

RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB) UNTUK DAYA LAMPU NAVIGASI



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan dan Pelatihan Pelaut Diploma IV

MUHAMMAD RAUF ABDILLAH

07 19 014 1 03

ELEKTRO PELAYARAN

**PROGRAM DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
TAHUN 2024**

RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB) UNTUK DAYA LAMPU NAVIGASI



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan dan Pelatihan Pelaut Diploma IV

MUHAMMAD RAUF ABDILLAH

07 19 014 1 03

ELEKTRO PELAYARAN

**PROGRAM DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
TAHUN 2024**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Rauf Abdillah

Nomer Induk Taruna : 07 19 014 1 03

Program Diklat : Elektro Technical Officer

Menyatakan bahwa karya ilmiah terapan yang saya tulis dengan judul:

RANCANG BANGUN PLTB UNTUK DAYA LAMPU NAVIGASI

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri. Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

SURABAYA.....2024

MUHAMMAD RAUF ABDILLAH

**PERSETUJUAN SEMINAR HASIL
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : **Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga
Bayu (PLTB) Untuk Daya Lampu Navigasi**

Nama taruna : **Muhammad Rauf Abdillah**

NIT : **07.19.014.1.03**

Program Studi : **Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal**

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan

SURABAYA,

2024

MENYETUJUI:

Pembimbing I



Dr. Agus Dwi Santoso, S.T., M.T., MPd.
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 19780819200001001

Pembimbing II



Faris Nofandi, S.Si.T., M.Sc.
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 198411182008121003

Mengetahui :

Ketua Program Studi D-IV TRKK



Akhmad Kasan Gupron, M.Pd
Penata Tk.I (III/d)
NIP : 198005172005021003

**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB) UNTUK
DAYA LAMPU NAVIGASI**

Disusun dan Diajukan Oleh:

MUHAMMAD RAUF ABDILLAH

NIT. 07.19.014.1.03

D-IV TRKK

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian KIT

Pada tanggal, 26 Januari 2024

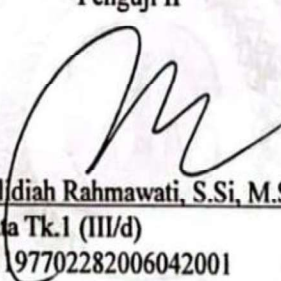
Menyetujui

Penguji I



Hadi Setiyawan, ST. MT.

Penguji II



Mauldiah Rahmawati, S.Si, M.Sc.
Penata Tk.1 (III/d)
NIP. 197702282006042001

Penguji III



Dr. Agus Dwi Santoso, S.T., M.T., M.Pd.
Penata Tk.1 (III/d)
NIP. 19780819200001001

Mengetahui :

Ketua Program Studi TRKK

Politeknik Pelayaran Surabaya



Akhmad Kasan Gupron, M.Pd.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 198005172005021003

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan kuasaNYA sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah terapan ini. Adapun karya ilmiah ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan program pendidikan diploma IV di Politeknik Pelayaran Surabaya dengan mengambil judul rancang bangun pltb untuk daya lampu navigasi.

Penulis sangat menyadari bahwa didalam karya ilmiah terapan ini masih banyak terdapat kekurangan baik dalam hal penyajian materi maupun teknik penulisannya, oleh karena itu penulis mengharapkan koreksi dan saran yang nanti dapat digunakan untuk menyempurnakan karya ilmiah terapan ini.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Moejiono, M.T., M.Mar.E. selaku direktur Politeknik Pelayaran Surabaya.
2. Bapak Akhmad Kasan Gupron, M.Pd selaku Ketua Jurusan Elektro.
3. Bapak Dr. Agus Dwi Santoso, S.T., M.T., MPd. dan Bapak Faris Nofandi, S.Si.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing.
4. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan semangat dan doa.

Akhir kata penulis berharap semoga karya ilmiah terapan ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penulis khususnya.

Surabaya,

2024

MUHAMMAD RAUF ABDILLAH

ABSTRAK

Listrik merupakan hal terpenting untuk penerangan. Penerangan sendiri bagian yang tidak terlepas dari kehidupan manusia, termasuk di dunia pelayaran. Pada peraturan dunia pelayaran Peraturan Pencegahan Tubrukan di Laut (P2TL) bagian C. Sering terjadi juga saat Auxiliary engine (AE) terdapat masalah saat malam hari maka aliran listrik tidak di distribusikan ke lampu navigasi. Oleh karena itu diperlukan sumber energi lain untuk memasok ke lampu navigasi yaitu energi terbarukan dari angin atau Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB).

PLTB merupakan salah satu energi terbarukan yang bersumber dari energi angin, cocok digunakan dikapal dikarenakan potensi angin yang tinggi dan stabil. Namun pemilihan turbin untuk PLTB haruslah cocok dengan kondisi yang akan digunakan. Karena faktor tersebut penulis membuat PLTB dengan tipe turbin horizontal 3 sudu yang mampu memaksimalkan energi angin. Metode yang digunakan yaitu perancangan sistem untuk mengetahui distribusi daya dari sumber sampai ke beban dan perancangan alat hal ini digunakan untuk mengetahui hardware yang digunakan.

PLTB untuk daya lampu navigasi menghasilkan rata-rata 3,39 V, 0,37 A, dan 1,38 W dengan ukuran input ke baterai sebesar spesifikasi itu mampu mengangkat beban lampu DC 12/24 V. Pada sistem PLTB sudah dilengkapi dengan sensor arus dan tegangan yang memiliki Tingkat eror sebesar 0,018% untuk tegangan dan 0,054% untuk arus. Dengan menggunakan PLTB yang mencakup sensor arus dan tegangan untuk lampu navigasi, sistem dapat memasok daya dengan efisien dan mampu menganalisis daya yang dihasilkan.

Kata kunci : *PLTB, Lampu navigasi, Turbin horizontal*

ABSTRACT

Electricity is the most important thing for lighting. Lighting itself is an inseparable part of human life, including in the world of shipping. In the shipping regulations of the Prevention of Collisions at Sea (P2TL) Part C. It also often happens that when the Auxiliary engine (AE) has a problem at night, the electricity is not distributed to the navigation lights. Therefore, another energy source is needed to supply navigation lights, namely renewable energy from wind or Wind Power Plant (PLTB).

PLTB is one of the renewable energy sourced from wind energy, suitable for use on ships due to high and stable wind potential. However, the selection of turbines for wind power plants must be suitable for the conditions to be used. Because of these factors, the author makes a wind power plant with a 3-bladed horizontal turbine type that is able to maximize wind energy. The method used is system design to determine the distribution of power from the source to the load and the design of this tool is used to determine the hardware used.

