

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**ANALISIS KINERJA DAN EFISIENSI GENERATOR PADA
PROTOTIPE RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA ARUS LAUT DENGAN MENGGUNAKAN TURBIN
*DARRIEUS***



ELVANNDANA LAE MOOY
NIT. 08.20.007.1.11

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

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

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**ANALISIS KINERJA DAN EFISIENSI GENERATOR PADA
PROTOTIPE RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA ARUS LAUT DENGAN MENGGUNAKAN TURBIN
*DARRIEUS***



ELVANNDANA LAE MOOY
NIT. 08.20.007.1.11

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ELVANNDANA LAE MOOY

Nomor Induk Taruna : 08.20.007.1.11

Program Diklat : TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

**ANALISIS KINERJA DAN EFISIENSI GENERATOR PADA PROTOTIPE
RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ARUS LAUT
DENGAN MENGGUNAKAN TURBIN *DARRIEUS***

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 sendiri menerima sanksi yang di tetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

SURABAYA, 06 AGUSTUS 2025



ELVANNDANA LAE MOOY

**PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR**

Judul : ANALISIS KINERJA DAN EFISIENSI GENERATOR
PADA PROTOTYPE RANCANG BANGUN PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA ARUS LAUT MENGGUNAKAN
TURBIN *DARRIEUS*

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi rekayasa kelistrikan kapal

Nama : Elvanndana Lae Mooy

NIT : 08.20.007.1.11

Jenis Tugas Akhir : ~~Prototype / Proyek~~ / Karya Ilmiah Terapan*

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan
Uji Kelayakan Proposal

Surabaya, 13 Februari 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



(Dr. AGUS DWI SANTOSO, S.T., M.T., M.Pd.)
NIP. 197808192000031001

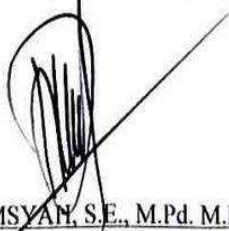
Dosen Pembimbing II



(Dr. Capt SAMSUL HUDHA, M.M., M.Mar.)
NIP. 197212281998031001

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



(DIRHAMSYAH, S.E., M.Pd. M.Mar.E.)
NIP. 197504302002121002

**PERSETUJUAN SEMINAR
HASIL TUGAS AKHIR**

Judul : ANALISIS KINERJA DAN EFISIENSI GENERATOR
PADA PROTOTIPE RANCANG BANGUN PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA ARUS LAUT MENGGUNAKAN
TURBIN *DARRIEUS*

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi rekayasa kelistrikan kapal

Nama : Elvanndana Lae Mooy

NIT : 08.20.007.1.11

Jenis Tugas Akhir : ~~Prototype~~ / ~~Proyek~~ / Karya Ilmiah Terapan*

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan
Seminar Hasil Tugas Akhir

Surabaya, 09 Juli 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



(Dr. AGUS DWI SANTOSO, S.T., M.T., M.Pd.)
NIP. 197808192000031001



(Dr. Capt SAMSUL HUDA, M.M., M.Mar.)
NIP. 197212281998031001

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



(DIRHAMSYAH, S.E., M.Pd, M.Mar.E.)
NIP. 197504302002121002

**PENGESAHAN SEMINAR PROPOSAL
KARYA ILMIAH TERAPAN**

**ANALISIS KINERJA DAN EFISIENSI GENERATOR PADA
PROTOTYPE RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA ARUS LAUT MENGGUNAKAN TURBIN
DARRIEUS DI SELAT MADURA**

Disusun dan Diajukan Oleh :

ELVANNDANA LAE MOOY

NIT. 08.20.007.1.11

Telah dipresentasikan didepan Panitia Ujian Karya Ilmiah Terapan
Politeknik Pelayaran Surabaya
Pada Tanggal 14 FEBRUARI 2025



Penguji I

EDI KURNIAWAN, S.ST., MT
Penata Muda Tk. I (III/b)
NIP. 198312022019021001

Penguji II

TEGUH PRIBADI, M.Si., OIA
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 196909121994031001

Penguji III

Dr. AGUS DWI SANTOSO, S.T., M.T., M.Pd.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 197808192000031001

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

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

PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

ANALISIS KINERJA DAN EFISIENSI GENERATOR PADA
PROTOTIPE RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA ARUS LAUT MENGGUNAKAN TURBIN *DARRIEUS*

Disusun Oleh :

ELVANNDANA LAE MOOY
NIT. 08.20.007.1.11

Telah dipresentasikan didepan Tim Penguji Hasil Tugas Akhir
Politeknik Pelayaran Surabaya

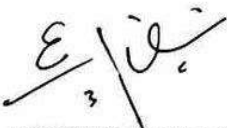
Pada Tanggal 25 JULI 2025

Mengesahkan,

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Dosen Penguji III



EDI KURNIAWAN, S.ST., MT
NIP. 198312022019021001



TEGUH PRIBADI, M.Si., OIA
NIP. 196909121994031001

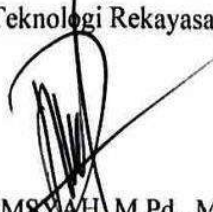


Dr. AGUS DWI SANTOSO, S.T., M.T., M.Pd.
NIP. 197808192000031001

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



DIRHAM SYAH, M.Pd., M.Mar.E)
NIP. 197504302002121002

ABSTRAK

Elvanndana Lae Mooy. Analisis kinerja dan efisiensi generator pada prototipe rancang bangun pembangkit listrik tenaga arus laut dengan menggunakan turbin *Darrieus*. Politeknik Pelayaran Surabaya. Dibimbing oleh Bapak Dr. Agus Dwi Santoso, S.T., M.T., M.Pd. dan Bapak Dr. Capt. Samsul Huda, M.M., M.Mar.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi dan kinerja generator DC pada prototipe pembangkit listrik tenaga arus yang menggunakan turbin Darrieus. Pengujian dilakukan melalui pendekatan uji statistik dan dinamis, baik tanpa beban maupun dengan beban berupa lampu DC 12V/7W, untuk generator respons pencahayaan terhadap variasi putaran (RPM) dan kondisi operasional. Hasil uji dinamis menunjukkan bahwa generator pertama dengan sudut turbin 90° menghasilkan tegangan hingga 9,10 V dan arus maksimum 1,65 A, sedangkan generator kedua hanya mencapai tegangan maksimum 3,00 V dan arus 0,88 A. Perbandingan efisiensi menunjukkan bahwa generator pertama memiliki kinerja lebih tinggi dalam menghasilkan daya keluaran. Selain itu, sistem diuji terhadap kemampuan pengisian baterai 12V 7.5Ah, yang menghasilkan estimasi waktu pengisian selama $\pm 9,49$ jam dan waktu pengosongan selama $\pm 12,86$ jam terhadap beban 7W. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu beroperasi secara efisien dan stabil dalam kondisi ideal, serta memiliki potensi untuk diaplikasikan sebagai solusi pembangkit listrik skala kecil berbasis energi arus air.

Kata kunci: Analisis, Kinerja, Efisiensi, Generator

ABSTRACT

Elvanndana Lae Mooy. Analysis of generator performance and efficiency in the design prototype of a tidal power plant using a Darrieus. Surabaya Maritime Polytechnic. Supervised by Mr. Dr. Agus Dwi Santoso, S.T., M.T., M.Pd. and Mr. Dr. Capt. Samsul Huda, M.M., M.Mar.

