W.}$
- Diasumsikan efisiensi generator (η_{gen}) = 0,8, maka daya elektrik yang dihasilkan dari generator sebesar : $P_{elektris} = P_T \cdot \eta_{gen} = 9,69 \times 0,8 = 7,752 \text{ W.}$

- **RPM Turbin Rata-Rata**

$$N_1 = \frac{60 \cdot v}{2\pi \cdot r} = \frac{60 \cdot 2,93}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,355} = \frac{175,8}{2,23} = 78,8 \text{ rpm.}$$

- **Menentukan Rasio Transmisi**

Generator mampu berputar hingga 900 rpm, sehingga rasio transmisi adalah :

$$\text{Rasio} = \frac{900}{78,8} = 11,4 \approx 11.$$

Diambil untuk rasio pully sebesar 3 : 1.

Dengan perbandingan rasio 3 : 1, maka $P_{elektris}$ yang dapat dihasilkan adalah :

$$P_{elektris \text{ total}} = P_{elektris} \cdot 3 = 7,752 \cdot 3 = 23,26 \text{ W.}$$

- **Total daya (P_t) yang dihasilkan turbin dalam 12 jam adalah :**

$$P_t = P_{elektris} \cdot 12 \text{ jam} = 23,26 \cdot 12 \text{ h} = 279,072 \text{ Wh.}$$

- **Perhitungan Panel Surya**

Panel surya yang digunakan berdasarkan spesifikasinya sebesar 50 Wp. Berdasarkan pengukuran di lapangan lama efektifitas panas matahari/pengecasan aki selama 11 jam.

Sehingga rugi-rugi daya panel surya sebesar :

$$E_b = E_p - (15\% \cdot E_p)$$

$$\text{Dimana } E_p = P \cdot t = 50 \text{ W} \cdot 11 \text{ jam} = 550 \text{ Wh.}$$

$$E_b = 550 - (15\% \cdot 550)$$

$$E_b = 467,5 \text{ Wh.}$$

Jadi, total daya yang dihasilkan dari turbin angin dan panel surya (P_{total}) sebesar :

$$P_{\text{total}} = P_a \cdot E_b$$

$$P_{\text{total}} = 279 + 467,5$$

$$P_{\text{total}} = 746,5 \text{ Wh.}$$

Nilai P_{total} sudah memenuhi kebutuhan daya harian sebesar 720 Wh.

- **Perhitungan Sistem Transmisi *Pully***

Diambil untuk rasio pully sebesar 3 : 1.

Untuk memilih dan menghitung besarnya diameter *pully*, dapat menggunakan rumus perbandingan putaran (i) :

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

$$= \frac{78,8}{900} : \frac{328}{69}$$

$$= 11 : 4$$

$$i = 2,75.$$

Jadi, $i = \text{Velocity rasio}$ yang terjadi sebesar 2,75.

- **Perhitungan Kecepatan keliling *Pully***

Besarnya kecepatan keliling bisa dilambangkan dengan simbol (V), dengan rumus persamaan :

$$V_p = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1000}$$

Diketahui :

$$V_p = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{60 \cdot 1000}$$

$$= \frac{3,14 \cdot 69 \cdot 78,8}{60 \cdot 1000}$$

$$= \frac{17.072}{60.000}$$

$$= 3,514.$$

Jadi, kecepatan keliling (V) pada diameter *pully* 1 sebesar = 3,514.

$$\begin{aligned}V_p &= \frac{\pi \cdot D_2 \cdot n}{60 \cdot 1000} \\&= \frac{3,14 \cdot 328 \cdot 900}{60 \cdot 1000} \\&= \frac{926.928}{60.000} \\&= 15,448.\end{aligned}$$

Jadi, kecepatan keliling (V) pada diameter *pully* 2 sebesar = 15,448.

- **Perhitungan Jarak Kedua – Sumbu Poros (C) dan Panjang Belt (L)**

Asumsi :

Jarak sumbu poros (C) harus sebesar 1,5 sampai 2 kali diameter *pully* besar, maka C = 2D₂.

Diketahui :

$$D_1 = 69 \text{ mm}$$

$$D_2 = 328 \text{ mm}$$

$$C = 2D_2$$

$$= 656 \text{ mm.}$$

- **Perhitungan Jarak Antar Kedua Sumbu Poros (C)**

$$C = \frac{\sqrt{8 \cdot D_2 \cdot L - 4\pi \cdot D_2 (D_2 - D_1) - (D_2 - D_1)^2}}{8}$$

$$C = \frac{\sqrt{8 \cdot 328 \cdot 1999,98 - 4 \cdot 3,14 \cdot 328 (328 - 69) - (328 - 69)^2}}{8}$$

$$C = \frac{\sqrt{5.247.947 - 1.066.997,12 - 67.081}}{8}$$

$$C = \sqrt{514.233,16} = 717,100 \text{ mm.}$$

Maka diketahui jarak antar sumbu (C) sebesar = 717,100 mm.

