

KARYA ILMIAH TERAPAN
RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
BAYU DENGAN SISTEM MONITORING PENGISIAN
BATTERY BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)



AHMAD ALIF FARHAN

NIT. 08 20 003 107

Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL
TAHUN 2025

KARYA ILMIAH TERAPAN
RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
BAYU DENGAN SISTEM MONITORING PENGISIAN
BATTERY BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)



AHMAD ALIF FARHAN
NIT. 08 20 003 107

Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL
TAHUN 2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : AHMAD ALIF FARHAN

Nomor Induk Taruna : 08.20.003.1.07

Program Diklat : Diploma IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Menyatakan bahwa karya tulis ilmiah yang saya tulis dengan judul:

**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU
DENGAN SISTEM MONITORING PENGISIAN BATTERY BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IoT)**

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

SURABAYA, 22 September 2024


METERAI
TEMPEL
DO. 7AAMK321532228
AHMAD ALIF FARHAN

PERSETUJUAN SEMINAR HASIL KARYA ILMIAH TERAPAN

PERSETUJUAN SEMINAR HASIL KARYA ILMIAH TERAPAN

Judul : RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
BAYU DENGAN SISTEM MONITORING PENGISIAN
BATTERY BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)
Nama : Ahmad Alif Farhan
Nomor Induk Taruna : 08.20.003.1.07
Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal
Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan

SURABAYA, 15 Februari 2025

Menyetujui

Pembimbing I


Diana Alia, S.T., M.Eng
Penata (III/c)
NIP. 199106062019022003

Pembimbing II


Hadi Setiawan, ST., MT
NIDN. 0720107003

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal


Dirhamsyah, S.E., M.Pd
Penata Tk I (III/d)
NIP. 197504302002121002

PENGESAHAN SEMINAR HASIL

KARYA ILMIAH TERAPAN

RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU DENGAN SISTEM MONITORING PENGISIAN BATTERY BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)

Disusun dan Diajukan Oleh :

AHMAD ALIF FARHAN

NIT. 08.20.003.1.07

D-IV TRKK

Telah dipresentasikan didepan Panitia Ujian Karya Ilmiah Terapan
Politeknik Pelayaran Surabaya
Pada Tanggal 19 Februari 2025

Menyetujui

Dosen Penguji I


(SONHAJI, ST., MT.)
NIP. 197707132023211004

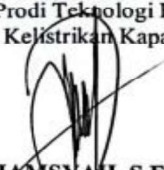
Dosen Penguji II


(FRENKI IMANTO, S.SiT, M.Pd.)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 198210062010121001

Dosen Penguji III


(DIANA ALIA, S.T.M.Eng)
Penata (III/c)
NIP. 199106062019022003

Mengetahui :
Ketua Prodi Teknologi Rekayasa
Kelistrikan Kapal


(DIRHAMSYAH, S.E., M.Pd)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 197504302002121002

ABSTRAK

AHMAD ALIF FARHAN, Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Dengan Sistem Monitoring Pengisian *Battery* Berbasis *Internet Of Things* (IoT). Dibimbing oleh Ibu Diana Alia, S.T, M.Eng dan Bapak Hadi Setiawan ST.,MT.

Perubahan iklim ekstrem di Indonesia, yang disebabkan oleh polusi udara dari penggunaan energi fosil, mendorong pengembangan teknologi energi terbarukan, termasuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB). Teknologi ini semakin penting untuk menyediakan energi bersih, terutama di industri maritim. Tujuan dari karya ilmiah terapan ini adalah Untuk solusi pengisian *battery* ketika sistem pengisian *battery charger* darurat pada kapal niaga mengalami masalah. Untuk memudahkan monitoring daya yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga bayu dan juga kapasitas *battery* melalui aplikasi *smartphone* secara *realtime*. Metode yang digunakan dalam penelitian karya ilmiah terapan ini yaitu eksperimental. Hasil perhitungan rata-rata daya ketika pengujian diwaktu malam hari menunjukkan rata-rata daya 10,22 Watt/min dan rata-rata arus 0,78 A. Maka dapat disimpulkan pengisian daya baterai (accu) yaitu selama 11,53 jam. Sedangkan hasil perhitungan rata-rata daya ketika pengujian diwaktu siang hari menunjukkan rata-rata daya 13,41 Watt/min dan rata-rata arus 1,02 A. Maka dapat disimpulkan pengisian daya baterai (accu) yaitu selama 8,82 jam. Dari kedua data yang didapat maka bisa disimpulkan pengisian daya yang optimal ketika siang hari karna waktu efisien pengisian daya selama 8,82 jam.

Kata Kunci: Pembangkit Listrik Tenaga Bayu, Monitoring, Battery Charger, Internet of Things (IoT).

ABSTRACT

AHMAD ALIF FARHAN, Design of a Wind Power Plant Using an Internet of Things (IoT) Based Battery Charging Monitoring System. Supervised by Mrs. Diana Alia, S.T, M.Eng and Mr. Hadi Setiawan ST., MT.

Extreme climate change in Indonesia, caused by air pollution from the use of fossil energy, has encouraged the development of renewable energy technology, including Wind Power Plants (PLTB). This technology is increasingly important for providing clean energy, especially in the maritime industry. The aim of this applied scientific work is to provide a battery charging solution when the emergency battery charger charging system on commercial ships experiences problems. To make it easier to monitor the power produced by wind power plants and also battery capacity via a smartphone application in real time. The method used in this applied scientific research is experimental. The results of calculating the average power during testing at night show an average power of 10.22 Watt/min and an average current of 0.78 A. So it can be concluded that battery charging takes 11.53 hours. Meanwhile, the results of calculating the average power during testing during the day show an average power of 13.41 Watt/min and an average current of 1.02 A. So it can be concluded that charging the battery lasts for 8.82 hours. From the two data obtained, it can be concluded that charging is optimal during the day because the efficient charging time is 8.82 hours.

Keywords: *Wind Power Plant, Monitoring, Battery Charger, Internet of Things (IoT).*

KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas segala limpah rahmat, kasih karunia dan berkat yang diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir dengan judul **“Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Dengan Sistem Monitoring Pengisian Battery Berbasis Internet Of Things (IoT)”**. Penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk menyelesaikan program pendidikan Sarjana Terapan di Politeknik Pelayaran Surabaya.