The wind power plant for navigation lights produces an average of 3.39 V, 0.37 A, and 1.38 W with the size of the input to the battery as large as the specification that is able to lift 12/24 V DC lamp loads. The wind farm system is equipped with current and voltage sensors that have an error rate of 0.018% for voltage and 0.054% for current. By using a complete package that includes current and voltage sensors in the design of a wind farm for navigation lights, the system can supply power efficiently and is able to analyze the power generated.

Keywords: *PLTB, Navigation lights, Horizontal turbine*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Batasan Masalah	2
E. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Review Penelitian Sebelumnya.....	4
B. Landasan Teori.....	7
1. Energi Terbarukan	7
2. PLTB	9
3. Alat pembuatan PLTB	12
4. Alat pembaca kecepatan angin,tegangan,dan arus.	16
5. Beban lampu navigasi.....	21

BAB III METODE PENELITIAN	23
A. Perancangan Sistem	23
B. Perancangan Alat	24
1. Model perancangan PLTB.....	24
2. Model perancangan sistem monitoring.....	26
C. Rencana Pengujian	28
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	29
A. Uji Coba Produk	29
1. Pengujian Masing-masing Komponen.....	29
2. Perakitan Komponen PLTB.....	35
3. Uji Coba Pemakaian	37
B. PENYAJIAN DATA	38
1. Hari Ke-1	38
2. Hari Ke-2	40
3. Hari Ke-3	41
4. Data Rata-rata	42
C. ANALISIS DATA	44
1. Analisis Faktor Yang Terjadi Pada PLTB	45
2. Analisis dan Menghitung Daya PLTB.....	48
3. Analisa Perbandingan Alat Ukur	49
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	53
A. SIMPULAN	53
B. Saran	54

DAFTAR PUSTAKA.....	55
----------------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 PLTB.....	9
Gambar 2.2 Turbin jenis horizontal.....	10
Gambar 2.3 Turbin jenis vertikal.....	11
Gambar 2.4 PVC	13
Gambar 2. 5 Generator	13
Gambar 2. 6 Bearing.....	14
Gambar 2.7 Turbin jenis three blade	15
Gambar 2. 8 Arduino UNO	16
Gambar 2.9 Anemometer.....	18
Gambar 2. 10 Sensor INA 219	19
Gambar 2.11 LCD I2C	19
Gambar 2.12 Sensor Anemometer.....	20
Gambar 2.13 Lampu Navigasi.....	21
Gambar 3. 1 Sistem Distribusi.....	23
Gambar 3. 2 Perancangan alat	24
Gambar 3. 3 Perancangan monitoring PLTB.....	26
Gambar 3. 4 Rangkaian sistem monitoring	27
Gambar 4. 1 Uji Coba Generator.....	29
Gambar 4. 2 Uji Coba Baterai	30
Gambar 4. 3 Uji Coba Lampu	31
Gambar 4. 4 Uji Coba Produk Arduino UNO	31
Gambar 4. 5 Proses Unggah Program ke Arduino Uno Berhasil	32
Gambar 4. 6 Unggah Program LCD I2C.....	32
Gambar 4. 7 Uji Coba Produk LCD	33
Gambar 4. 8 Coding Sensor INA 219.....	34
Gambar 4. 9 Coding Sensor Anemometer.....	34
Gambar 4. 10 Rangkaian Pembangkit Listrik Tenaga Bayu.....	37
Gambar 4. 11 Grafik Data Pengujian Hari Ke-1	45
Gambar 4. 12 Grafik Data Pengujian Hari Ke-2	46
Gambar 4. 13 Grafik Data Pengujian Hari Ke-3	46
Gambar 4. 14 Grafik Data Pengujian Rata-Rata	47
Gambar 4. 15 Grafik Data Pengujian Arus dan Baterai	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 review penelitian sebelumnya	4
Tabel 2 3 Tabel sepsifikasi Arduino UNO	17
Tabel 3. 1 Tabel pin	27
Tabel 4. 1 Pengujian Hari Ke-1.....	39
Tabel 4. 2 Pengujian Hari Ke-1 Multimeter Zoyi ZT-QS9	39
Tabel 4. 3 Pengujian Hari Ke-2.....	40
Tabel 4. 4 Pengujian Hari Ke-2 Menggunakan Multimeter Zoyi ZT-QS9	40
Tabel 4. 5 Pengujian Hari Ke-3.....	41
Tabel 4. 6 Pengujian Menggunakan Multimeter	42
Tabel 4. 7 Data Rata-Rata menggunakan Alat Ukur Otomatis	42
Tabel 4. 8 Data Rata-Rata Menggunakan Multimeter Zoyi ZT-QS9	43
Tabel 4. 9 Perhitungan Daya Dari PLTB	49
Tabel 4. 10 Hasil Tingkat Error Alat ukur Otomatis Tegangan	50
Tabel 4. 11 Hasil Tingkat Error Alat ukur Otomatis Arus	51

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Listrik merupakan hal terpenting dari berbagai pencakupan teknologi, salah satunya untuk penerangan atau pengaliran listrik ke lampu. Penerangan sendiri bagian yang tidak terlepas dari kehidupan manusia, termasuk di dunia pelayaran. Pada peraturan dunia pelayaran Peraturan Pencegahan Tubrukan di Laut (P2TL) bagian C menjelaskan tentang penerangan dan sosok benda (cabmakassar, 2019). Pada bagian ini dijelaskan tentang penerangan sangatlah penting dalam dunia pelayaran. Lampu-lampu navigasi pada kapal haruslah berfungsi dengan baik, jika salah satunya tidak berfungsi rentan terhadap tubrukan di laut. Lampu navigasi di kapal berfungsi dengan baik jika aliran listrik dari Auxiliary Engine (AE) dapat memaksimalkan aliran listrik. Sering terjadi juga saat AE terdapat masalah saat malam hari maka aliran listrik tidak didistribusikan ke lampu navigasi. Oleh karena itu diperlukan sumber energi lain untuk memasok ke lampu navigasi yaitu energi terbarukan dari angin atau Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB).