This study aims to analyze the efficiency and performance of a DC generator in a prototype of a current power plant using a Darrieus turbine. Testing was carried out using statistical and dynamic test approaches, both without load and with a load in the form of a 12V/7W DC lamp, for the generator's lighting response to variations in rotation speed (RPM) and operational conditions. The results of the dynamic test show that the first generator with a 90° turbine angle produces a voltage of up to 9.10 V and a maximum current of 1.65 A, while the second generator only reaches a maximum voltage of 3.00 V and a current of 0.88 A. The efficiency comparison shows that the first generator has a higher performance in producing output power. In addition, the system was tested against the charging capability of a 12V 7.5Ah battery, which resulted in an estimated charging time of ± 9.49 hours and a discharging time of ± 12.86 hours against a 7W load. These results indicate that the system is able to operate efficiently and stably under ideal conditions, and has the potential to be applied as a solution for small-scale power generation based on water current energy.

Keywords: *Analysis, Performance, Efficiency, Generator*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan karunia dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan karya ilmiah terapan ini dengan judul “**ANALISIS KINERJA DAN EFISIENSI GENERATOR PADA PROTOTYPE RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ARUS LAUT DENGAN MENGGUNAKAN TURBIN *DARRIEUS***”.

Pada kesempatan ini ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Moejiono, M. MT., M.Mar.E selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya yang selalu mendukung seluruh taruna/I dalam penulisan proposal ini.
2. Bapak Dirhamsyah, S.E., M.Pd selaku ketua Prodi TRKK, yang telah memberikan dukungan dan motivasi yang sangat besar bagi penulis dalam menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini.
3. Bapak Dr. Agus Dwi Santoso, S.T., M.T., M.Pd selaku dosen pembimbing pertama, yang penuh ketekunan dan kesabaran membimbing saya dalam penulisan proposal ini.
4. Bapak Dr. Capt. Samsul Huda, M.M., M.Mar. selaku dosen pembimbing kedua, yang penuh ketekunan dan kesabaran membimbing saya dalam penulisan proposal ini.
5. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan dukungan berupa doa, moral dan material.
6. Teman-teman yang selalu mendukung dan membantu saya.
7. Para Pemberi Saran dan Masukan yang tidak bisa disebutkan namanya.

Saya menyadari bahwa dalam penulisan Karya Ilmiah Terapan ini masih terdapat banyak kekurangan. Maka dari itu, saran dan perbaikan sangat diharapkan dalam meningkatkan penulisan selanjutnya.

Surabaya, 06 Agustus 2025

ELVANNDANA LAE MOOY

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PERSETUJUAN SEMINAR PROPOSAL	iii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL	iv
PENGESAHAN SEMINAR PROPOSAL	v
PENGESAHAN SEMINAR HASIL.....	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya	5
B. Landasan Teori.....	6
1. Pengertian Kinerja	7
2. Pengertian Efisiensi	7

3. Pengertian Arus Laut	8
4. Pengertian Turbin	8
5. Turbin H- <i>Darrieus</i>	9
6. Pengertian Generator	10
7. Generator <i>DC</i>	10
8. Pompa Air	12
9. Baterai/Akumulator	13
10. <i>Maksimum Power Point Tracker</i>	14
11. Mikrokontroler ESP32	14
12. <i>Voltage</i> Sensor	15
13. <i>Current</i> Sensor ACS712-30A	16
14. Modul Sensor INA219	16
15. Akuarium Akrilik	17
C. Kerangka Pikir	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
A. Perancangan Sistem	19
B. Model Perancangan Alat	21
C. Rencana Pengujian Alat	26
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	28
A. Uji Coba Produk	28
1. Uji Statis	28
2. Uji Dinamis	31
A. Revisi Produk	49
B. Kajian Produk Akhir	50

BAB V PENUTUP.....	52
A. Kesimpulan	52
B. Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya	5
Tabel 3.1 Keterangan Perancangan Sistem	20
Tabel 3.2 Komponen Pin Penghubung <i>Wiring</i> Diagram	24
Tabel 3.3 Keterangan Desain Alat	25
Tabel 4.1 Data Pengujian Statis Generator	29
Tabel 4.2 Spesifikasi Generator Pertama	33
Tabel 4.3 Data Pengujian Generator Pertama Tanpa Beban.....	33
Tabel 4.4 Spesifikasi Generator Kedua.....	35
Tabel 4.5 Data Pengujian Generator Kedua Tanpa Beban	35
Tabel 4.6 Data Pengujian Generator Pertama Dengan Beban	37
Tabel 4.7 Data Pengujian Generator Kedua Dengan Beban	39
Tabel 4.8 Penyimpanan Baterai	42
Tabel 4.9 Data Daya Baterai	43
Tabel 4.10 Data Efisiensi Perbandingan Generator Tanpa Beban	46
Tabel 4.11 Data Efisiensi Perbandingan Generator Dengan Beban	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arus Laut.....	8
Gambar 2.2 Jenis-Jenis Turbin.....	9
Gambar 2.3 Turbin Tipe <i>H-Darrieus</i>	9
Gambar 2.4 Generator DC	11
Gambar 2.5 <i>Water Pump</i>	12
Gambar 2.6 Baterai/Akumulator.....	13
Gambar 2.7 <i>Solar Control</i> MPPT 30A	14
Gambar 2.8 Mikrokontroler ESP32	15
Gambar 2.9 <i>Voltage</i> Sensor.....	15
Gambar 2.10 <i>Current</i> Sensor ACS712-30A	16
Gambar 2.11 Modul Sensor INA219	17
Gambar 2.12 Aquarium Akrilik	17
Gambar 2.13 Kerangka Pikir.....	18
Gambar 3.1 Blok Diagram Perancangan Sistem.....	19
Gambar 3.2 Blok Diagram Perancangan Alat.....	22
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Alur Kerja Alat	23
Gambar 3.4 <i>Wiring</i> Diagram.....	24
Gambar 3.5 Desain Alat 3D.....	25
Gambar 4.1 Pengujian Statis Generator	28
Gambar 4.2 Pengujian Statis MPPT.....	30
Gambar 4.3 Pengujian Statis Baterai	31
Gambar 4.4 Sudut <i>Blade</i> Turbin 90°	32
Gambar 4.5 Pengujian Generator Pertama Tanpa Beban.....	32
Gambar 4.6 Pengujian Generator Kedua Tanpa Beban	35
Gambar 4.7 Pengujian Generator Pertama Dengan Lampu DC	37
Gambar 4.8 Pengujian Generator Kedua Dengan Lampu DC	39
Gambar 4.9 Pengujian Dinamis MPPT	41
Gambar 4.10 Proses Pengisian Baterai	42
Gambar 4.11 Baterai dan Lampu LED DC	43

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Energi listrik merupakan energi sangat dibutuhkan oleh dunia. Berdasarkan hasil prognosis konsumsi listrik per-kapita nasional pada tahun 2020 di Indonesia mencapai 1.089 kWh (Kementerian ESDM, Rida Mulyana, 2021). Kebutuhan listrik selalu meningkat seiring pertumbuhan penduduk, berkembangnya teknologi dan pembangunan setiap tahunnya. Namun, peningkatan ini tidak diimbangi dengan daya listrik yang dihasilkan. Suatu inovasi baru adalah pemanfaatan sumber energi terbarukan (EBT) yaitu energi arus laut, energi ini dihasilkan oleh energi kinetik pasang surut, tiupan angin atau perbedaan densitas dan pergerakan dari gelombang laut. (Muhamad Azhar, 2018), (Firman Husain, 2021) Hal ini menunjukkan bahwa tenaga arus laut lebih unggul dari pada pembangkit listrik lainnya karena tidak bergantung pada perubahan iklim. Tenaga arus laut adalah massa air laut yang bergerak secara vertikal maupun horizontal sehingga membentuk gerakan seimbang yang sangat luas. Penggunaan tenaga arus laut ini juga terbilang murah dan relatif mudah untuk diaplikasikan. (I Made Agus Mahardiananta, 2017).