Selama melakukan penelitian dan penyusunan karya ilmiah terapan ini, penulis tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Yth:

1. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E, selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah menyediakan fasilitas dan pelayanan, sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian ini.
2. Bapak Akhmad Kasan Gupron, M. Pd, selaku ketua Prodi TRKK. Yang telah memberikan dukungan dan motivasi yang sangat besar bagi penulis dalam menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini.
3. Dosen pembimbing satu Diana Alia, S.T, M.Eng yang penuh ketekunan dan kesabaran membimbing saya dalam penulisan proposal ini.
4. Dosen pembimbing dua Hadi Setiawan, ST., MT, yang penuh ketekunan dan kesabaran membimbing saya dalam penulisan proposal ini.
5. Kedua orang tua dan orang tersayang disekitar saya yang selalu memberikan dukungan baik doa, moral, dan material.
6. Rekan-rekan taruna yang telah memberikan dorongan dan semangat sehingga penulisan karya ilmiah terapan ini dapat terselesaikan.

Saya sadar bahwa dalam penulisan Karya Ilmiah Terapan ini masih terdapat banyak kekurangan. Kekurangan tersebut tentunya dapat dijadikan peluang untuk meningkatkan penulisan selanjutnya.

SURABAYA, 19 Februari 2025

AHMAD ALIF FARHAN

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL KARYA ILMIAH TREAPAN	iii
PENGESAHAN SEMINAR HASIL.....	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Review Penelitian Sebelumnya	5
B. Landasan Teori.....	9
BAB III METODE PENELITIAN	22
A. Metode Penelitian	21

1. Blok Diagram	21
2. Flowchart	22
3. Wiring diagram	25
B. Rancangan Pembuatan Alat	26
C. Rencana Pengujian.....	27
1. Uji Statis.....	27
2. Uji Dinamis	28
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	29
A. Pengujian Statis.....	29
1. Pengujian Sensor Arus	29
2. Pengujian Step Down DC	30
3. Pengujian Sensor Tegangan	30
4. Pengujian LCD 16x2.....	31
5. Pengujian Akses Blynk IoT.....	31
B. Pengujian Dinamis.....	32
1. Pengujian Keseluruhan.....	32
C. Penyajian Data	34
1. Penyajian data pada malam hari.....	34
2. Penyajian data pada siang hari	37
D. Analisa Data.....	39
BAB V PENUTUP.....	45
A. Kesimpulan	45
B. Saran	45

DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN.....	47
RANCANGAN ANGGARAN BIAYA (RAB)	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kincir Angin Horizontal-Axis.....	12
Gambar 2. 2 Kincir Angin Vetikal-Axis.....	13
Gambar 2. 3 <i>Battery Lead Acid</i>	15
Gambar 2. 4 <i>Blynk</i>	16
Gambar 2. 5 <i>Charger Controller</i>	17
Gambar 2. 6 <i>Generator DC</i>	17
Gambar 2. 7 ESP32	18
Gambar 2. 8 Sensor Tegangan DC	19
Gambar 2. 9 ACS712	19
Gambar 2. 10 ADS1115	20
Gambar 2. 11 LCD 16x2 12C	20
Gambar 2. 12 <i>Step Down</i> DC LM2596.....	21
Gambar 3. 1 Blok Diagram	22
Gambar 3. 2 Flowchart.....	23
Gambar 3. 3 <i>Wiring Diagram</i>	25
Gambar 4. 1 Pengujian Step Down DC	30
Gambar 4. 2 Pengujian Sensor Tegangan.....	31
Gambar 4. 3 Pengujian LCD 16x2.....	31
Gambar 4. 4 Program <i>motor</i> yang dikirim ke <i>Blynk</i>	33
Gambar 4. 5 Data <i>Blynk</i> pada <i>smartphone</i> ketika kondisi berhenti	32
Gambar 4. 6 Grafik Data Tegangan (Volt)	39
Gambar 4. 7 Grafik Data Arus (Ampere).....	40
Gambar 4. 8 Grafik Data Daya (Watt)	40
Gambar 4. 9 Grafik Data Tegangan (Volt).....	41
Gambar 4. 10 Grafik Data Arus (Ampere)	42
Gambar 4. 11 Grafik Data Daya (Watt)	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya	5
Tabel 4. 1 Pengujian Sensor Arus	29
Tabel 4. 2 Pengujian Keseluruhan	32
Tabel 4. 3 Penyajian Data Hari Ke 1	34
Tabel 4. 4 Penyajian Data Hari Ke 2	34
Tabel 4. 5 Penyajian Data Hari Ke 3	35
Tabel 4. 6 Penyajian Data Hari Ke 4	35
Tabel 4. 7 Penyajian Data Hari Ke 5	35
Tabel 4. 8 Penyajian Data Hari Ke 1	37
Tabel 4. 9 Penyajian Data Hari Ke 2	37
Tabel 4. 10 Penyajian Data Hari Ke 3	37
Tabel 4. 11 Penyajian Data Hari Ke 4	38
Tabel 4. 12 Penyajian Data Hari Ke 5	38

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Terjadinya perubahan iklim yang ekstrem di Indonesia saat ini berdampak pada kenaikan suhu udara secara mendadak, hal ini dapat disebabkan karena tingkat polusi udara yang tinggi. Tingkat polusi udara yang tinggi disebabkan oleh penggunaan energi fosil secara terus menerus sebagai sumber energi utama, mulai dari pembangkit listrik bertenaga fosil hingga banyaknya kendaraan konvensional yang masih digunakan. Perkembangan teknologi telah menjadi pendorong utama dalam transformasi berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk bagaimana energi dihasilkan, disimpan, dan dikelola.

Perkembangan teknologi energi terbarukan seperti pembangkit listrik tenaga surya, angin, dan air semakin berkembang seiring dengan meningkatnya kesadaran akan dampak lingkungan dari penggunaan bahan bakar fosil, dimana turbin angin telah mengalami peningkatan efisiensi dan kemampuan menghasilkan energi yang lebih besar dalam berbagai kondisi cuaca. Teknologi yang menggunakan tenaga angin, atau sering disebut sebagai PLTB (Pembangkit Listrik Tenaga Bayu), telah berkembang pesat dan memainkan peran penting dalam penyediaan energi bersih dan terbarukan. Pemanfaatan tenaga angin dalam dunia pelayaran zaman modern merupakan salah satu langkah inovatif untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan menekan emisi karbon di industri *maritim*.

Meskipun kapal layar tradisional telah menggunakan tenaga angin selama berabad-abad, teknologi modern telah membawa konsep ini ke tingkat yang lebih tinggi dengan menggabungkan teknologi canggih untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan.

Permasalahan pada sistem baterai *charger* darurat (*emergency battery charger*) di kapal niaga dapat menjadi serius karena baterai darurat adalah komponen penting yang memastikan kapal tetap berfungsi dengan baik selama kondisi darurat, seperti pemadaman listrik atau kegagalan sistem utama. Beberapa permasalahan yang terjadi diatas kapal yaitu kapasitas penyimpanan yang menurun, seiring waktu baterai pada sistem darurat dapat mengalami penurunan kapasitas penyimpanan karena siklus pengisian dan pengosongan yang berulang. Penurunan kapasitas ini dapat mengurangi waktu operasional perangkat penting selama keadaan darurat sehingga pengisian menjadi tidak optimal jika *charger* tidak berfungsi dengan baik, baterai mungkin tidak terisi penuh atau terisi terlalu lambat, mengakibatkan baterai tidak siap digunakan saat diperlukan.