PLTB adalah solusi pilihan yang menjanjikan dalam beberapa tahun terakhir. Untuk memenuhi kebutuhan energi di berbagai sektor, termasuk di dunia pelayaran. Turbin angin menggunakan energi angin untuk menghasilkan listrik dengan cara yang bersih dan berkelanjutan. Daya yang dihasilkan dari PLTB pastinya mampu mengangkat beban penerangan yang ada di kapal. Karena angin yang berada di laut mempunyai potensi angin yang kuat dan lebih konsisten. Pengembangan dan pengoperasian PLTB ini difokuskan untuk menganalisa tentang

jenis turbin, luas baling-baling, dan kecepatan angin yang memiliki efek tinggi dalam pengoperasian PLTB (Almukhtar, 2014).

Oleh karena itu penelitian ini menggunakan PLTB sebagai pengganti sumber daya listrik dari AE untuk mencegah ada permasalahan yang tiba-tiba terjadi. PLTB ini akan menggunakan jenis turbin sumbu horizontal dengan beban lampu sebagai penerangan.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana desain dan sistem perancangan PLTB pada kapal untuk beban penerangan?
2. Bagaimana cara kerja PLTB sehingga menghasilkan energi listrik untuk beban penerangan lampu navigasi ?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui desain dan sistem perancangan PLTB pada kapal untuk beban penerangan.
2. Mengetahui cara kerja PLTB sehingga menghasilkan energi listrik.
3. Memperoleh hasil ukur input dan output daya pada penyimpanan untuk beban penerangan.

D. Batasan Masalah

1. Pada baling baling PLTB menggunakan 3 kincir horizontal.
2. Pada perancangan ini hanya melibatkan kecepatan angin, tegangan dan arus.
3. Menggunakan generator 12V.
4. Menggunakan beban lampu 12 V sebanyak 1 buah.

E. Manfaat Penelitian

1. Dapat mendesain PLTB skala kecil dengan energi terbarukan
2. Dapat digunakan sebagai referensi Taruna untuk mengembangkan PLTB.
3. Mampu menghitung faktor-faktor yang terjadi PLTB saat bekerja.
4. Dapat mengimplementasikan perancangan desain dan sistem untuk di implementasi dalam bentuk hardware.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Pada setiap penelitian tentunya memiliki penelitian terdahulu. Bagian ini dilakukan sebagai pembandingan antara peneliti dengan penelitian sejenis yang sebelumnya dan sebagai referensi untuk lebih baik kedepannya. Pada penelitian ini, peneliti melakukan review 3 penelitian sejenis seperti terdapat pada.

Tabel 2.1 review penelitian sebelumnya

No	Judul Jurnal	Penulis	Metode	Hasil
1.	Analisa Potensi Energi Angin dengan Distribusi Weibull Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) Banda Aceh, 2017	Muhammad Rizal Fachri, Hendrayana Hendrayana Jurnal :CIRCUIT JURNAL ILMIAH PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO	Dalam jurnal tersebut, digunakan metode Weibull untuk mengukur potensi energi angin di Banda Aceh. Metode Weibull adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin dan distribusinya dalam suatu wilayah. Metode ini memungkinkan untuk memperkirakan potensi energi angin yang dapat dihasilkan oleh suatu wilayah dengan memperhitungkan kecepatan angin rata-rata dan distribusinya.	penelitian dari jurnal tersebut menunjukkan bahwa potensi energi angin di Banda Aceh tidak potensial untuk dilanjutkan pembangunannya. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa daya yang dihasilkan tidak sebanding dengan potensi angin yang ada, dimana probabilitas distribusi frekuensi kecepatan angin yang terbanyak terjadi pada kecepatan 1,5 – 3,5 m/detik tidak menyentuh grafik daya terbangkit. Selain itu, jurnal tersebut juga menyimpulkan bahwa pemanfaatan energi angin di Indonesia masih menghadapi

				beberapa tantangan, seperti kurangnya dukungan kebijakan dan infrastruktur yang memadai
2.	A new model for environmental and economic evaluation of renewable energy systems: The case of wind turbines, 2017	Matteo M. Savino , Riccardo Manzini Vincenzo Della Selva , Riccardo Accorsi Jurnal: Applied Energy Volume 189, 1 March 2017, Pages 739-752 (Savino , Manzini, Selva, & Accorsi, 2017)	Jurnal tersebut menggunakan beberapa metode, termasuk analisis multi-kriteria, optimasi, dan metode penjumlahan tertimbang (weighted sum method). Jurnal ini juga membahas tentang teknik pelacakan titik daya maksimum (maximum power point tracking technique), teknik manajemen energi, dan teknik pengendalian dan operasi yang optimal untuk sistem energi terbarukan hibrida.	Hasil tinjauan dari jurnal tersebut adalah memberikan gambaran yang komprehensif tentang berbagai topik terkait sistem energi terbarukan hibrida. Jurnal ini membahas tentang keuntungan dan kerugian dari konfigurasi sistem yang berbeda, teknik pengendalian dan operasi yang optimal, dan strategi manajemen energi yang +- efektif. Beberapa topik yang dibahas dalam jurnal ini meliputi teknik pelacakan titik daya maksimum, penyimpanan energi magnetik superkonduktor, teknik modulasi hibrida, dan banyak lagi. Jurnal ini juga membahas tentang optimasi dan analisis multi-kriteria

				untuk memilih konfigurasi sistem yang optimal dan memaksimalkan efisiensi sistem.
3.	Rancang Bangun Penyedia Energi Listrik Tenaga Hibrida (PLTS-PLTB-PLN) Untuk Membantu Pasokan Listrik Rumah Tinggal, 2016	Rocky Alfanz, Fadjar Maulana K, Heri Haryanto Jurnal ilmiah SETRUM	Metode yang digunakan dalam jurnal ini menggunakan hybrid PLTS-PLTB-PLN untuk memasok energi listrik rumah tunggal. Sistem PLTS lebih dominan untuk mengurangi penggunaan energi dari PLN.	Hasil dari penelitian jurnal tersebut antara lain: 1. Sistem penyedia energi listrik tenaga surya pada skema pembangkit hibrida PLTS-PLTB-PLN terdiri dari beberapa komponen, yaitu panel surya, baterai, inverter, generator diesel, dan pembangkit listrik tenaga angin. 2. Kapasitas inverter yang digunakan dalam sistem tersebut adalah 1000 watt. 3. Energi optimal yang dihasilkan oleh PLTS adalah sebesar 100 watt, sedangkan kontribusi PLTB adalah sebesar 200 watt.