Pembangkit listrik ini memiliki dua komponen utama, yaitu turbin dan generator listrik. Turbin berfungsi untuk mengambil energi dari aliran fluida dan mengubah menjadi energi gerak atau mekanis yang berupa putaran untuk memutar poros generator, sedangkan generator berfungsi sebagai mesin pembangkit tenaga listrik dengan mengkonversikan energi mekanis menjadi listrik. Kinerja dari sistem Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut (PLTAL) ini

salah satunya dipengaruhi oleh efisiensi dari generator. Efisiensi adalah ukuran tingkat penggunaan sumber daya dalam suatu proses, semakin besar efisiensi generatornya maka keandalan sistem juga semakin baik. Oleh karena itu perlu dilakukannya analisa terhadap efisiensi generator apakah generator masih dalam kondisi yang baik atau tidak. Arus listrik mengalir saat generator terhubung ke beban. Besarnya arus listrik yang mengalir tergantung pada besarnya hambatan ke beban. Pengoperasian generator dituntut suatu kestabilan agar dapat bekerja secara optimal. Perubahan beban menyebabkan ketidakstabilan generator yang dapat mempengaruhi efisiensi generator (Dian Winny A, 2015).

Efisiensi dari generator akan mempengaruhi kinerja dari sistem PLTAL, semakin besar efisiensi generatornya maka keandalan sistem juga semakin baik. Efisiensi perbandingan generator adalah ukuran yang membandingkan daya keluaran dari dua generator yang berbeda, yaitu generator pertama dan generator kedua. Perbandingan ini digunakan untuk menilai seberapa efektif masing-masing generator dalam mengubah *input* energi menjadi energi listrik *output*. Dengan demikian, efisiensi ini menjadi indikator penting dalam menentukan kinerja dan kestabilan kerja kedua generator tersebut dalam aplikasi nyata. Daya masukkan generator sama dengan daya yang dihasilkan oleh turbin karena turbin dengan generator dikopel dan bekerja bersama (Dwi Cahyadi dan Hermawan, 2015).

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya mengenai pemanfaatan energi arus laut ini telah menunjukkan bahwa potensi Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut (PLTAL) memiliki manfaat besar dan dapat digunakan

dalam jangka panjang. Potensi besar terhadap tenaga arus laut ini dapat dilakukan pengembangan terhadap penelitian Karya Ilmiah Terapan (KIT) ini yang nantinya akan diimplementasikan di bidang perikanan, maupun yang tertuju kepada masyarakat dalam membantu pemasukan daya listrik di laut.

B. Rumusan Masalah

Dari deskripsi yang telah di jelaskan sebelumnya dalam penelitian ini dapat di rumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja generator pada prototipe ini dapat dioptimalkan untuk menghasilkan energi listrik?
2. Apakah jenis generator yang digunakan dapat menghasilkan listrik secara efisien, sesuai dengan kebutuhan operasional?

C. Batasan Masalah

Berikut ini adalah batasan masalah yang diulas pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini akan menganalisis generator prototipe yang dirancang khusus untuk sistem pembangkit listrik berbasis turbin *Darrieus*.
2. Penelitian ini membahas tentang kapasitas energi listrik yang dihasilkan dari prototipe ini.
3. Penelitian ini akan menggunakan baterai/akumulator sebagai tempat penyimpanan energi listrik yang dihasilkan dari prototipe ini.
4. Pada penelitian ini akan dilakukan di lingkup Politeknik Pelayaran Surabaya.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang diulas dari Karya Ilmiah Terapan ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kinerja generator dalam menghasilkan energi listrik pada prototipe rancang bangun pembangkit listrik tenaga arus laut menggunakan turbin *Darrieus*.
2. Mengetahui seberapa efisiensi generator dalam mengubah energi mekanik yang dihasilkan oleh turbin *Darrieus* menjadi energi listrik.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Secara teoritis penelitian ini mendukung pengembangan konsep diversifikasi energi yang berbasis sumber daya lokal, khususnya arus laut, sehingga memperluas perspektif penggunaan energi terbarukan di bidang kelautan.

2. Manfaat Praktis

Secara praktis penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai teknologi pembangkit listrik tenaga arus laut, baik dari sisi desain maupun aplikasi di atas kapal dan di lingkungan masyarakat dengan potensi serupa.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Review penelitian sebelumnya yang relevan tujuannya sebagai bahan referensi, kajian, dan bahan informasi penelitian yang akan dilakukan agar hasil akhir penelitian sesuai dengan tujuan yang akan di capai. Tabel pengkajian literatur terkait dari penelitian sebelumnya untuk referensi dapat dilihat di bawah ini :

Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya

Sumber : Dokumen Pribadi

No	JUDUL JURNAL	NAMA	HASIL PENELITIAN	PERBEDAAN PENELITIAN
1.	ANALISIS EFISIENSI DAYA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO MENGGUNAKAN HOMER	Siti Suci Murni, Agus Suryanto Jurnal Listrik, Instrumentasi dan Elektronika Terapan 2020	Hasil penelitian sebagai berikut: Nilai rata-rata efisiensi daya PLTMH Parakandowo sebesar 65,33% yang menunjukkan ketidakefisienan. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro memiliki efisiensi sebesar 70-90 % sehingga apabila PLTMH memiliki efisiensi kurang dari 70% maka PLTMH tersebut dikatakan tidak efisien.	Perbedaan pada penelitian ini adalah pengambilan data berdasarkan tiap-tiap sudut blade pada turbin <i>Darrieus</i> dan berpengaruh terhadap performa sistem, di mana sudut blade turbin 90° menghasilkan daya terbesar pada generator pertama yaitu 14,69 watt dengan efisiensi perbandingan sebesar 2.79%. Sedangkan generator kedua yaitu 2.64 watt dengan efisiensi perbandingan sebesar 33.60
2.	ANALISIS DAYA GENERATOR MAGNET PERMANEN DALAM SKALA LAB UNTUK PROTOTIPE	Egi Riansyah, Puteri Islamega Taufani, Yudhi, Zanu Saputra Prosiding	Hasil pengujian dan analisis data mengenai analisis daya generator magnet permanen dalam skala lab untuk prototipe PLTAL, maka dapat disimpulkan, bahwa daya minimum yang dihasilkan	Hasil pengujian dan analisis data mengenai kinerja dan efisiensi generator pada prototipe rancang bangun pembangkit listrik tenaga arus

No	JUDUL JURNAL	NAMA	HASIL PENELITIAN	PERBEDAAN PENELITIAN
	PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ARUS LAUT	Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan, 2022	oleh generator magnet permanen dengan sumber dari putaran motor DC sebesar 1,55 Watt dan daya maksimum yang dihasilkan sebesar 12,87 Watt.	laut menggunakan turbin <i>Darrieus</i> , maka dapat disimpulkan, bahwa daya minimum yang dihasilkan oleh putaran turbin dan generator pertama pada sudut blade 90° sebesar 7,60 Watt dan daya maksimum yang dihasilkan sebesar 14,69 Watt. Sedangkan generator kedua daya minimum sebesar 0.13 watt dan daya maksimum sebesar 2.64 watt.
3.	RANCANG BANGUN PROTOTIPE PLTB SUMBU VERTIKAL TIPE <i>HYBRID SAVONIUS - DARRIEUS</i> UNTUK PENGISIAN AKUMULATOR	M. Ilmi Hidayat Aditya Chandra Hermawan JURNAL TEKNIK ELEKTRO 2024	Hasil uji menunjukkan bahwa prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) dengan sumbu vertikal tipe <i>hybrid Savonius-Darrieus</i> memiliki kinerja yang berbeda dalam menghasilkan energi listrik pada kecepatan angin yang berbeda. Mengisi akumulator dengan kecepatan angin rata-rata 5 m/s, tegangan rata-rata 12,08 volt dan arus rata-rata 0,24 ampere dihasilkan, dengan tegangan terendah 2,1 volt dan tertinggi 8,58 volt.	Perbedaan pada penelitian ini yaitu generator memiliki kinerja dalam menghasilkan energi listrik pada putaran poros generator yang berbeda. Prototipe ini menggunakan sistem kontrol pengisian (<i>charging controller</i>) dengan <i>output</i> tegangan >8 volt yang dihasilkan untuk dapat melakukan pengisian daya listrik pada baterai/akumulator.