- **Perhitungan Panjang Belt (L)**

$$L = 2 C + \frac{\pi}{2} (D_2 + D_1) + \frac{1}{4.C} (D_2 - D_1)^2$$

$$2 C = L - \frac{\pi(D_2 + D_1)}{2} - \frac{(D_1 - D_2)^2}{4 C}$$

$$2 C = 2000 - \frac{3,14 (397)}{2} - \frac{67.081}{2624}$$

$$2 C = 2000 - 623,29 - 25,58$$

$$2 C = 1.351,13$$

$$L = 1.351,13 + \frac{3,14}{2} (328 + 69) + \frac{1}{4 \cdot 656} \cdot (328 - 69)^2$$

$$L = 1.351,13 + 1,57 \cdot 397 + \frac{1}{2624} 259^2$$

$$L = 1.351,13 + 623,29 + \frac{259^2}{2624}$$

$$L = 1974,42 + \frac{67081}{2624}$$

$$L = \frac{98721}{50} + \frac{67081}{2624}$$

$$L = \frac{131198977}{65600} = 1999,98 \text{ mm.}$$

Maka diketahui panjang L sebesar : 1999,98 mm.

Jadi, untuk mencari nilai panjang belt (L) yang sesuai dengan dimensi v-belt yang dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Dimensi V – belt

<i>Type of Belt</i>	<i>Cross - sectional</i>			<i>Design length of belt, L (mm)</i>
	<i>b (mm)</i>	<i>h (mm)</i>	<i>A (mm)²</i>	
O	10	6	0,47	400 ; 450 ; 560 ; 630 ; 710 ; 800 ; 900 ; 1000 ; 1120 ; 1250 ; 1400 ; 1600 ; 1800 ; 2000 ; 2240 ; 2500

A	13	8	0,81	560 ; 630 ; 710 ; 800 ; 900 ; 1000 ; 1120 ; 1250 ; 1400 ; 1600 ; 1800 ; 2000 ; 2240 ; 2500 ; 2800 ; 3150 ; 3550 ; 4000
B	17	10,5	1,38	800 ; 900 ; 1000 ; 1120 ; 1250 ; 1400 ; 1600 ; 1800 ; 2000 ; 2240 ; 2500 ; 2800 ; 3150 ; 3550 ; 4000 ; 4500 ; 5000 ; 5600 ; 6300
C	22	13,5	2,3	1800 ; 2000 ; 2240 ; 2500 ; 2800 ; 3150 ; 3550 ; 4000 ; 4500 ; 5000 ; 5600 ; 6300 ; 7100 ; 8000 ; 9000 ; 10.000
D	32	19	4,75	3150 ; 3550 ; 4000 ; 4500 ; 5000 ; 5600 ; 6300 ; 7100 ; 8000 ; 9000 ; 10.000 ; 11.000 ; 12.500 ; 14.000
E	38	23,5	6,95	; 4500 ; 5000 ; 5600 ; 6300 ; 7100 ; 8000 ; 9000 ; 10.000 ; 11.000 ; 12.500 ; 14.000 ; 16.000 ; 18.000
F	50	30	11,7	6300 ; 7100 ; 8000 ; 9000 ; 10.000 ; 11.000 ; 12.500 ; 14.000 ; 16.000 ; 18.000 ; 16.000 ; 18.000

Maka dipilih panjang v-belt (L) adalah = Tipe A dengan panjang 2000 mm.

- Perhitungan Analisa Kekuatan Bahan

Perhitungan momen torsi pada turbin angin dengan persamaan sebagai berikut :

$$T = \frac{1}{2} \cdot \rho a \cdot AT \cdot V^2 \cdot r$$

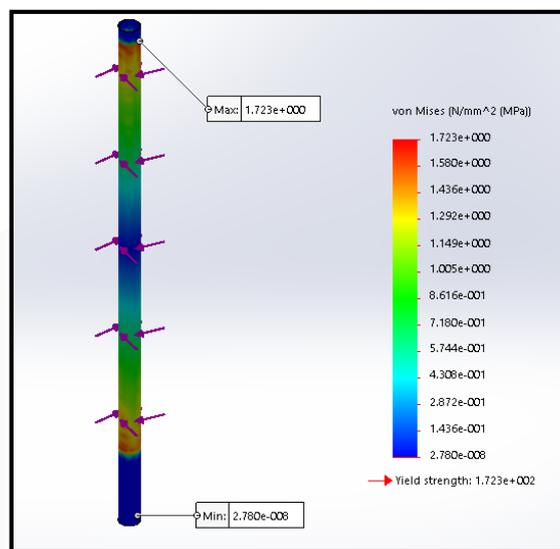
$$T = \frac{1}{2} \cdot 1,224 \cdot 1,319 \cdot 8,5 \cdot 177,5$$