Sumber: Dokumen pribadi (2023)

Pada review jurnal di atas terdapat beberapa perbedaan dengan penelitian penulis, pada jurnal 1 meneliti tentang Analisa kecepatan angin yang ditangkap Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), sedangkan penulis meneliti kecepatan angin hingga daya konsumsi pada beban. Pada jurnal 2 memiliki perbedaan pada sumber energi, pada jurnal ini menggunakan tenaga hybrid dari panel surya dan tenaga angin. Sedangkan penulis memfokuskan untuk meneliti tentang tenaga angin. Pada jurnal terakhir perbedaan hampir sama dengan jurnal 2, yaitu pada sumber energi di jurnal ini menggunakan hybrid PLTS-PLTB-PLN dan di jurnal ini difokuskan untuk bagaimana PLTS dan PLTB bisa digunakan di rumah, pada penulis PLTB digunakan sumber energi untuk lampu navigasi kapal.

B. Landasan Teori

Landasan teori dijadikan sebagai sumber teori dasar penelitian. Seperangkat definisi, konsep, dan proposisi yang tersusun rapi dan sistematis tentang variabel-variabel penelitian. Sumber-sumber ini memberikan kerangka atau dasar untuk secara sistematis memahami konteks dimana masalah muncul. Penting juga untuk mengkaji landasan teori dari studi yang ada mengenai penerapan PLTB sebagai sumber energi lampu navigasi. Berikut ini adalah beberapa landasan teori yaitu :

1. Energi Terbarukan

Energi terbarukan adalah sumber energi yang dapat diperoleh dari sumber daya alam dan terus diperbaharui (Faulina, 2023). Artinya sumber energi tidak terbatas dan dapat dipulihkan dengan cepat atau alami. Berbeda dengan sumber energi fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam, jumlahnya terbatas dan tidak dapat diperbarui dengan cepat. Berikut adalah beberapa contoh sumber energi terbarukan:

a. Tenaga surya:

Energi matahari adalah sumber energi terbesar di negara ini. Panel surya memanfaatkan energi matahari dengan mengubah sinar matahari menjadi energi listrik atau panas. energi angin:

Energi angin digunakan untuk menghasilkan energi listrik dari turbin angin. Turbin angin berputar di bawah pengaruh hembusan angin dan energi kinetik angin diubah menjadi energi mekanik, yang kemudian diubah menjadi energi listrik.

b. Tenaga air:

Pembangkit listrik tenaga air atau hydroelectric power dapat diperoleh dari pembangkit listrik tenaga air (PLTA) yang memanfaatkan tenaga air yang mengalir untuk menggerakkan turbin dan menghasilkan energi listrik. Contoh lain adalah turbin air yang digunakan di bendungan, air terjun atau sungai.

c. Panas bumi

Energi panas bumi menggunakan panas yang dihasilkan oleh inti bumi. Panas ini dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik melalui pembangkit listrik tenaga panas bumi atau secara langsung untuk pemanasan atau pendinginan.

d. Energi Biomassa

Energi biomassa menggunakan bahan organik seperti sisa tanaman, limbah pertanian, limbah industri atau biomassa yang tumbuh secara khusus. Energi dapat diperoleh dari biomassa berupa biogas, biodiesel, bioetanol atau digunakan sebagai bahan bakar pembangkit listrik.

2. PLTB

PLTB (Pembangkit Listrik Tenaga Bayu) merupakan energi terbarukan yang bersumber dari angin. PLTB menggunakan turbin angin yang berputar akibat tiupan angin, dan energi kinetik dari angin tersebut diubah menjadi energi listrik melalui generator yang terhubung ke turbin. Hasil dari energi yang dihasilkan turbin memiliki persamaan matematika sebagai berikut :

$$P_w = 0.5 \rho \pi R^3 V^3 C_p(\lambda, \beta) \quad (2.1)$$

Di mana P_w adalah daya yang dihasilkan oleh angin, ρ adalah massa jenis udara (kg/m^3), R adalah jari-jari sudu turbin angin (m), V adalah kecepatan angin (m/s), dan C_p adalah koefisien daya dari kedua fungsi rasio kecepatan, λ dan sudut pengaturan sudu, β (Muyeen, Member dan Al-durra, 2013)



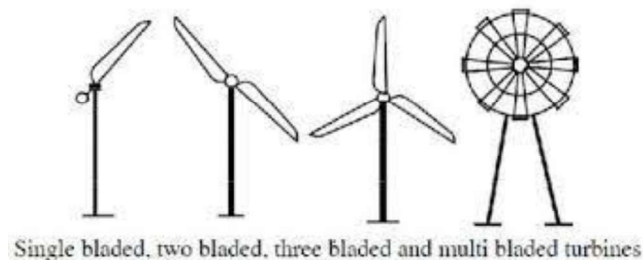
Gambar 2.1 PLTB

Sumber: <https://ulyadays.com/plta/>

PLTB cocok diletakkan pada daerah pesisir atau dilaut seperti gambar 2.1, karena potensi angin yang kuat dan lebih stabil untuk menggerakkan turbin. Kecepatan angin sangat mempengaruhi turbin dalam menggerakkan generator. Turbin PLTB sendiri memiliki macam macamnya tergantung gerak turbinnya contohnya: horizontal dan vertical.

a. Horizontal Axis Wind Turbine (HAWT)

Turbin PLTB horizontal merupakan salah satu jenis turbin angin sumbu horizontal. Pada turbin ini, bilah rotor dipasang pada sumbu yang sejajar dengan arah datangnya angin (Nahkoda & Saleh, 2017). Ketika angin bertiup melalui bilah rotor, mereka memutar turbin di sekitar sumbu horizontal.



Gambar 2.2 Turbin jenis horizontal

Sumber: Jurnal Teknik Energi Vol 15 No. 1 Januari 2019; 14- 19

Turbin PLTB horizontal seringkali memiliki desain tiga bilah turbin seperti gambar 2.2, meskipun beberapa turbin menggunakan lebih banyak atau lebih sedikit sudu tergantung pada desain dan spesifikasi tertentu. Bilah rotor dirancang untuk menangkap energi angin sebanyak mungkin dan mengubahnya menjadi energi mekanik pada poros turbin. HAWT memiliki kelebihan:

- 1) Dapat mengakses kecepatan angin yang kencang
- 2) Desain pengembangan sumbu horizontal banyak ditemui dan telah banyak diteliti.
- 3) Kemudahan perawatan

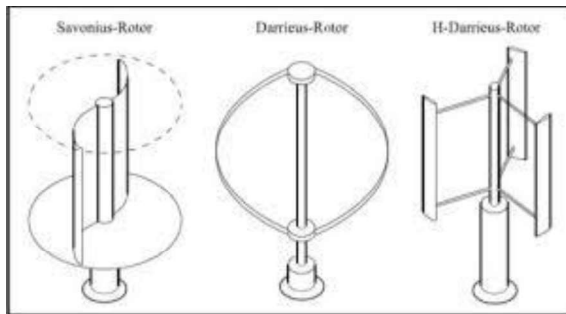
HAWT juga mempunyai kekurangan:

- 1) Biaya instalasi lebih mahal
- 2) perlu kecepatan yang tinggi

3) Membutuhkan tower yang kuat dalam menyangga turbin dan generator.

b. Vertical Axis Wind Turbine (VAWT)

Turbin PLTB vertikal merupakan salah satu jenis turbin angin sumbu vertikal. Di turbin ini, bilah rotor dipasang secara vertikal di sepanjang sumbu. Saat angin bertiup melalui bilah rotor, mereka memutar turbin di sekitar sumbu vertikal.