B. Landasan Teori

Dalam penelitian ini penulis menggunakan landasan teori yang akan digunakan sebagai dasar dari penelitian ini. Landasan teori ini berfungsi sebagai penjelasan tentang *variabel* atau suatu permasalahan yang akan diangkat dan dibahas oleh penulis dalam penelitian ini. Beberapa landasan teori yang menunjang KIT ini adalah sebagai berikut :

1. Pengertian Kinerja

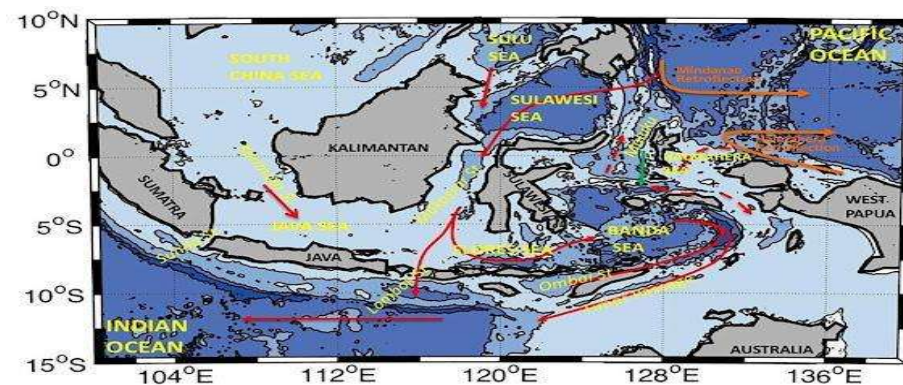
Kinerja dapat didefinisikan sebagai tingkat pencapaian atau hasil yang diperoleh oleh seseorang secara menyeluruh selama periode waktu tertentu dalam melaksanakan tugas-tugas yang menjadi tanggung jawabnya. Pencapaian tersebut dievaluasi berdasarkan perbandingan terhadap standar kerja, target, atau kriteria yang telah ditetapkan dan disepakati sebelumnya. (Veithzal Rivai dan Ahmad Fawzi Mohd, M.B.A, 2005, Rajagrafindo Persada.) Lebih lanjut, kinerja dinyatakan berhasil apabila individu mampu mencapai tujuan yang telah dirumuskan dengan baik dan sesuai harapan. (Donnelly, Gibson and Ivancevich: , 1994).

2. Pengertian Efisiensi

Efisiensi merujuk pada kemampuan dalam memanfaatkan sumber daya yang tersedia seperti tenaga kerja, waktu, dan biaya secara optimal, meskipun dalam kondisi keterbatasan, guna menghasilkan *output* yang maksimal. Suatu kegiatan atau proses dapat dikatakan efisien apabila hasil yang dicapai setinggi mungkin diperoleh dengan penggunaan sumber daya seminimal mungkin. Dalam konteks umum, efisiensi menunjukkan tidak adanya pemborosan dalam penggunaan sumber daya selama proses berlangsung, serta mampu menghasilkan *output* yang sesuai dengan tujuan atau perencanaan yang telah ditetapkan. Tingkat efisiensi yang tinggi secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan produktivitas dan potensi pendapatan, bahkan dengan upaya atau *input* yang relatif rendah. (Gramedia, 2022).

3. Pengertian Arus Laut

Arus laut adalah fenomena perpindahan massa air di wilayah lautan yang berlangsung secara vertikal maupun horizontal, sehingga membentuk pola aliran berskala besar dan relatif stabil di seluruh kawasan samudra. Terjadinya arus laut dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, antara lain tiupan angin, variasi densitas air laut akibat perbedaan suhu dan salinitas, serta dinamika gelombang permukaan laut (Firman & Widianingrum, 2021).



Gambar 2. 1 Arus Laut

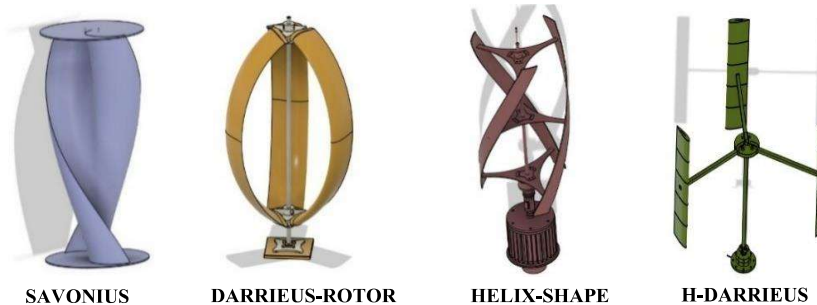
Sumber: <https://tinyurl.com/yjj57ue6>

Energi arus laut merupakan salah satu dari potensi dan inovasi sumber energi yang terbarukan untuk mengatasi apabila terjadi krisis energi dan tidak selalu bergantung pada penggunaan penghasil listrik dari bahan atau energi yang tidak terbarukan.

4. Pengertian Turbin

Turbin merupakan salah satu dari mesin berputar yang berfungsi sebagai pengubah tenaga dari gerak atau arus fluida menjadi sumber energi gerak yang bisa bermanfaat. Turbin terdiri dari bagian rotor yaitu bagian yang dapat bergerak dengan cara berputar, yang dilengkapi juga dengan

bagian penunjang seperti sebuah poros atau *shaft* dan daun-daun turbin atau *blade* yang mana terpasang di sekeliling dari poros atau *shaft*. Rotor sendiri dapat berputar dikarenakan mendapatkan tekanan dari gerak fluida yang diterima oleh turbin. (Rapa, 2024)

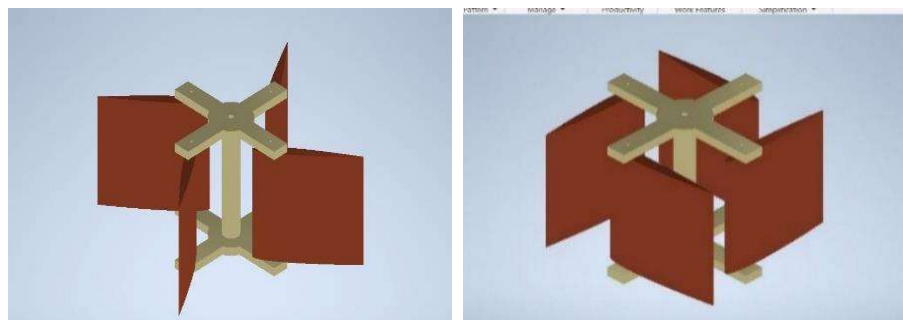


Gambar 2. 2 Jenis-Jenis Turbin

Sumber : <https://grabcad.com/library/vertical-wind-turbine-1>

5. Turbin H-*Darrieus*

Turbin tipe H-*Darrieus* merupakan salah satu jenis turbin dengan poros vertikal yang memiliki bilah melengkung, dirancang untuk menangkap energi dari aliran air atau fluida sebagai penggerak utama turbin. Pada prototipe ini, turbin tipe H-*Darrieus* dipilih sebagai komponen utama Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut (PLTAL). Jenis turbin vertikal ini pertama kali dikembangkan oleh *Georges Darrieus* di Prancis dan memperoleh hak paten pada tahun 1927. (Effendi et al., 2019).