$$T = 1217,905245 \text{ Nm.}$$

Maka momen torsi yang dihasilkan pada turbin angin sebesar : 1217,905245 Nm.

- Hasil Analisa Tegangan Puntir Material SS 304 Menggunakan Software (SolidWork)

Diketahui material SS 304 (*Stainless stell*) dengan beban puntir sebesar 1217 Nm menghasilkan *yield strenght* sebesar $1.723e+002$ N/mm²(MPa), dengan tegangan puntir *max* sebesar $1.723e+000$ N/mm²(MPa). Dalam penelitian (Wijaya, dkk 2017), dijelaskan tegangan ijin pada material SS 304 yaitu sebesar 200 Mpa, gambar analisa tegangan puntir pada poros turbin dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Analisa tegangan puntir pada poros turbin

4.5.2 Pencapaian Hasil Dari Daftar Tuntutan

Pada tahapan ini menunjukkan hasil pencapaian dari daftar tuntutan, dapat dilihat pada Tabel 4.14 dan 4.15.

Tabel 4.14 Pencapaian daftar tuntutan para nelayan

No	Tuntutan	Ketercapaian	
		Ya	Tidak
1	Tuntutan Primer		
1.1	Daya Yang Dibutuhkan	√	

2	Tuntutan Skunder	
2.1	Mudah Dalam Pengoperasian Alat	√
3	keinginan	
3.1	Perawatan Yang Mudah	√

Tabel 4.15 Pencapaian daftar tuntutan hasil seminar proposal

No	Tuntutan	ketercapaian	
		Ya	Tidak
1	Metode Perancangan Menggunakan VDI	√	
2	Harus Mempunyai Data Tentang Kecepatan Angin Yang Dihasilkan Agar Dapat Menentukan Kecepatan Turbin Yang Akan Berputar	√	
3	Harus Ada Data Tentang Kebutuhan Daya Yang Akan Dibutuhkan	√	
4	Animasi	√	
5	Analisa Kekuatan Bahan/Material	√	

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan rancangan di atas, dapat disimpulkan bahwa turbin angin menggunakan sudu berbentuk profil L dengan diameter 710 mm dan tinggi 592 mm, untuk panel surya yang digunakan dengan kapasitas sebesar 50 Wp, sebanyak 1 buah. Berdasarkan hasil perhitungan, turbin angin yang telah dirancang dapat menghasilkan daya sebesar 279,072 Wh, dan panel surya dengan kapasitas sebesar 50 Wp sebanyak 1 buah dapat menghasilkan daya sebesar 467,5 Wh. Maka jika ditotalkan turbin angin dan panel surya dapat menghasilkan daya sebesar 746,5 Wh. Jadi total daya yang dihasilkan selama waktu pengecasan dari turbin angin dan panel surya sudah memenuhi kapasitas dari kebutuhan daya sebesar 720 Wh.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan masih terdapat kekurangan yang nantinya akan menjadi penelitian untuk kedepannya, total daya yang dihasilkan hanya berbeda sedikit dari total kebutuhan daya harian. Keraguan yang akan terjadi apabila terdapat kendala pada faktor alam yang dapat menyebabkan total daya yang dihasilkan tidak mencukupi kebutuhan daya harian, pada penelitian ini perancang menggunakan panel surya 50 Wp dengan jenis Polycrystalline, saran kedepannya untuk menggunakan panel surya dengan kapasitas daya sebesar 100 Wp agar dapat mencukupi dan melebihi total hasil dari kebutuhan daya harian.