Gambar 2.3 Turbin jenis vertikal

Sumber : <https://www.aeroengineering.co.id/2021/10/>

Turbin PLTB vertikal memiliki beberapa konfigurasi umum dapat dilihat pada gambar 2.3, seperti turbin tipe Savonius, Darrieus, dan H. Model Savonius berbentuk seperti "S" atau "U" dan menggunakan prinsip tekanan diferensial di kedua sisi mata pisau untuk menciptakan putaran. Desain Darrieus memiliki sayap melengkung berbentuk baling-baling pesawat dan menggunakan prinsip drag dan energi angin untuk menggerakkan rotor. Model tipe-H memiliki dua rotor yang diatur dalam konfigurasi H untuk meningkatkan efisiensi.

Keuntungan dari turbin PLTB vertikal adalah:

- 1) Turbin vertikal memiliki keunggulan yaitu menghasilkan listrik bahkan pada kecepatan angin rendah.
- 2) Dapat digunakan angin dari arah yang berbeda:

Turbin vertikal dapat merasakan angin dari berbagai arah, tidak hanya satu arah seperti turbin horizontal. Ini membuat mereka lebih fleksibel untuk memanfaatkan energi angin di lingkungan yang kompleks dan terus berubah.

Namun demikian, turbin PLTB vertikal juga memiliki beberapa kelemahan, seperti:

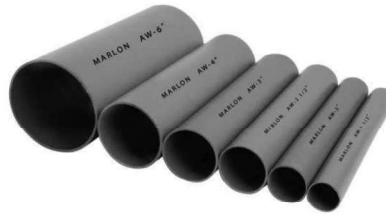
- 1) Efisiensi lebih rendah:Efisiensi turbin vertikal biasanya lebih rendah daripada turbin horizontal. Hal ini disebabkan kompleksitas aliran angin di sekitar bilah rotor vertikal dan fenomena kehilangan energi saat rotor bergerak melawan gravitasi.
- 2) Suara lebih keras:Turbin vertikal sering menghasilkan tingkat kebisingan yang lebih tinggi daripada turbin horizontal karena interaksi antara bilah rotor dan angin. Ini bisa menjadi masalah ketika turbin digunakan di dekat area pemukiman atau lingkungan yang sensitif.

3. Alat pembuatan PLTB

Pada alat pembuatan PLTB ini ada beberapa bahan bahan yang harus di jelaskan agar mengetahui fungsi dari bahan-bahan tersebut,berikut beberapa bahan bahan yang akan di pakai.

a. PVC

Polivinil klorida, atau singkatnya PVC, adalah polimer Secara global, termoplastik menempati urutan ketiga setelah polietilen dan polipropilena. Lebih dari 50% PVC yang diproduksi di seluruh dunia digunakan dalam konstruksi.PVC nantinya akan digunakan pondasi sebagai tiang dan penompa turbin ,generator,dan lain-lain (Stekom,2022).



Gambar 2.4 PVC

Sumber : <https://bit.ly/gambarpipapvc>

b. Generator

Generator adalah alat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik atau energi listrik menjadi energi mekanik. Generator memiliki prinsip pengoperasian berdasarkan induksi elektromagnetik, menggunakan prinsip percobaan Farady, yaitu. H. perputaran magnet dalam kumparan atau sebaliknya. Ketika sebuah magnet digerakkan dalam sebuah kumparan, terjadi perubahan fluks magnet pada kumparan tersebut, sehingga menimbulkan beda potensial di antara ujung-ujung kumparan yang menghasilkan energi listrik.



Gambar 2. 5 Generator

Sumber : <https://bit.ly/gambarGenerator>

Ada berbagai jenis dan ukuran generator. Generator juga dicirikan oleh daya listriknya, yang menghasilkan arus searah dan bolak-balik. Generator dapat menghasilkan beberapa watt. Jika ingin mencapai

watt yang besar juga perlu menggunakan generator yang besar, sehingga membutuhkan power supply yang besar pula (Fuad, 2015).

Spesifikasi Generator yang digunakan :

Speed : 360-480 rpm

Output : DC 9V - 12V

Daya : 10W

Dimensi body : panjang 7,5 cm x diameter 5,5 cm

Berat : 706 gr

c. Bearing

Bearing adalah sebuah komponen mekanis yang digunakan untuk mengurangi gesekan antara dua permukaan yang bergerak satu sama lain. Bearing umumnya terdiri dari dua bagian utama, yaitu bagian dalam yang berputar dengan poros atau sumbu, dan bagian luar yang diam dan terpasang di dalam tempat yang disebut housing.