Dengan permasalahan yang terjadi maka penulis tertarik untuk mengembangkan dan meneliti alat dengan judul “RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU DENGAN SISTEM MONITORING PENGISIAN BATTERY BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)”.

B. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka rumusan masalah

yang diangkat penulis yaitu:

Berapa besar daya yang dihasilkan oleh Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Dengan Sistem Monitoring Pengisian *Battery* Berbasis *Internet Of Things* (IoT)?

C. Batasan Masalah

1. Sistem *IoT* yang dibangun akan fokus pada pengiriman data pengisian baterai serta monitoring hasil.
2. Proyek ini hanya akan menggunakan turbin angin kecil dengan kapasitas maksimal 12VDC.
3. Penelitian ini hanya akan berfokus pada pengisian baterai VRLA dengan kapasitas 12V dan 12Ah.
4. Menggunakan mikrokontroller ESP32, sensor ACS712 untuk sensor arus DC, dan *voltage* sensor DC untuk sensor tegangan DC.
5. Sistem hanya mendukung pengisian pada baterai tipe tertentu (misal: Lithium-ion 12V atau SLA/AGM 12V).
6. Desain turbin angin yang digunakan dibatasi pada jenis turbin vertikal (Vertical Axis Wind Turbine / VAWT).

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari Karya Ilmiah Terapan ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk solusi pengisian *battery* ketika sistem pengisian *battery charger* darurat pada kapal niaga mengalami masalah.

2. Untuk memudahkan monitoring daya yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga bayu dan juga kapasitas *battery* melalui aplikasi smartphone secara *realtime*.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Secara Teori Manfaat dari penelitian ini dapat dijadikan landasan untuk pengembangan alat monitoring pembangkit listrik tenaga bayu selanjutnya.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Penulis

Penelitian ini dapat memperluas terkait pengetahuan tentang monitoring pembangkit listrik tenaga bayu berbasis iot.

b. Bagi Institusi Pendidikan

Penelitian ini dapat diterapkan sebagai alat monitoring daya yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga bayu.

c. Bagi Penelitian Lebih Lanjut

Penelitian ini dapat dikembangkan sebagai bahan acuan kedepannya menciptakan alat pembangkit listrik tenaga bayu dengan sistem monitoring pengisian *battery* berbasis *Internet Of Things* (IoT) yang lebih *modern* dan *advance* kedepannya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Dalam hal ini, *review* terhadap penelitian terdahulu sangat membantu dalam memahami hasil dan perbedaan dari penelitian- penelitian sebelumnya, agar tidak terdapat persamaan, maka peneliti dapat mengembangkan penelitian sebelumnya dan memperkaya bahan kajian yang akan diteliti. Oleh karena itu penulis sangat memerlukan informasi dari beberapa penelitian terdahulu. Di bawah ini adalah *review* penelitian sebelumnya yang digunakan dalam penelitian yang tercantum pada tabel:

Tabel 2. 1 *Review Penelitian Sebelumnya*

NO	PENELITIAN	METODE	HASIL
1.	Salihul Fajri, Muldi Yuhendri (2022).” Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Human Machine Interface”	Penelitian tentang monitoring pembangkit listrik tenaga angin menggunakan HMI yang diusulkan dalam paper ini dilakukan dalam bentuk eksperimen di laboratorium, yang dimulai dari perancangan, perakitan alat, pengujian alat, pengujian data dan analisa dalam bentuk monitoring pembangkit listrik tenaga angin menggunakan HMI. Metode perancangan alat dilakukan menjadi beberapa tahap yang terdiri dari perancangan perangkat keras dan perangkat lunak.	Monitoring pembangkit listrik tenaga angin menggunakan HMI diusulkan untuk menampilkan data yang terbaca pada sensor dan ditampilkan pada layar HMI. System yang diusulkan dirancang menggunakan PLC S7 1200 1215C DC/DC/Relay dengan HMI TP700 Basic. Pembangkit listrik tenaga angin ini dilengkapi dengan sensor arus, tegangan, kecepatan angin dan kecepatan putaran. Hasil pengujian menunjukan bahwa monitoring pembangkit listrik tenaga angin menggunakan HMI yang dibuat dalam penelitian ini telah bekerja dengan baik dan HMI juga telah sukses menampilkan data-data parameter secara real time sesuai dengan nilai yang diperoleh pada alat ukur.

NO	PENELITIAN	METODE	HASIL
2.	Muhammad Zainal, Kurniawan Tri Putra, Ulil Amri. (2023). "Perancangan <i>Prototipe</i> Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dengan <i>Vertical Axis Wind Turbin</i> "	Pada penelitian ini menggunakan eksperimental dengan pendekatan kuantitatif. Yaitu melakukan melakukan pengamatan untuk mencari data penelian yang bertujuan membuat gambaran secara sistematis, factual dan akurat mengenai pembangkit listrik tenaga angin menggunakan Horizontal Axis Wind Turbine (HAWT) untuk mengetahui bagaimana potensi angin dikampus UMPAR. Lokasi perancangan alat dan penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Parepare. Adapun waktu penelitian ini akan dimulai pada bulan Juli sampai bulan September 2022	Pada penelitian ini dilakukan Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin Untuk Pengamatan Kondisi Angin Di Kampus Universitas Muhammadiyah Parepare. Hasil pengujian menunjukkan bahwa: Pembangkit Listrik Tenaga Angin mikro Menggunakan Turbine Vertical Bisa menghasilkan Listrik dengan putaran angin rendah. Hasil Pengukuran kecepatan angin pada simulasi pengujian menggunakan angin buatan dari kipas diperoleh rata-rata kecepatan maksimum sebesar 6,64 Volt. Hasil pengukuran kecepatan angin pada lokasi gedung F lantai 4 diperoleh kecepatan angin maksimum sebesar 4,5 m/s dan dapat menghasilkan tegangan keluaran 20,13 volt.
3.	Ardiansya, Heri Setiawan, Budi Harijanto. (2022). "Rekayasa Pembangkit Listrik Tenaga Bayu HYBRID Portable Secara Real Time Berbasis IOT Untuk Penyuplai Kebutuhan Listrik"	Dalam penyusunan laporan tugas penelitian, pengumpulan data didapat dengan metode: 1. Studi literatur Tinjauan mendalam tentang teknologi terkini dalam pembangkit listrik berbasis surya, bayu dan IoT. 2. Eksperimen dan implementasi Perancangan pembangunan, dan pengujian prototipe sistem mini hybrid. 3. Pengamatan dan pengukuran Pemantauan langsung kinerja sistem, termasuk ketersediaan energi dari sumber surya dan bayu serta respons sistem terhadap variasi lingkungan. 4. Wawancara dan kuesioner Untuk mendapatkan perspektif dari ahli energi terbarukan atau pengguna potensial terhadap aplikabilitas dan manfaat dari sistem ini.	1. Dalam hal ini peneliti bermaksud untuk membuat sebuah rancang bangun tentang sumber energi listrik terbarukan perpaduan (Hibrida) tenaga turbin angin dan surya yang dapat dipantau dari jarak jauh (PLTH berbasis IoT) dengan harapan menghasilkan efisiensi yang lebih baik dengan tambahan penggunaan alat secara portable yang memudahkan pengguna dalam mengoperasikan alat tersebut. 2. Pada Pembangkit listrik tenaga hybrid yang paling utama adalah pengaturan aliran pada energi (manajemen) sehingga system pembangkit menjadi efisien. Pemilihan peralatan seperti inverter, charge controller serta baterai dilakukan dengan kategori data yang ada di pasaran, hal ini pun akan mempengaruhi pengambilan kapasitas dalam penyimpanan pada baterai.
4.	RudyGianto (2022).	Generator induksi umpan ganda (DFIG) atau generator sinkron	Model keadaan tunak PLTB berkecepatan variabel (PLTB