Gambar 2. 3 Turbin Tipe H-*Darrieus*

Sumber: Dokumen Pribadi

6. Pengertian Generator

Generator adalah perangkat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik melalui proses induksi elektromagnetik, berdasarkan Hukum Faraday (Hughes, 2010).

7. Generator DC

Generator DC merupakan jenis generator yang menghasilkan arus listrik searah (*direct current*). Prinsip kerjanya serupa dengan generator AC, namun terdapat perbedaan utama pada sistem keluarannya. Dalam generator DC, pembalik arus (komutator) berperan penting dalam memastikan arah arus yang dihasilkan tetap searah, meskipun kumparan berputar dan menghasilkan gaya gerak listrik yang berubah arah. Komutator ini bekerja dengan cara membuat ujung-ujung kumparan secara bergantian bersentuhan dengan sikat (*brush*), sehingga arus *positif* dan *negatif* dapat diarahkan secara terpisah ke jalur yang benar, menghasilkan aliran arus satu arah (Budiman dkk., 2012). Generator DC dapat digunakan dalam dua bentuk penempatan, yaitu secara tetap maupun bergerak. Contoh penempatan tetap adalah pada pengisian daya baterai, di mana generator DC digunakan sebagai sumber pengisian daya. Sementara itu, generator DC yang bersifat bergerak biasanya digunakan bersama beban dalam sistem pembangkit listrik arus bolak-balik (AC), di mana generator DC berfungsi sebagai sumber eksitasi (*exciter*) untuk menghasilkan medan magnet pada generator utama dalam pembangkit listrik tersebut.



Gambar 2. 4 Generator DC

Sumber : Dokumen Pribadi

Salah satu keunggulan teknis dari penggunaan generator DC adalah kemampuannya untuk beroperasi tanpa ketergantungan pada kestabilan frekuensi listrik. Meskipun demikian, karena keluaran listrik dari generator ini bersifat langsung dan tidak selalu konstan sesuai kebutuhan beban, maka diperlukan keberadaan baterai sebagai media penyimpanan daya listrik. Dengan adanya baterai, daya listrik yang dihasilkan dapat disimpan dan kemudian disalurkan sesuai kebutuhan, sehingga kinerja generator DC magnet permanen dapat dimanfaatkan secara maksimal dan efisien. Untuk memperoleh hasil analisis efisiensi perbandingan generator, perhitungan dapat dilakukan dengan persamaan berikut:

a. Daya Keluaran

$$P_{out} = V \times I \dots\dots\dots 2.1$$

Dimana :

P_{out} = Daya keluaran generator

V = Tegangan keluaran generator

I = Arus keluaran generator

b. Efisiensi Perbandingan

$$\eta \frac{P_{out G1}}{P_{out G2}} \times 100\% \dots\dots\dots 2.2$$

Dimana :

η = Efisiensi %

P_{out} = Daya keluaran generator

P_{out} = Daya keluaran generator

8. Pompa Air

Pompa air (*water pump*) adalah perangkat pendukung yang berfungsi untuk mengatur dan mengalirkan aliran air dengan kecepatan serta tekanan tertentu, sesuai dengan kebutuhan sistem. Alat ini bekerja dengan cara memberikan dorongan mekanis pada fluida agar dapat bergerak melalui saluran yang telah dirancang. Dalam konteks prototipe ini, pompa air akan dimanfaatkan untuk menciptakan aliran atau simulasi arus air yang menyerupai kondisi sebenarnya, sehingga sistem dapat diuji secara optimal sesuai dengan karakteristik kerja yang diharapkan. (A. Efendi, 2022)



Gambar 2. 5 *Water Pump*
Sumber : Dokumen Pribadi

9. Baterai/Akumulator

Baterai adalah perangkat penyimpanan energi listrik yang terdiri dari beberapa sel, tempat energi disimpan dan kemudian dikonversi menjadi daya listrik. Di dalam baterai atau akumulator terjadi proses elektrokimia yang bersifat reversibel, artinya dapat berlangsung dua arah dengan tingkat efisiensi yang tinggi. Proses elektrokimia reversibel ini mencakup siklus pengosongan dan pengisian, di mana energi kimia diubah menjadi energi listrik, dan sebaliknya, melalui regenerasi elektroda dengan aliran arus yang berlawanan arah di dalam sel. Baterai terbagi menjadi dua kategori utama, yaitu baterai primer dan sekunder. Mengingat arus laut tidak tersedia secara terus-menerus sepanjang hari, maka pasokan energi listrik menjadi tidak stabil. Oleh karena itu, baterai berfungsi untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan dari arus laut agar dapat digunakan secara lebih maksimal. Proses pengisian baterai dikendalikan oleh sistem pengatur pengisian (*charging controller*) yang menggunakan algoritma tertentu. (Padmika et al., 2017).



Gambar 2. 6 Baterai/Akumulator

Sumber : Dokumen Pribadi

10. Maksimum Power Point Tracker

Maksimum Power Point Tracker (MPPT) adalah suatu metode yang digunakan untuk mengoptimalkan daya keluaran berbagai pembangkit listrik. Pada pembangkit listrik tenaga arus laut ini menggunakan MPPT sebagai bantuan dalam mengoptimalkan daya keluaran dari generator DC dengan menggunakan konverter daya elektronik. (E. Riansyah, 2021)

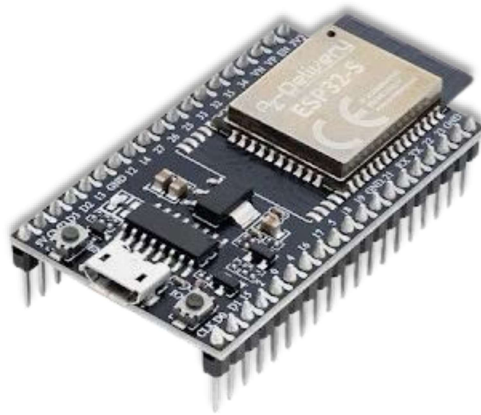


Gambar 2. 7 Solar Control MPPT 30A

Sumber : <https://tinyurl.com/3fevaa5y>

11. Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah modul mikrokontroler canggih yang dikembangkan oleh *Espressif Systems* sebagai versi penyempurnaan dari pendahulunya, yaitu ESP8266. Dibandingkan dengan versi sebelumnya, ESP32 memiliki sejumlah peningkatan signifikan. Modul ini menawarkan jumlah pin I/O (*input/output*) yang lebih banyak, baik untuk sinyal analog maupun digital, sehingga memungkinkan fleksibilitas yang lebih besar dalam pengembangan sistem tertanam. Selain itu, ESP32 sudah dibekali dengan fitur konektivitas nirkabel ganda, yakni *Wi-Fi* dan *Bluetooth*, yang terintegrasi langsung di dalam *chip*-nya. Fitur ini menjadikan ESP32 sangat ideal untuk pengembangan perangkat berbasis *Internet of Things* (IoT), di mana komunikasi antar perangkat secara daring menjadi kebutuhan utama. (Suriana et al., 2021).