Gambar 2. 6 Bearing

Sumber : <https://bit.ly/gambarbearing>

Bearing dirancang untuk menopang beban dan memungkinkan pergerakan yang halus dan efisien antara dua permukaan. Mereka mengurangi gesekan dan keausan yang terjadi saat permukaan bersentuhan,

sehingga mengurangi energi yang terbuang dan meningkatkan efisiensi sistem

d. Three blade turbin

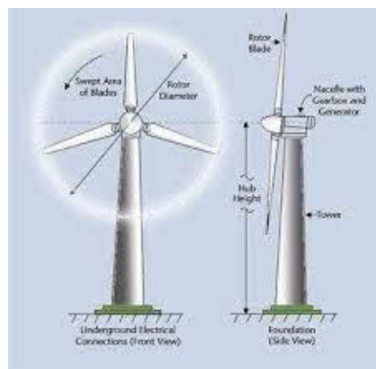
Turbin tiga bilah adalah jenis turbin angin dengan tiga bilah rotor. Turbin ini biasa digunakan pada turbin angin baik di darat maupun lepas pantai. Karena keseimbangan optimal antara efisiensi, stabilitas dan biaya, konfigurasi tiga bilah adalah desain yang paling umum digunakan pada turbin angin besar. Turbin jenis ini memiliki rumus area hentakan angin:

$$A = h.D \quad (2.2)$$

A ;Luas Sudu Turbin

h : Tinggi Turbin

D :Diameter Turbin (meter)



Gambar 2.7 Turbin jenis three blade

Sumber: The 7th University Research Colloquium 2018 STIKES PKU Muhammadiyah Surakarta

Keuntungan dalam memakai three blade turbin stabilitas saat menangkap angin dapat dilihat pada gambar 2.4. Keuntungan lainnya bisa disesuaikan dengan kebutuhan yang digunakan karena tipe ini stabil saat menangkap angin jadi kebutuhan turbin disesuaikan dengan kebutuhan atau beban yang akan digunakan.

4. Alat pembaca kecepatan angin,tegangan,dan arus.

Pada prototype kali ini digunakan alat yang bisa membaca kecepatan angin,tegangan,dan arus,karena faktor-faktor tersebut sangat mempengaruhi PLTB saat melakukan pengisian daya ke baterai.

a. Arduino uno

Arduino adalah platform pengembangan perangkat keras open-source yang digunakan untuk membuat berbagai jenis perangkat elektronik, seperti robot, sensor, dan perangkat IoT (Wikipedia,2023). Arduino menggunakan mikrokontroler yang dapat diprogram dengan menggunakan bahasa pemrograman C++.Arduino banyak dikembangkan untuk prototype.Karena Arduino sendiri mudah digunakan dalam pembuatan sebuah prototype.Dan tidak lain Bahasa yang digunakan Arduino mudah dipahami oleh pengguna baru.



Gambar 2. 8 Arduino UNO

Sumber: <https://tanya-jawab.ipitek.web.id/2020/10/11/spesifikasi-dan-datasheet-arduino-uno/>

Arduino memiliki pin digital 14 dan analog 6 seperti gambar 2.5 dan memiliki beberapa spesifikasi seperti tabel 2.2

Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Uno

No	Jenis	Spesifikasi
1	Mikrokontroler	Uno R3
2	Tegangan Operasi	5 volt
3	Tegangan Rekomendasi	7-12 volt
4	Batasan Tegangan	6-20 volt
5	Pin Input/Output Digital	14
6	Pin Input Analog	6
7	Arus Pada Pin Digital	40 mA
8	Arus Pada Pin 3,3	50 mA
9	Flash Memori	32 KB (0,5 KB untuk bootloader)
10	SRAM	2 KB
11	EEPROM	1 KB
12	Clock Speed	16 MHz

Sumber: <https://www.aldyrazor.com/2020/05/board-arduino.html>

Arduino memiliki banyak jenis dan model, mulai dari yang sederhana hingga yang lebih kompleks. Mikrokontroler Arduino digunakan dalam penelitian ini untuk pembacaan kecepatan angin, tegangan dan arus. Arduino dapat diprogram dengan mudah dan dapat dihubungkan dengan berbagai sensor dan perangkat elektronik lainnya.

b. Anemometer

Anemometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan dan arah angin. Ada berbagai jenis dan model alat ini, tetapi prinsip pengoperasiannya biasanya untuk mengukur gaya angin atau tekanan angin (Alatuji,2023)



Gambar 2.9 Anemometer
<https://ilmugeografi.com/geografi-teknik/anemometer>

Anemometer ini berbentuk 3 scoop setengah bulat yang dapat dilihat pada gambar 2.7. Dan akan dipasang dekat dengan tower turbin untuk menangkap kecepatan angin yang akan dibaca oleh mikrokontroler lalu akan dikonversikan menjadi data kecepatan angin.

c. Sensor INA219

Sensor INA219 merupakan sensor presisi untuk mengukur arus dan tegangan listrik pada rangkaian elektronik (Faudin,2017). Dikembangkan oleh Texas Instruments, sensor ini memiliki beberapa fitur yang memudahkan penggunaan dan memberikan pembacaan yang akurat.



Gambar 2. 10 Sensor INA 219

Sumber: <https://www.cronyos.com/cara-mengakses-sensor-tegangan-dc-menggunakan-arduino/>

Sensor INA219 menggunakan prinsip Hall Effect untuk mengukur arus listrik dengan akurasi tinggi. Prinsip operasinya didasarkan pada perubahan medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik yang mengalir melalui konduktor

d. LCD I2C

LCD I2C adalah modul LCD (Liquid Crystal Display) yang menggunakan protokol komunikasi I2C (Inter-Integrated Circuit) untuk berinteraksi dengan mikrokontroler atau perangkat lain (Sapataji,2016). Protokol I2C memungkinkan komunikasi yang mudah dan efisien antara beberapa perangkat hanya dengan menggunakan beberapa pin.



Gambar 2.11 LCD I2C

Sumber: <https://www.sinauprogramming.com/2020/10/menampilkan-text-pada-lcd-16x2-arduino.html>

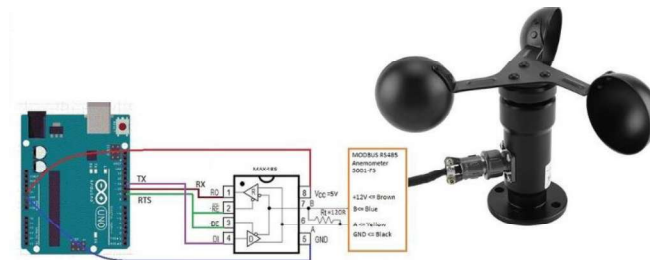
LCD I2C mempunyai 4 pin VCC, GND, SCL, SDA dapat dilihat pada gambar 2.9. Modul LCD dengan antarmuka I2C biasanya terdiri dari

panel LCD standar dan "ransel" I2C, sirkuit kecil yang berisi chip antarmuka I2C (mis. PCF8574 atau PCF8574A) dan driver untuk menggerakkan gabungan komponen yang diperlukan LCD.

e. Anemometer

Sensor Anemometer Arduino adalah komponen pengukur kecepatan angin pada papan Arduino. Sensor ini terdiri dari dua bagian utama:

Roda pengukur dan sensor putaran.