NO	PENELITIAN	METODE	HASIL
	“VariableSpeed Wind Turbine Modelingfor the Power Flow Analysis”	magnet permanen (PMSG) dapat digunakan sebagai konverter energi utama untuk mengaktifkan pengoperasian kecepatan variabel pada PLTB. Namun karena biayanya yang lebih murah, aplikasi DFIG lebih populer dibandingkan PMSG [1]. Untuk mengetahui dan menganalisis sistem energi yang meliputi PLTB, diperlukan pemodelan komponen sistem dari energi-energi tersebut (termasuk PLTB). Beberapa teknik pemodelan PLTB untuk analisis aliran daya telah diusulkan. Misalnya, [2]-[16] telah melaporkan sejumlah metode terbaru. Referensi [2]-[4] telah mengusulkan model multi-node PLTB berbasis generator asinkron untuk analisis aliran daya. Model yang diusulkan dapat diterapkan pada program aliran daya konvensional tanpa memodifikasi kode sumber program. Namun, data masukan program harus dimodifikasi untuk memasukkan PLTB ke dalam analisis aliran daya. Selain itu, metode pada [2]-[4] hanya dapat digunakan untuk PLTB berkecepatan tetap.	menggunakan DFIG) untuk analisis aliran daya telah diusulkan dalam makalah ini. Model ini diperoleh berdasarkan rumus penghitungan daya dan rugi-rugi daya PLTB. Pemodelan konverter elektronik daya DFIG, yang biasanya cukup kompleks, tidak diperlukan dalam pembuatan model. Selanjutnya model yang diusulkan dapat digunakan untuk mengakomodasi analisis aliran daya, baik pada kondisi subsinkron maupun supersinkron. Model ini kemudian diintegrasikan ke dalam analisis aliran daya untuk mengevaluasi kinerja kondisi tunak sistem tenaga secara keseluruhan, termasuk PLTB. Hasil studi kasus juga telah disajikan dalam makalah ini. Dalam studi kasus, penerapan metode yang diusulkan pada sistem tenaga listrik interkoneksi yang mengandung PLTB diselidiki. Hasil investigasi mengkonfirmasi validitas model DFIG yang diusulkan dalam kondisi subsinkron dan supersinkron.
5.	Yushardi, Sudarti dan Melisa Putri Febriyanti (2022). “Analysis Of The Potential Of Wind Energy In The Pugercoast Of The Three Blades Darrieus Wind Tunbine Perfomance”	Penelitian yang dilakukan dalam analisis potensi energi angin di pantai Puger terhadap kinerja kincir angin Darrieus tiga bilah ini menggunakan metode Penelitian dan Pengumpulan Informasi (Arsyad, Imansyah, Marpaung, & Ratiandi, 2021). Teknik penelitian dan pengumpulan data yang dilakukan adalah analisis kebutuhan dan pengumpulan data Systematic Literature Review (SLR) mengenai objek penelitian yang diangkat (Adistia, Nurdiansyah, Fariko, Vincent, & Simatupang, 2020). Studi literatur yang dilakukan penulis adalah dengan	Berdasarkan analisa potensi energi angin di pesisir Pantai Puger Jember dengan kinerja turbin angin 3 sudu, dapat disimpulkan bahwa turbin angin jenis ini cocok diterapkan di kawasan pesisir Pantai Puger, karena mampu beroperasi pada kecepatan angin minimum 1,6 m/s dan kecepatan angin maksimum 6 m/s. Sedangkan lokasi Pantai Puger Jember memiliki kecepatan angin 2,5 –6,5 m/s. Selain itu, dengan memanfaatkan turbin angin sumbu vertikal 3 bilah, daya yang diperoleh lebih optimal

NO	PENELITIAN	METODE	HASIL
		mengumpulkan jurnal atau artikel yang relevan dan valid pada tahun terbit 2017 hingga 2022. Setelah semua artikel diperoleh, peneliti kemudian menyaring dan mengkaji hasil jurnal atau artikel tersebut agar data yang diperoleh lebih akurat dan sesuai dengan penelitian yang dilakukan. diadakan. Karena penelitian ini bersumber dari studi literatur, yaitu data yang diperoleh dari jurnal-jurnal bawahan atau artikel-artikel terdahulu yang telah diperoleh serta informasi data dari lembaga Kementerian ESDM. Peneliti mengkaji informasi dengan cara parafrase ulang berdasarkan fakta data yang ada, kemudian menganalisisnya secara menyeluruh.	karena tidak memerlukan pengaturan arah turbin angin.
6.	Margana, F Gatot Sumarno, Wiwik Purwati W, Suwarti, Hafidh Fakhri Dzulfikar, Nandhi Lathief Ibrahim, Saskia Wahyuningtyas, Sri Widya Larassanti, Daffa Naufal Hanif (2022).” Savonius Turbine Performance Type –S Variation of Rotor Sweep Diameter and Air Gap”	Metode studi kepustakaan merupakan suatu cara mengumpulkan bahan-bahan penunjang pembuatan alat bantu tugas akhir dengan cara browsing dari buku-buku atau mencari referensi dari internet berupa jurnal atau artikel ilmiah serta data-data yang telah dilakukan sebelumnya. Studi literatur bertujuan untuk meningkatkan pemahaman terhadap topik penelitian yang diambil. Referensi yang dipelajari terkait dengan jenis turbin hidrokinetik, konsep turbin yang akan digunakan, persamaan dasar aliran turbin, cara pembuatan dan survey lokasi pengujian serta cara pengujian turbin angin di laboratorium.	1. Berdasarkan parameter uji kinerja kincir angin Savonius, variasi celah udara adalah : A. Titik maksimum pada grafik hubungan CP dan TSR dengan kecepatan angin rendah 4 m/s, 7 m/s, dan 10 m/s adalah turbin angin Savonius dengan celah udara 70 mm dengan diameter sapuan 460 mm. . B. Titik maksimum pada grafik hubungan CP dan TSR dengan kecepatan angin 5 m/s, 6 m/s, dan 9 m/s adalah turbin angin Savonius dengan variasi celah udara 50 mm dengan diameter sapuan sebesar 480mm. C. Titik maksimum pada grafik hubungan CP dan TSR dengan kecepatan angin 8 m/s adalah turbin angin Savonius dengan celah udara 110 mm dengan diameter sapuan 420 mm. 2. Ciri-ciri turbin angin Savonius adalah bekerja pada kecepatan angin yang rendah. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan

NO	PENELITIAN	METODE	HASIL
			bahwa turbin angin Savonius dengan celah udara 70 mm dengan nilai CP 0,232 mempunyai kerja maksimum pada kecepatan angin rendah (4 m/s) dan pada kecepatan angin tinggi (10 m/s) diperoleh nilai CP sebesar 0,0695.

Perbedaan Penelitian:

- Jika pada penelitian sebelumnya menggunakan PLC dan hanya ditampilkan di HMI, maka disini penulis menggunakan esp32, hasilnya ditampilkan di LCD dan juga ditampilkan di *smartphone* pengguna melalui aplikasi *blynk*.
- Penelitian sebelumnya menggunakan multimeter secara manual untuk mengukur daya yang dihasilkan, disini penulis menggunakan sensor untuk mengukur daya yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga bayu ini.

B. Landasan Teori

1. Teori

Pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) adalah fasilitas yang mengubah energi angin menjadi listrik. PLTB adalah sistem yang mengubah energi kinetik angin menjadi energi listrik menggunakan turbin angin. Pembangkit ini termasuk dalam kategori energi terbarukan, karena angin adalah sumber daya alam yang tak terbatas dan ramah lingkungan. Konversi energi angin menjadi listrik dilakukan melalui proses yang melibatkan beberapa komponen utama, terutama turbin angin.

2. Prinsip Dasar Energi Angin

Energi angin berasal dari pergerakan massa udara yang disebabkan

oleh perbedaan tekanan atmosfer akibat pemanasan matahari. Ketika angin bergerak, ia membawa energi kinetik yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik.

3. Turbin Angin

Turbin angin adalah perangkat yang paling umum digunakan untuk mengonversi energi angin menjadi listrik. Turbin angin bekerja dengan prinsip dasar sebagai berikut:

- a. Blades atau bilah turbin akan menangkap energi kinetik angin saat angin berhembus.
- b. Pergerakan bilah turbin akan memutar rotor yang terhubung dengan poros utama.
- c. Poros utama ini kemudian akan menggerakkan generator yang menghasilkan listrik.

4. Proses Konversi

a. Angin Menggerakkan Turbin (Blades)

Ketika angin berhembus, bilah turbin (blades) akan bergerak, berputar sesuai dengan arah angin. Kecepatan dan arah angin akan mempengaruhi seberapa besar energi yang bisa dihasilkan.

b. Rotor dan Generator

Putaran bilah turbin akan memutar rotor (bagian utama dari turbin). Rotor ini terhubung dengan generator, yang bekerja dengan prinsip induksi elektromagnetik. Ketika rotor berputar, ia memaksa medan magnet untuk

bergerak relatif terhadap kumparan kawat di dalam generator, menghasilkan aliran listrik (arus listrik).

5. Faktor yang Mempengaruhi Efisiensi

a. Kecepatan Angin

Kecepatan angin sangat mempengaruhi seberapa banyak energi yang dapat diproduksi. Semakin cepat angin, semakin banyak energi kinetik yang tersedia.

b. Desain Turbin

Desain turbin, seperti ukuran bilah, jenis bahan, dan konfigurasi rotor, berperan besar dalam efisiensi konversi energi.

c. Lokasi Turbin

Tempat pemasangan turbin juga mempengaruhi efisiensi. Lokasi dengan angin yang konsisten dan kuat akan menghasilkan energi lebih banyak.

Daya yang dihasilkan oleh kincir angin (turbin angin) dapat dihitung menggunakan rumus daya angin. Rumus ini menggabungkan luas area rotor, kecepatan angin, dan koefisien daya (efisiensi turbin):

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times V^3 \times C_p$$

Dimana:

P = Daya yang dihasilkan (Watt)

ρ = Kerapatan udara (kg/m^3), kira-kira 1.225 kg/m^3 pada permukaan laut

A = Luas area rotor (m^2)

V = Kecepatan angin (m/s)

C_p = Koefisien daya (umumnya antara 0.3 hingga 0.45 untuk turbin angin komersial).

6. Bentuk-bentuk Kincir Angin

Kincir angin, baik yang digunakan untuk menghasilkan listrik maupun untuk tujuan lain, memiliki berbagai bentuk tergantung pada desain dan fungsinya. Berikut adalah beberapa bentuk kincir angin yang umum:

a. Kincir Angin Horizontal-Axis

Ini adalah bentuk kincir angin yang paling sering digunakan untuk menghasilkan listrik. Kincir angin dengan poros horizontal memiliki desain yang cukup sederhana dan sangat efisien dalam menghasilkan listrik.



Gambar 2. 1 Kincir Angin Horizontal-Axis

Sumber: <https://id.rx-greenergy.com/wind-turbine/vertical-wind-turbine/1kw-vertical-wind-turbine.html>

b. Kincir Angin Vertikal-Axis

Berbeda dengan turbin horizontal, kincir angin dengan poros vertikal memiliki bilah yang bergerak dalam arah vertikal. Kincir jenis ini dapat beroperasi dengan angin yang datang dari berbagai arah dan sering digunakan dalam aplikasi yang lebih kecil.