DAFTAR PUSTAKA

- Bachtiar dan Hayyatul. 2018. "Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras." *Jurnal Teknik Elektro ITP* 7(1): 34–45.
- BMKG Bangka Belitung, 2022.
- Dewangga. 2020. "Rancang Bangun Pembangkit Hybrid Tenaga Angin Dan Surya Dengan Penggerak Otomatis Pada Panel Surya." *Eksergi* 15(3): 93.
- Gunawan et al. 2021. "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Portable." *Jurnal Teknik Elektro* 10(1): 65–71.
- Harahap, dkk 2021. "Implementasi Trainer Kit Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Pengembangan Media Pembelajaran Instalasi Listrik."
- Hidayanti dan Dewangga. 2020. "Rancang Bangun Pembangkit Hybrid Tenaga Angin Dan Surya Dengan Penggerak Otomatis Pada Panel Surya." *Eksergi* 15(3): 93.
- Huda dan Arief. 2014. "Analisa Bentuk Profile Dan Jumlah Blade Vertical Axis Wind Turbine Terhadap Putaran Rotor Untuk Menghasilkan Energi Listrik.
- I.B. Alit, dkk 2019 Keilmuan, Jurnal, Dan Terapan, and Teknik Mesin.
- Lhokseumawe, et al. 2020. "Tugas Akhir Tugas Akhir." *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret201* 2(1): 41–49.
- Lubis dan Gapy. 2019. "Pemanfaatan Alternator Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (Pltb)." *Jurnal Karya Ilmiah Teknik Elektro* 4(4): 19–24.

- Maulana Aliva dan Nugroho. 2019. "Prototipe Wind Tunnel Sebagai Kalibrator Anemometer Prototype Wind Tunnel As Calibrator Anemometer." *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika* 4(3): 46–53.
- Novitasari, 2018. "Perhitungan Ulang Transmisi Sabuk Dan Puli Serta Pemilihan Alternator Pada Kinetic Flywheel Conversion I (Kfc I) Untuk Memaksimalkan Kerja Alat Di Terminal Bbm Surabaya Group – Pertamina Perak." (Kfc I): 57–71.
- Nurudin dan Sakti. 2022. "Rancang Bangun Mesin Pengupas Kulit Kopi." *Jurnal Rekayasa Mesin* 1(2): 11–15.
- Pangestu, 2017. "Turbin Angin Vertikal Savonius Bertingkat Membentuk Helix Savonius Bertingkat dengan Variasi Blade, Savonius Helical L Rotor' Laporan Ini Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Tugas Operasi Sistem Energi II Program Studi Diploma III Teknik Konversi Energi D." (June).
- Perda Babel. 2020. "Rencana Umum Energi Daerah Tahun 2019-2050." 1: 7–8.
- Rohman 2019. Digital Repository University Jember *Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Turbin Angin Savonius Pada Kecepatan Angin Rendah.*
- Siti Rahma Wati 2021. "Angin di Desa Jada Bahrin." : 66–69.
- Senakama et al. 2022. "Pengaruh Celah Sudu dan Berat Sudu Terhadap Torsi yang Dihasilkan pada Turbin Savonius Tipe L." 1(September): 295–308.
- Siregar dan Lubis. 2019. "Uji Keandalan Prototype Turbin Angin Savonius Tipe-U." *Jurnal Ilmiah "Mekanik" Teknik Mesin ITM* 5(1): 39–40.

Suud, dkk 2020. “Jurnal T Eknik M Esin.” *Jurnal Teknik Sipil* 11(2): 1185–94.
<http://jurnal.ubl.ac.id/index.php/JTS/article/view/1544>.

Teknik 2022. “Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik Ramah Lingkungan Dari Hasil Karbonisasi Biomassa Dan Pupuk Kandang.” 4(1).

Widyanto, dkk. 2018. “Pemanfaatan Tenaga Angin Sebagai Pelapis Energi Surya Pada Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid Di Pulau Wangi-Wangi.” *Seminar Nasional Sain dan Teknologi 2018*: 1–12.

Wijaya, Michael Wijaya, Didi Widya Utama, and Agus Halim. 2017. “Perancangan Dan Analisis Pembebanan Gergaji Radial 4 Arah.” *Poros* 14(2): 124.

Wijianti, dkk 2019. “Turbin Angin Savonius Empat Sudu Dengan Variasi Model Profil Sebagai Media Belajar Mahasiswa.” *Machine : Jurnal Teknik Mesin* 5(2): 57–61.

LAMPIRAN 1

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Deni Wahyudi
Tempat & Tanggal Lahir : Sungailiat, 20-05-2001
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat : Komplek Nangnung Utara, No 303. Sungailiat.
No HP : 081958852949
Email : deniwhy2001@gmail.com



2. Riwayat Pendidikan

1. SDN 32 SUNGAILIAT
2. SMPN 5 SUNGAILIAT
3. SMAS SETIA BUDI SUNGAILIAT

Sungailiat, 18 Januari 2023.

Deni Wahyudi

LAMPIRAN 2
GAMBAR DRAFT DAN BAGIAN



LAMPIRAN 3
FOTO DOKUMENTASI PENGAMBILAN DATA AWAL