Gambar 2.12 Sensor Anemometer

Sumber: <https://how2electronics.com/measure-wind-speed-using-anemometer-arduino/>

Impeler terdiri dari beberapa bilah atau cangkir yang dipasang pada poros yang berputar. dapat dilihat pada gambar Saat angin bertiup, angin memutar cangkir-cangkir ini dan putaran roda pengukur mencerminkan kecepatan angin.

Sensor putaran Sensor Anemometer Arduino menghitung putaran roda pengukur dan mengubahnya menjadi sinyal listrik yang dapat dibaca oleh papan Arduino. Sensor ini dapat berupa sensor Hall, sensor optik, atau sensor lainnya yang menghasilkan pulsa atau perubahan voltase saat impeler berputar.

5. Beban lampu navigasi

Lampu navigasi kapal adalah lampu yang digunakan di kapal untuk memberikan peringatan visual ke kapal terdekat lainnya. Lampu ini berperan penting dalam menjaga keselamatan dan navigasi kapal, terutama pada kondisi jarak pandang terbatas seperti pada malam hari atau cuaca buruk (Rochmad,2021).



Gambar 2.13 Lampu Navigasi

Sumber: <https://www.anakteknik.co.id/alifnr798/articles/7-macam-lampu-navigasi-pada-kapal>

Berikut adalah beberapa lampu navigasi laut yang umum digunakan seperti gambar 2.10:

a. Lampu belakang:

Lampu ini terletak di buritan (stern) kapal dan biasanya berwarna putih. Lampu ini harus menyala saat kapal berlayar di malam hari atau saat jarak pandang terbatas.

b. Lampu peluncur (diperlukan vaksinasi):

Lampu ini terletak di bagian atas tiang kapal (masthead). Lampu ini biasanya berwarna putih dan harus menyala saat kapal sedang berlayar di

malam hari. Lampu peluncuran menunjukkan keberadaan kapal ke kapal terdekat lainnya.

c. Lampu hijau (lampu hijau):

Lampu ini berada di sisi kanan kapal (haluan) dan berwarna hijau. Lampu ini seharusnya menyala saat kapal berlayar di malam hari. Lampu hijau menunjukkan bahwa kapal berada di sisi kanan kapal lain pada saat pertemuan itu.

d. Lampu merah (lampu merah):

Lampu ini dipasang di sisi kiri (haluan) kapal dan berwarna merah. Lampu ini seharusnya menyala saat kapal berlayar di malam hari. Lampu merah menandakan bahwa kapal ini sedang berlabuh dengan kapal lain saat mereka bertemu.

e. Lampu Samping:

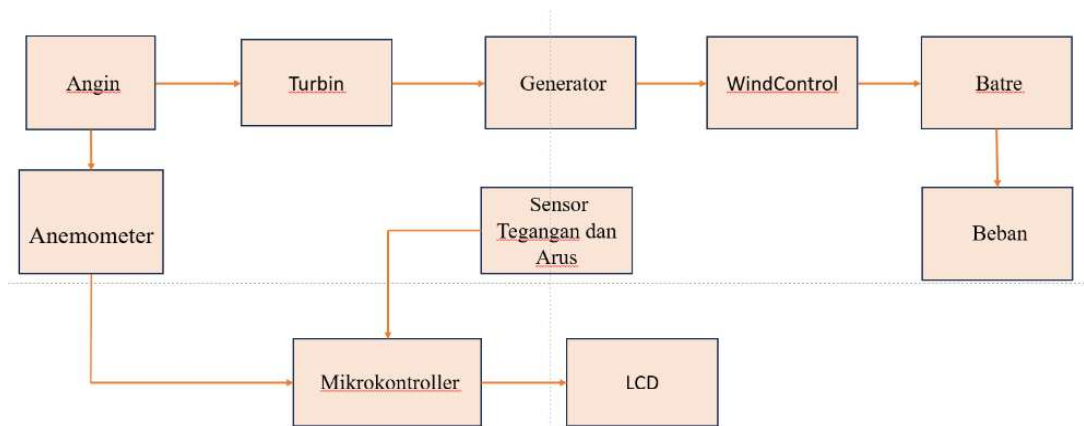
Lampu ini ada di kedua sisi kapal dan berwarna hijau dan merah. Lampu hijau di sisi kanan kapal dan lampu merah di sisi kiri kapal. Lampu samping harus menyala selama pengoperasian kapal di malam hari dan memberi tahu kapal lain di sekitar keberadaan kapal.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Perancangan Sistem

Secara umum rancangan penelitian yang akan dibuat terdiri dari beberapa bagian yang dapat digambarkan blok diagram sebagai berikut :



Gambar 3. 1 Sistem Distribusi

Sumber: Dokumen pribadi (2023)

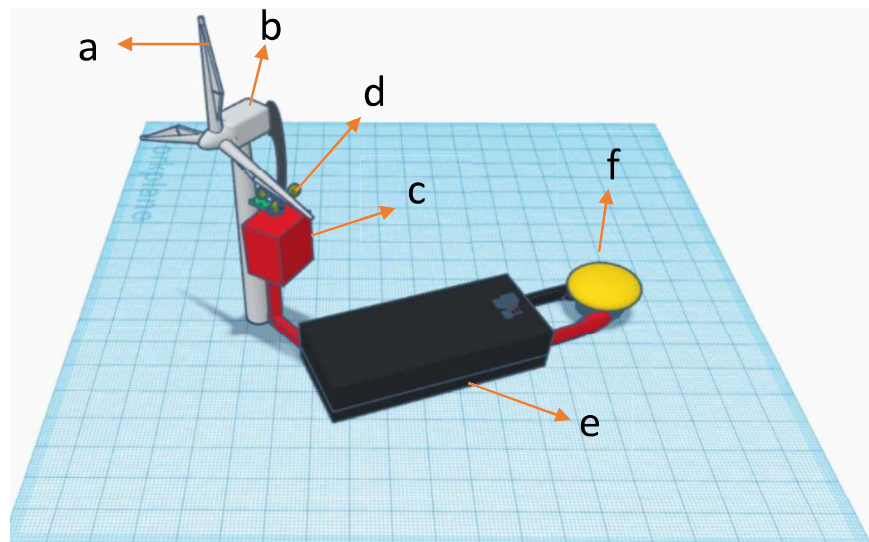
Dari diagram diatas dibagi menjadi 2 yaitu sumber energi dan pembacaan factor factor yang mempengaruhi sumber energi. Dan konsep kerja dari blok rangkaian ini adalah angin sebagai sumber energi dari PLTB untuk menggerakkan sudu turbin. Turbin yang berputar akan menggerakkan rotor generator yang tersambung pada turbin. Saat generator berputar terjadi perubahan energi mekanik ke energi listrik. Dari sini dibagi menjadi 2 yaitu energi listrik lalu disimpan di baterai dan akan digunakan untuk lampu navigasi dan energi listrik masuk ke sensor tegangan dan arus untuk di analisa tegangan dan arus yang masuk. Anemometer akan membaca kecepatan angin yang berhembus pada PLTB dengan cara memutar baling baling

yang ada di ujung anemometer ini lalu pembacaan kecepatann angin diteruskan ke mikrokontroller ini bersama sensor tegangan dan arus lalu ditampilkan ke LCD.