Gambar 2. 2 Kincir Angin Vertikal-Axis

Sumber: <https://www.builder.id/turbin-angin-sumbu-horizontal-cara-kerja-dan-kelebihannya/>

7. Pengaruh Luas Penampang Sudut pada Kincir Angin

Luas penampang sudut pada kincir angin berpengaruh signifikan terhadap efisiensi konversi energi angin menjadi energi mekanik. Penampang sudut ini mengacu pada area permukaan yang dipengaruhi oleh angin, yang mana dapat dikontrol dengan mengatur sudut pitch (kemiringan) bilah kincir angin terhadap arah aliran angin.

a. Peningkatan Luas Penampang:

Jika luas penampang sudut pada kincir angin lebih besar, maka jumlah udara yang dapat dipanen untuk menghasilkan daya juga akan lebih

banyak. Hal ini berpotensi meningkatkan daya yang dihasilkan oleh kincir angin, tetapi juga dapat meningkatkan beban pada struktur turbin jika angin terlalu kencang.

b. Pengaruh Sudut Bilah (Pitch):

Sudut bilah kincir angin berperan dalam mengoptimalkan pemanfaatan angin. Jika sudut bilah terlalu tajam, bilah kincir angin akan mendapatkan lebih banyak resistansi, mengurangi efisiensi konversi energi. Sebaliknya, jika sudutnya terlalu datar, bilah mungkin tidak dapat menangkap angin secara optimal, sehingga daya yang dihasilkan lebih rendah.

c. Efek Pada Kecepatan Rotasi:

Luas penampang yang lebih besar juga mempengaruhi kecepatan rotasi kincir angin. Dengan sudut bilah yang lebih terbuka, turbin akan lebih cepat berputar, tetapi jika tidak dikelola dengan baik, hal ini dapat menyebabkan stres mekanis dan pengurangan umur pemakaian turbin.

d. Optimalisasi Sudut Penampang:

Untuk mencapai efisiensi maksimal, sudut penampang pada kincir angin perlu diatur agar dapat menangkap angin dengan optimal pada kecepatan angin yang bervariasi. Teknologi modern seperti pengaturan sudut otomatis (pitch control) digunakan untuk menyesuaikan sudut bilah sesuai dengan kecepatan angin, guna memastikan kinerja kincir angin yang efisien dan tahan lama.

8. Penggunaan Energi Listrik

Setelah energi angin dikonversi menjadi listrik, listrik tersebut dapat digunakan langsung oleh konsumen atau disalurkan ke jaringan listrik untuk distribusi lebih lanjut. Berikut adalah komponen-komponen yang diperlukan untuk membuat Pembangkit Listrik Tenaga Bayu:

a. *Battery Lead Acid*

Fungsi dari baterai adalah untuk memasok sumber daya listrik yang cukup ke peralatan, seperti untuk menghidupkan mesin (starter) dan memasok sistem pengapian untuk memberi sumber tegangan untuk penerangan lampu dan kebutuhan tegangan lainnya di mobil atau sepeda motor. Dalam penelitian ini, penggunaan *Baterai Lead Acid* NP 20-12 digunakan untuk menampung daya yang dihasilkan oleh turbin.



Gambar 2. 3 *Battery Lead Acid*

Sumber: <https://images.tokopedia.net/img/cache/900/VqbcmM/2021/7/25/02e88b44-1d13-4cc9-b0c1-bb7141b9bda1.jpg>

b. *Blynk*

Blynk adalah sebuah layanan aplikasi yang digunakan untuk mengontrol mikrokontroler dari jaringan internet. Aplikasi yang disediakan oleh blynk sendiri masih butuh disusun sesuai dengan

kebutuhan. Dalam penelitian ini, menggunakan aplikasi *Blynk* digunakan sebagai aplikasi monitoring daya yang dihasilkan dan juga daya yang tersimpan pada *battery*.



Gambar 2. 4 *Blynk*

Sumber: <https://electrician.unila.ac.id/index.php/ojs/article/download/2158/381>

c. *Charge Controller*

Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. *Charge controller* mengatur *overcharging* (Kelebihan pengisian karena batere sudah 'penuh') dan kelebihan voltase dari genrator. Kelebihan voltase dan arus saat pengisian akan mengurangi umur baterai.



Gambar 2. 5 *Charger Controller*

Sumber: <https://s2.bukalapak.com/img/27188225832/large/data.jpeg.webp>

d. Generator DC

Generator DC adalah perangkat elektromekanis dalam bidang mesin listrik yang mengubah dari suatu energi berupa energi mekanik/gerak menjadi energi listrik. Jenis listrik yang dihasilkan dari generator ini adalah listrik DC (*Direct Current*). Secara umum, komponen inti terbagi menjadi dua bagian utama: stator (bagian yang tidak bergerak) dan rotor (bagian bergerak).

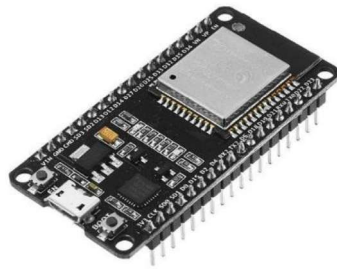


Gambar 2. 6 *Generator DC*

Sumber: <https://shorturl.at/qjX6N>

e. ESP32

Menurut penelitian (Imran and Rasul 2020) ESP32 adalah sebuah Mikrokontroler yang merupakan pengembangan dan menjadi penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ESP32 sudah terdapat modul WiFi, sehingga pengguna nya bisa mengontrol mikrokontroler dari jarak jauh menggunakan jaringan Internet.



Gambar 2. 7 ESP32

Sumber: https://images.tokopedia.net/img/cache/700/product-1/2020/7/16/84129024/84129024_a3d1fa41-705a-406e-8c29-66953e300ce8_600_600

f. DC Voltage Sensor

Sensor tegangan ini merupakan besaran analog yang dapat diolah, diproses atau dikonversi dalam bentuk lainya sedangkan dalam dunia digital tegangan akan dikonversi dengan ADC (*analog to digital converter*). Sensor adalah transduser atau pengubah parameter menjadi besaran analog representasinya, biasanya apapun tipe sensor akan dikonversi ke tegangan agar dapat diolah untuk proses selanjutnya.



Gambar 2. 8 Sensor Tegangan DC

Sumber: <https://images.tokopedia.net/img/cache/700/VqbcmM/2021/2/14/2d435aac-35f7-49a4-8d1d-484bdd2aa45a.jpg>

g. ACS712

Sensor arus ACS712 adalah *Hall Effect current sensor*. *Hall effect allegro* ACS712 merupakan sensor yang presisi sebagai sensor arus AC atau DC dalam pembacaan arus didalam dunia industri, otomotif, komersil dan sistem-sistem komunikasi.

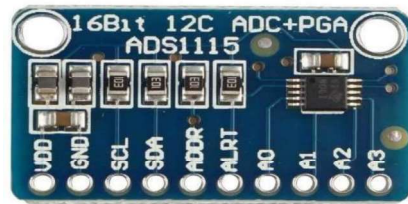


Gambar 2. 9 ACS712

Sumber: https://images.tokopedia.net/img/cache/500-square/product-1/2015/12/19/679813/679813_987ae93e-3d1f-4fe2-a536-b02a4336cc13.jpg

h. ADS1115

ADS1115 adalah sebuah modul yang berfungsi untuk melakukan fungsi konversi dari sinyal analog ke digital. Modul ADS1115 terdiri dari 4 *input* sinyal analog.



Gambar 2. 10 ADS1115

Sumber: <https://down->

[id.img.susercontent.com/file/91dbe07521985a41cf2e3ad75b6a20c5](https://img.susercontent.com/file/91dbe07521985a41cf2e3ad75b6a20c5)

i. LCD 16x2 I2c

LCD adalah media tampilan yang paling mudah untuk diamati karena menghasilkan tampilan karakter yang baik dan cukup banyak. Pada LCD 16×2 dapat ditampilkan 32 karakter, 16 karakter pada baris atas dan 16 karakter pada baris bawah.



Gambar 2. 11 LCD 16x2 I2C

Sumber: https://images.tokopedia.net/img/cache/500-square/product-1/2018/11/28/17324859/17324859_8972a3d4-6a23-4bba-a781-049b361467f5_968_666.png

j. *Step Down* DC LM2596

Modul DC *step down* LM2596 adalah modul yang memiliki IC LM2596 sebagai komponen utamanya. Modul DC *step down* LM2596 merupakan modul penurun tegangan masukan DC menjadi tegangan DC lainnya yang lebih rendah.



Gambar 2. 12 *Step Down* DC LM2596

Sumber: <https://digiwarestore.com/9203/modul-lm2596-dc-dc-step-down-input-dc-3-40v-output-dc-1.5-35v-644149.jpg>

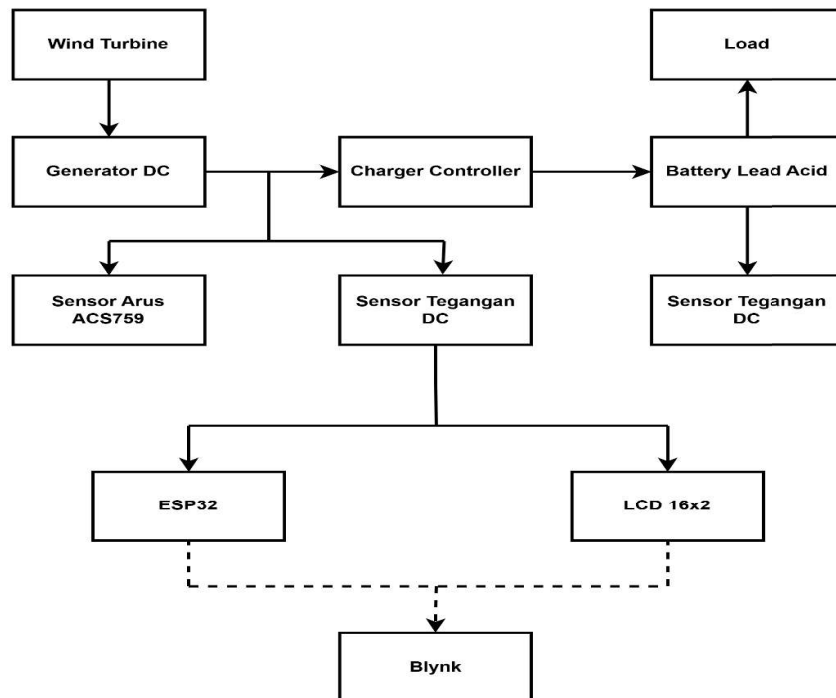
BAB III

METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Dalam rangka perancangan pembangkit listrik tenaga bayu dengan sistem monitoring pengisian *battery* berbasis *Internet Of Things* (IoT), peneliti melakukan penelitian secara sistematis. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu eksperimental. Penulis menganggap metode ini sangat cocok karena penelitian ini melakukan pengembangan sebuah alat dan melakukan penelitian berupa eksperimen untuk menguji efektivitas suatu alat (*prototype*). Berikut perencanaan alat yang akan dibuat:

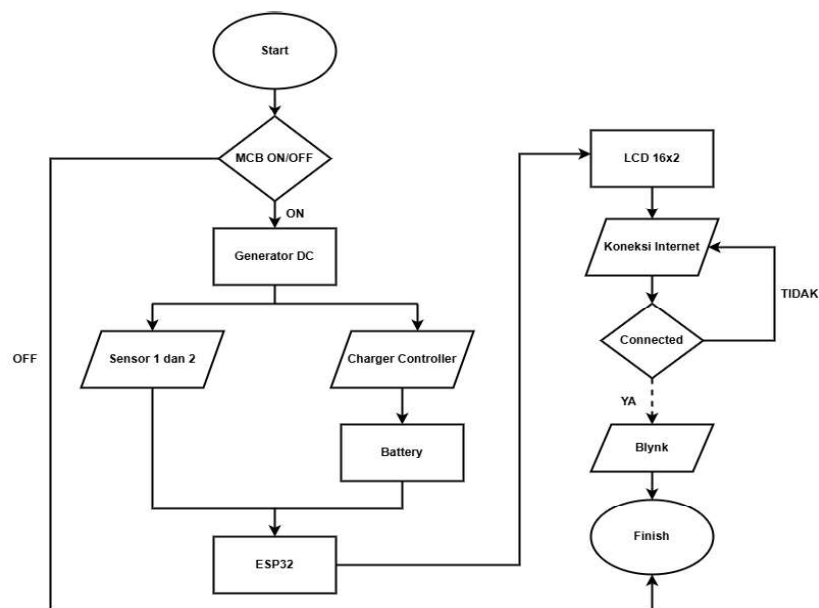
1. Blok Diagram



Gambar 3. 1 Blok Diagram
Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar diatas menunjukkan bahwa sistem ini terdiri dari generator dc, *charger controller*, *battery lead acid*, *step down* dc, sensor arus acs712, sensor tegangan dc, esp32 dan juga aplikasi *blynk*, generator dc digunakan sebagai sumber energi, *charger controller* berfungsi sebagai pengontrol voltase dan arus yang dihasilkan oleh generator dc sebelum masuk ke, *battery lead acid* berfungsi sebagai penyimpanan energi yang dihasilkan oleh generator dc, tegangan dari battery akan diturunkan menggunakan *step down* dc 5v digunakan untuk menyuplai tegangan esp32, sensor arus acs712 digunakan untuk mendeteksi arus yang dihasilkan oleh generator dc, sensor tegangan disini ada 2, yang pertama untuk mendeteksi voltase yang dihasilkan oleh generator dc, yang kedua untuk mendeteksi voltase yang disimpan didalam *battery*, esp32 disini berfungsi sebagai microcontroller, membaca semua sensor dan mengirim hasil pembacaan tersebut ke aplikasi *blynk*.