B. Perancangan Alat

1. Model perancangan PLTB

Pada model perancangan ini didesain secara 3D sistem agar mudah dipahami saat melakukan perancangan hardware. Pemodelan ini menggunakan aplikasi tinkercad yang dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3. 2 Perancangan alat

Sumber: Dokumen pribadi (2023)

a. Turbin three blade

Turbin three blade digunakan pada PLTB ini karena sangat cocok untuk menangkap angin dan mudah untuk disesuaikan dengan kebutuhan beban yang akan digunakan.

b. Generator

Generator akan dipasangkan ke turbin lalu turbin akan memutar rotor pada generator disaat ini ada perbuhan mekanik ke energi listrik.

c. WindControl

WindControl pada turbin angin (PLTB) adalah sistem kontrol yang bertanggung jawab untuk mengatur pengoperasian turbin angin berdasarkan kondisi angin yang diamati. Tugas utama Windcontrol adalah memaksimalkan produksi energi dan menjaga kehandalan operasional PLTB.

d. Alat ukur

a. Sensor Arus dan tegangan

Dari generator tegangan dan arus akan melalui oleh sensor arus dan tegangan untuk dianalisa factor factor yang mempengaruhi kinerja PLTB.

b. Anemometer

Energi angin yang berhembus bukan hanya memutar turbin PLTB, angin juga akan memutar turbin pada anemometer untuk mengetahui kecepatan angin yang berhembus.

e. Batrai

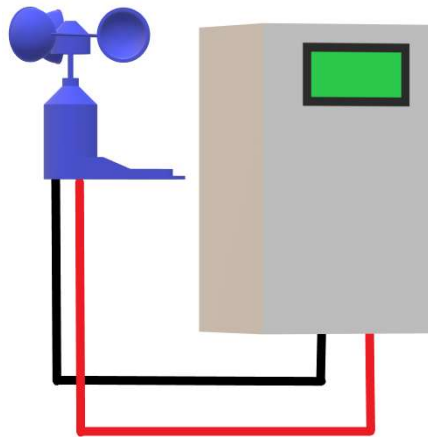
Batrai disini sebagai penyimpanan daya dari hasil energi PLTB

f. Lampu navigasi

Lampu akan menjadi sebagai beban penerangan dikapal.

2. Model perancangan sistem monitoring

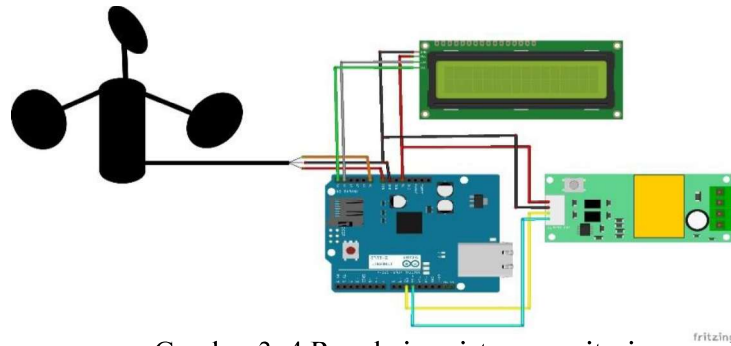
Untuk merancang monitoring sensor diperlukan pemodelan rangkaian agar tidak terjadi kesalahan saat merangkai komponen. Pada perancangan ini menggunakan aplikasi fritizing dan pemodelan perancangan sistem monitoring secara 3D agar dapat divisualisasi dengan mudah.



Gambar 3. 3 Perancangan monitoring PLTB

Sumber: Dokumen pribadi (2023)

Dalam pemodelan desain 3D dapat Digambarkan dengan mudah bagaimana merancang sistem monitoring untuk factor PLTB. Gambar 3.3 menjelaskan bagaimana merancang sistem monitoring dimana dalam box terdapat Arduino sebagai mikrokontroler dan terdapat sensor INA219 sebagai sensor pengukur arus dan tegangan. Dan diluar box terdapat sensor anemometer. Output data dari sensor-sensor tersebut akan ditampilkan di LCD box tersebut.



Gambar 3. 4 Rangkaian sistem monitoring

Sumber: Dokumen pribadi (2023)

Gambar 3.4 adalah sebuah rangkain sistem monitoring untuk PLTB.Pin pada Arduino uno dapat dilihat pada table 3.1

Tabel 3. 1 Tabel pin

Anemometer	
Anemometer	Arduino UNO
Pin Power (7V-24V)	VIN
GND	GND
Pin analog	A0
INA219	
INA 219	Arduino UNO
Pin Power	5V
GND	GND
RX	10 digital
TX	11 digital
LCD I2C	
LCD I2C	Arduino UNO
Pin Power	5V

GND	GND
SCL	A5
SDA	A4

Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

C. Rencana Pengujian

Analisis dilakukan dengan melakukan lamanya pengujian sekitar kurang 2-3 minggu untuk pengambilan data. Pengambilan data tegangan, arus, dan kecepatan angin dilakukan setiap jam sekali pada pukul 06.00 hingga 15.00 WIB. Uji coba akan dilakukan dimana konsistensi angin tinggi dan cukup kencang. Karena turbin tipe three blade akan konsisten di tipe angin konsisten. Sedangkan data daya didapat dengan hasil perhitungan menggunakan Persamaan (3.1).

$$P = I \times V \quad (3.1)$$

Keterangan : P = Daya (watt)

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

Dalam menentukan daya rata-rata dalam pengujian dapat dirumuskan pada persamaan (3.2)

$$P_{rata-rata} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} \quad (3.2)$$

Data daya digunakan untuk membandingkan total output yang dihasilkan pada PLTB dan factor kecepatan angin. Perbandingan tersebut dianalisis untuk mengetahui apakah factor kecepatan angin mempengaruhi tegangan, arus, dan daya