2. Flowchart



Gambar 3. 2 Flowchart

Sumber: Dokumen Pribadi

Pada *flowchart* ini dimulai dengan menyambungkan koneksi internet supaya bisa terkoneksi ke *blynk*, jika sudah tersambung, sensor acs712, sensor tegangan dc 1, dan sensor tegangan dc 2 membaca tegangan dan arus yang terdeteksi, hasil pembacaan tersebut akan ditampilkan di lcd 16x2 i2c, kemudian hasil pembacaan tersebut akan dikirimkan ke *blynk* melalui internet supaya bisa dimonitoring melalui *smartphone* pengguna.

Gambar 3.2 menunjukkan bahwa alur kerja yang peneliti akan lakukan pada rangkaian pembangkit listrik tenaga bayu dengan *system* monitoring pengisian *battery charger* berbasis *internet of things* (IoT). Dibawah ini data-data yang akan diambil dan rumus untuk menghitung data diperoleh:

- a. Kecepatan angin (m/s)
- b. Tegangan dan kuat arus output pada dinamo (dan)
- c. Perhitungan daya

$$P = V_{out} \times I_{out} \dots \dots \dots$$

Keterangan:

P = Daya yang dihasilkan

V_{out} = Tegangan output dinamo

I_{out} = Kuat arus output dinamo

- d. Perhitungan daya rata-rata

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

Keterangan:

$P_{rata-rata}$ = Daya rata-rata

η = Jumlah pengambilan

e. Lama pengisian pada baterai

$$Ta = \frac{C}{I}$$

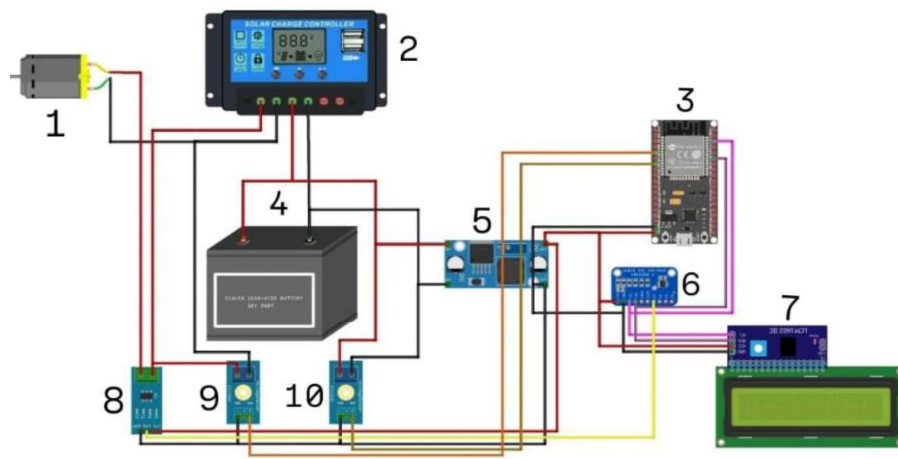
Keterangan:

Ta = Lama pengisian arus (hour)

C = Besarnya kapasitas accu (Ah)

I = Besarnya arus pengisian ke accu (A)

3. Wiring diagram



Gambar 3. 3 Wiring Diagram

Sumber: Dokumen Pribadi

Keterangan:

- Generator DC
- Charger Controller
- ESP32

- d. Battery Lead Acid
- e. Step Down DC LM2596
- f. ADS1115
- g. LCD16x2c
- h. ACS712
- i. DC Voltage Sensor
- j. DC Voltage Sensor

Rangkaian diatas merupakan *wiring diagram* dari sistem Rancang bangun pembangkit listrik tenaga bayu dengan sistem monitoring pengisian battery berbasis Interbet Of Things (IoT).

B. Rancangan Pembuatan Alat

1. Desain Turbin Vertikal: Desain turbin harus memperhatikan kecepatan angin rata-rata di lokasi untuk menghasilkan energi yang cukup. Dapat memilih desain yang ringan dan efisien
2. Pemilihan Generator DC: Generator DC yang digunakan harus sesuai dengan kapasitas daya turbin dan kebutuhan sistem.
3. Pemasangan Turbin: Memilih lokasi pemasangan turbin yang memiliki potensi angin yang cukup.
4. Baterai: Baterai lead-acid lebih toleran terhadap overcharging dibandingkan baterai lain seperti lithium-ion. Meskipun tidak disarankan, ia dapat tetap berfungsi meskipun di isi melebihi kapasitasnya.
5. Charge Controller: Memastikan baterai tidak mengisi secara berlebihan dan terlindungi dari kerusakan.

6. Mikrokontroler (ESP32): Mikrokontroler mengumpulkan data dari sensor dan mengirimkan informasi tersebut ke platform IoT.
7. Sensor: Pasang sensor pada titik-titik penting untuk memantau tegangan baterai dan arus pengisian.
8. Blynk: Platform ini menyimpan dan menampilkan data dari sensor, serta menyediakan dashboard untuk memonitor status sistem secara *real-time*.

C. Rencana Pengujian

1. Uji Statis

Pengujian akan dilakukan dengan cara menguji setiap bagian alat berdasarkan karakteristik dan fungsi masing – masing komponen. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah setiap bagian dari perangkat dapat bekerja secara maksimal dan sesuai dengan fungsinya dan menulis hasil pengujian komponen.

- a. Input dari Sensor *Voltage* akan dihubungkan baterai 12v, kemudian out dari sensor tersebut dihubungkan ke esp32, kemudian dihubungkan ke *software*, apakah sensor tersebut bisa membaca *voltage* sesuai dengan nilai *voltage* aslinya atau tidak.
- b. LCD akan dihubungkan ke tegangan dan akan dilakukan pemrograman dan dapat dicek apakah LCD dapat menampilkan tulisan sesuai yang telah diprogram atau tidak.
- c. *Stepdown* akan dicek menggunakan multimeter dan diukur sehingga dapat diketahui apakah tegangan yang keluar dari sudah mencukupi untuk menyalakan esp32 dan sensor.

- d. *Input* dari sensor arus akan dihubungkan seri dengan *out* + dari generator dc, *out* dari sensor akan dihubungkan ke esp32, kemudian dihubungkan ke *software*, apakah sensor tersebut bisa membaca arus sesuai dengan nilai arus aslinya atau tidak.

2. Uji Dinamis

Rencana pengujian dinamis akan dilakukan sesudah semua komponen selesai dirangkai dan terpasang pada sebuah panel box, yaitu:

- a. Merangkai sensor dengan sebagaimana mestinya, dan lihat beberapa waktu kedepan apakah sensor dapat membaca dan menampilkan hasil pembacaan pada lcd yang sebelumnya sudah diprogram sehingga dapat menampilkan pembacaan sensor pada lcd yang sudah deprogram sebelumnya.
- b. Melakukan pengujian pada aplikasi *blynk*, apakah hasil pembacaan sensor dapat di monitoring melalui palisi *blynk* secara *real time* atau tidak.