Gambar 2. 8 Mikrokontroler ESP32

Sumber : <https://tinyurl.com/29wkp6pp>

12. *Voltage* Sensor

Sensor tegangan adalah perangkat yang berfungsi untuk mengukur dan mendeteksi tegangan listrik searah (DC) dalam rangkaian listrik. Sensor ini biasanya digunakan untuk memantau, menghitung, dan menentukan pasokan tegangan DC dalam berbagai aplikasi, seperti deteksi kegagalan daya, kontrol permintaan daya, dan penginderaan beban. (Tarmin Abdulghani, 2024)



Gambar 2. 9 *Voltage* Sensor

Sumber : <https://tinyurl.com/5n89wpfz>

13. *Current* Sensor ACS712-30A

Sensor arus adalah salah satu perangkat penting dalam mengukur arus dan memantau aliran energi dalam baterai atau sirkuit listrik. Sensor ini umumnya bekerja dengan menghasilkan medan magnet yang sebanding dengan arus yang mengalir. Medan magnet ini kemudian dideteksi oleh sensor magnet, dan hasil deteksi ini digunakan untuk menentukan nilai arus yang diukur. (Derek Gutheil, 2024)

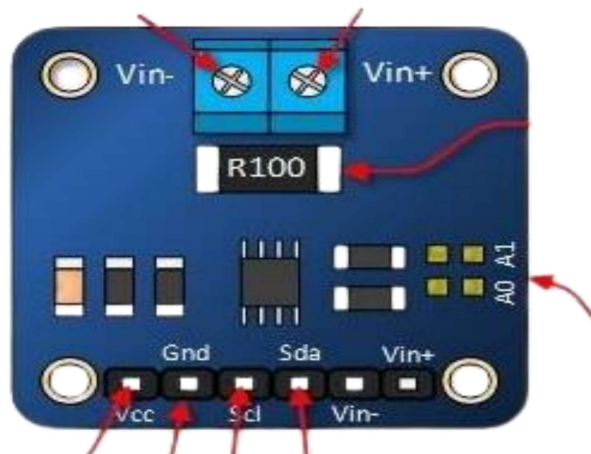


Gambar 2. 10 *Current* Sensor ACS712-30A

Sumber : <https://tinyurl.com/33a9rpkj>

14. Modul Sensor INA219

Sensor INA219 merupakan produk adafruit *industries* yang bertujuan untuk memonitoring arus digital. Sensor INA219 memiliki teknologi antarmuka dengan I2C dan *system management bus* (SMBUS). Modul ini memiliki kemampuan mengukur arus hingga 3.2A dan tegangan 26VDC dengan hanya menggunakan VCC 5V atau 3V. Cara kerja sensor ini adalah dengan membaca arus yang melewati kabel tembaga yang menghasilkan medan magnet dan kemudian diproses oleh IC dan diubah menjadi tegangan. (Erani Wicaksani, Lela Nurpulaela, 2023).



Gambar 2. 11 Modul Sensor INA219

Sumber : <https://tinyurl.com/3eenzxm>

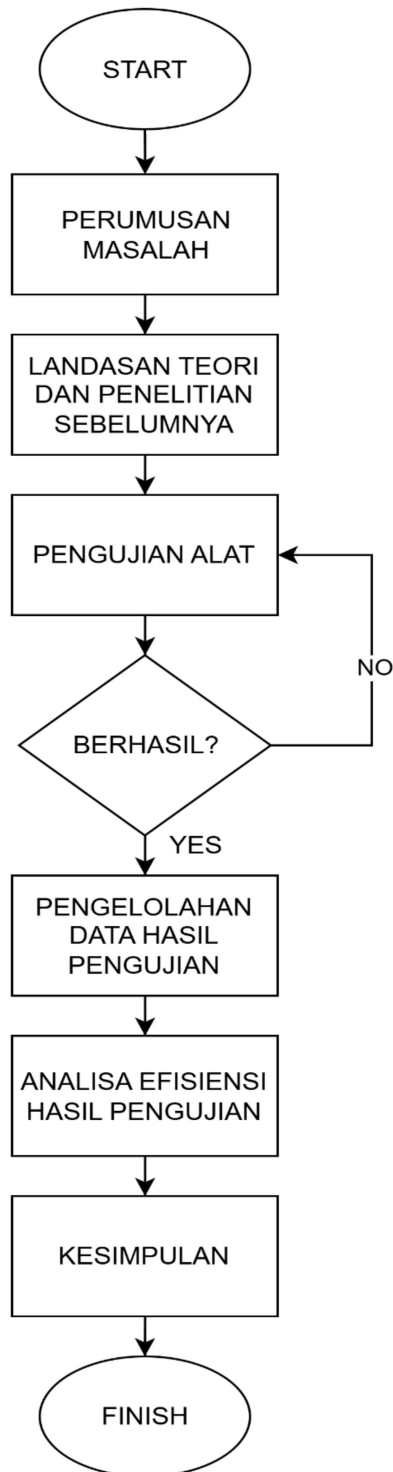
15. Akuarium Akrilik

Akuarium ini adalah wadah yang terbuat dari bahan akrilik, yaitu sejenis plastik transparan, yang dimana akan digunakan sebagai tempat untuk mensimulasikan gelombang arus air, agar prototipe rancang bangun pembangkit listrik tenaga arus laut ini dapat diaplikasikan. (Aquair , 2023)



Gambar 2. 12 Akuarium Akrilik

Sumber : <https://tinyurl.com/2up93pha>

C. Kerangka Pikir

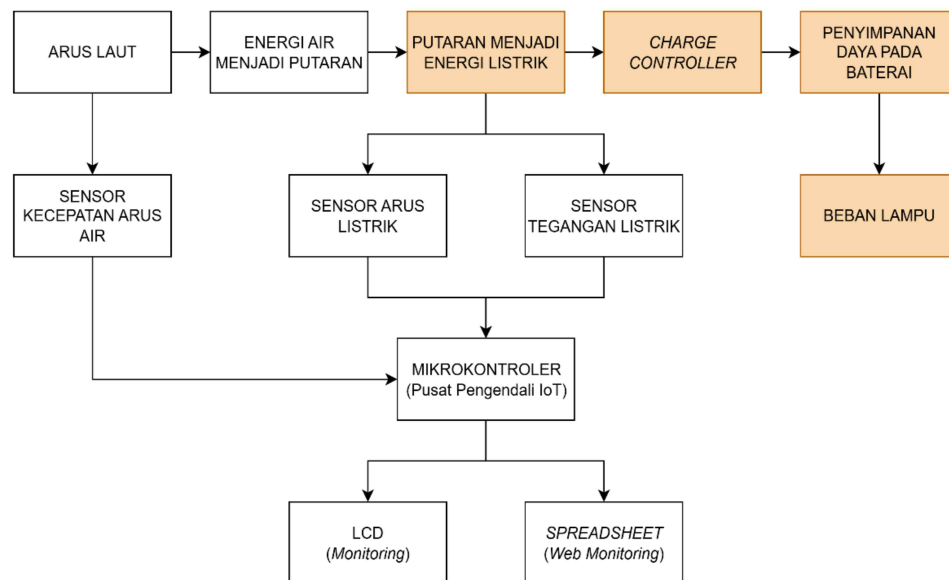
Gambar 2. 13 Kerangka Pikir
Sumber : Dokumen Pribadi

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Perancangan Sistem

Perancangan sistem dalam penelitian ini meliputi proses perencanaan teknis secara menyeluruh yang mencakup aspek perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang saling terintegrasi dalam satu kesatuan sistem. Pertama, terdapat perancangan *hardware* seperti turbin *Darrieus*, generator DC, *water pump*, sensor kecepatan arus air, sensor tegangan, sensor arus, ESP32, LCD, *Charge Controller*, baterai, beban, dan perancangan *software* berupa *google spreadsheet*, dirancang agar dapat saling terhubung secara terstruktur dalam sistem yang terintegrasi. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai hubungan antar komponen tersebut, berikut disajikan blok diagram dari sistem yang telah dirancang:



Gambar 3. 1 Blok Diagram Perancangan Sistem

Sumber : Dokumen Pribadi

Tabel 3. 1 Keterangan Perancangan Sistem
Sumber : Dokumen Pribadi

No.	KOMPONEN	KETERANGAN
1	Arus Air	Merupakan sumber energi mekanik awal dalam sistem, yang dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin sebagai penghasil putaran mekanis.
2	Energi Air Menjadi Putaran	Proses di mana energi kinetik dari aliran air diubah menjadi gerakan rotasi oleh turbin <i>Darrieus</i> untuk memutar poros generator.
3	Putaran Menjadi Energi Listrik	Perubahan energi mekanik dari putaran menjadi energi listrik dilakukan oleh generator melalui prinsip induksi elektromagnetik.
4	<i>Charge Controller</i>	Sistem yang mengatur daya dari generator DC dan masuk ke baterai.
5	Penyimpanan daya pada baterai	Energi listrik yang telah dioptimalkan disimpan ke dalam baterai.
6	Beban Lampu	Untuk menyalurkan energi yang telah dihasilkan.
7	Sensor Kecepatan Arus Air	Sensor ini mengukur laju aliran air yang menggerakkan turbin.
8	Sensor Arus Listrik	Digunakan untuk mendeteksi dan mengukur besar arus listrik (A) yang dihasilkan oleh generator atau digunakan oleh beban.
9	Sensor Tegangan Listrik	Berfungsi untuk mengukur tegangan (V) pada sistem, baik dari sisi input maupun output, untuk pemantauan kinerja sistem secara menyeluruh.
10	Mikrokontroler (Pusat Pengendali IoT)	Unit pusat pengendali sistem berbasis Internet of Things (IoT) yang menerima <i>input</i> dari sensor, memproses data, dan mengirim ke media pemantauan.
11	LCD (Monitoring)	Perangkat tampilan lokal yang digunakan untuk menampilkan data sensor secara <i>real-time</i> , seperti arus, tegangan, dan kecepatan aliran air.
12	Spreadsheet (Web Monitoring)	<i>Platform</i> monitoring berbasis internet yang menampilkan data hasil pemantauan secara daring (<i>online</i>), memungkinkan pengawasan jarak jauh.

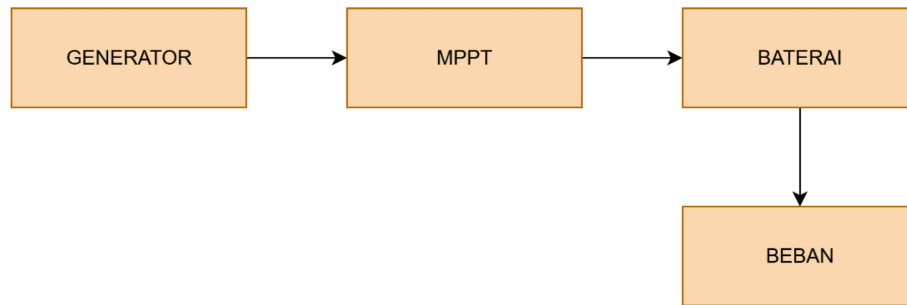
Pada gambar 3.1 diatas menjelaskan bahwa, tujuan dari perancangan ini adalah untuk menghasilkan sistem yang mampu mengonversi energi kinetik dari arus air menjadi energi listrik secara optimal, efisien, dan berkelanjutan. Sistem ini dirancang dengan mengacu pada prinsip konversi energi air menjadi

putaran dan putaran menjadi energi listrik. Kemudian energi listrik yang dihasilkan akan disalurkan ke sistem pengatur daya, yaitu *charge controller*, yang berfungsi untuk menyesuaikan tegangan dan arus agar sesuai dengan titik daya maksimum yang dapat dimanfaatkan. *Output* dari *charge controller* akan diarahkan menuju baterai sebagai media penyimpanan energi, yang selanjutnya akan disuplai ke beban berupa lampu. Perancangan ini juga mempertimbangkan aspek kendali dan monitoring, yaitu dengan menerapkan mikrokontroler ESP32 yang terhubung ke sensor arus listrik dan sensor tegangan listrik, serta tampilan *output* melalui LCD I2C pada *control box* dan *google spreadsheet* sebagai web monitoring.

B. Model Perancangan Alat

Perancangan alat pada penelitian ini bertujuan untuk merealisasikan konsep sistem yang telah dirancang sebelumnya ke dalam bentuk fisik atau prototipe yang konkret. Tahapan ini merupakan langkah lanjutan yang sangat penting dalam proses pengembangan, karena memungkinkan sistem yang telah dirumuskan secara teoritis dapat diwujudkan dalam bentuk nyata sehingga dapat dilakukan pengujian secara langsung. Melalui proses perancangan alat ini, setiap komponen disusun, dirakit, dan dikonfigurasi sedemikian rupa agar dapat berfungsi sesuai dengan masing-masing komponen dalam keseluruhan sistem. Berikut ditampilkan blok diagram dari perancangan alat yang telah dikembangkan:

1. Blok Diagram



Gambar 3. 2 Blok Diagram Perancangan Alat
Sumber : Dokumen Pribadi

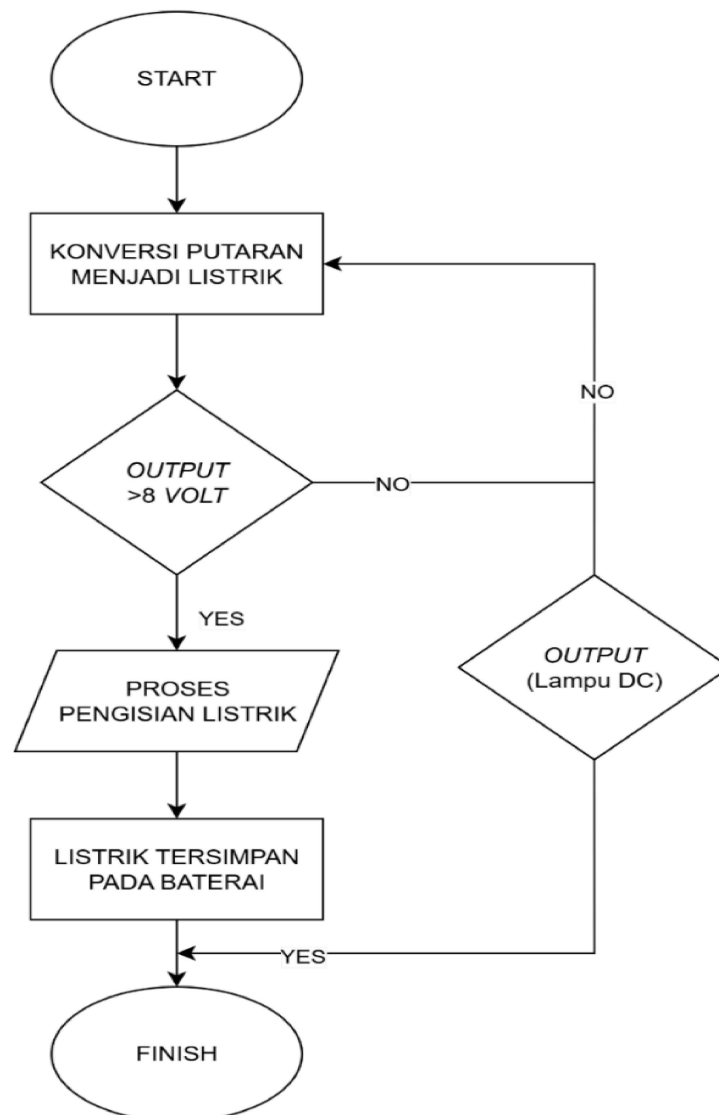
Pada gambar 3.2 di atas menggambarkan secara rinci rancangan sistem yang difokuskan pada integrasi komponen perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini. Peneliti secara khusus membahas terkait komponen-komponen utama pada bagian perangkat keras (*hardware*) yang terdiri dari generator DC, MPPT, baterai dan beban. Untuk penjelasan lebih lanjut mengenai fungsi spesifik dari masing-masing komponen yang terlibat dalam sistem dapat dilihat pada uraian berikut ini:

- a. Generator DC digunakan sebagai alat konversi dari energi mekanik menjadi energi listrik searah (DC).
- b. MPPT adalah komponen yang mengatur proses pengisian baterai agar selalu berada pada titik daya maksimum. MPPT menyesuaikan tegangan *input* dari generator dengan kebutuhan pengisian baterai, sehingga meningkatkan efisiensi transfer energi listrik dan memperpanjang umur baterai.
- c. Baterai berfungsi sebagai wadah penyimpanan listrik yang dihasilkan oleh generator DC. Energi yang tersimpan dapat digunakan untuk beban atau kebutuhan sistem lainnya.

- d. Beban berupa lampu DC yang digunakan untuk menguji kemampuan sistem dalam menyalurkan dan memanfaatkan energi yang dihasilkan oleh prototipe ini.

2. Flowchart

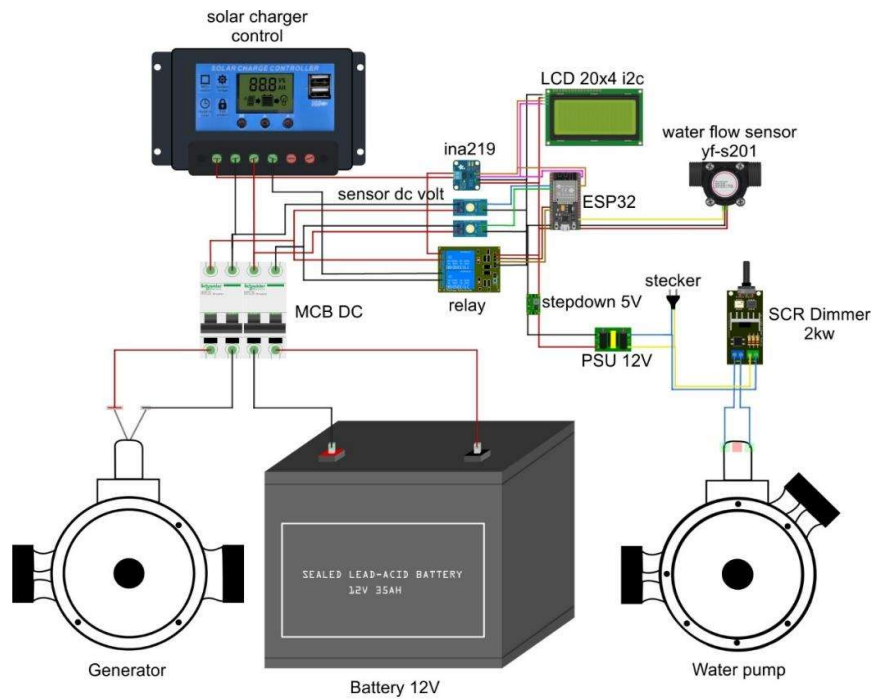
Adapun peneliti menyajikan diagram alir (*flowchart*) proses operasional alat sebagai representasi visual dari urutan tahapan sistem kerja:



Gambar 3. 3 Flowchart Alur Kerja Alat

Sumber: Dokumen Pribadi

3. Wiring Diagram



Gambar 3. 4 *Wiring Diagram*

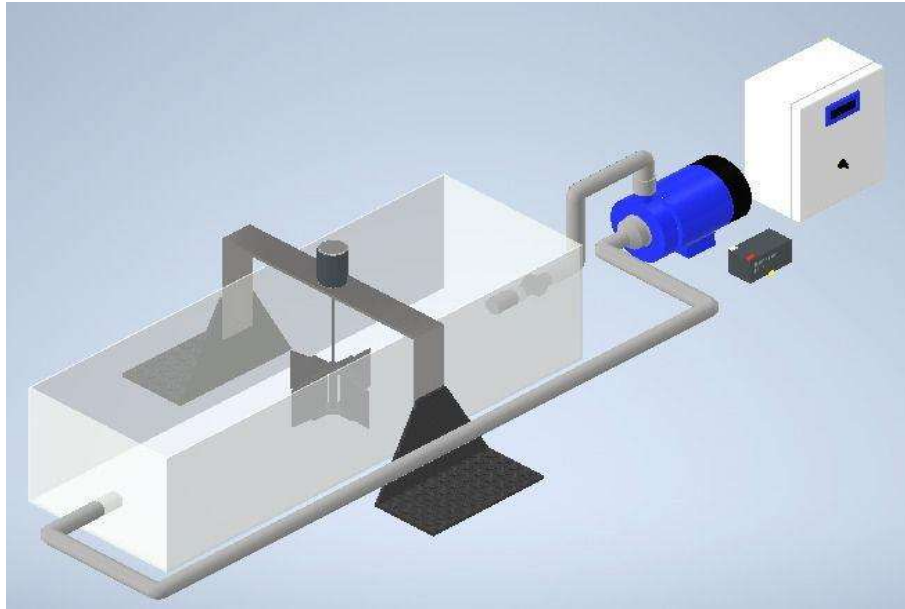
Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 3. 2 *Komponen Pin Penghubung Wiring Diagram*

Sumber: Dokumen Pribadi

No	Komponen	Pin pada Komponen	Pin pada ESP32	Keterangan
1	Generator DC	Output (+), (-)	-	Listrik yang dihasilkan; disalurkan ke MCB DC.
2	Solar Charge Controller	Panel Input, Batt Out, Load Out	-	Mengatur pengisian baterai dari generator; menyuplai ke MCB dan beban.
3	Baterai 12V	(+), (-)	-	Menyimpan energi listrik dari generator dan SCC.
4	MCB DC	Input: Generator / SCC Output: Beban	-	Proteksi sirkuit arus searah (DC).
7	Sensor INA219	VCC GND SDA SCL	3.3V GND GPIO21 GPIO22	Mengukur tegangan dan arus dari baterai menuju beban.
8	LCD I2C 20x4	VCC GND SDA SCL	5V GND GPIO21 GPIO22	Menampilkan tegangan, arus, daya, dan data <i>flow</i> sensor secara <i>real-time</i> .

4. Desain Alat 3D



Gambar 3. 5 Desain Alat 3D

Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 3.5 menunjukkan bahwa seluruh perangkat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dirancang secara khusus berdasarkan diagram blok yang terdapat pada gambar 3.2. Diagram blok tersebut memberikan representasi yang sistematis mengenai hubungan antar komponen serta interaksi sinergis yang terjadi guna mencapai tujuan penelitian. Oleh karena itu, rencana disusun sesuai dengan tujuan yang diharapkan, dan komponen yang dirancang dalam penelitian ini memerlukan pengujian berkala untuk memastikan akurasi pengukuran dari semua sensor yang digunakan.

Tabel 3. 3 Keterangan Desain Alat

Sumber: Dokumen Pribadi

No.	Komponen	Spesifikasi Teknis
1	Akrilik	Panjang: 150 cm, Lebar: 50 cm, Tinggi: 50 cm, Tebal: 3 mm
2	Pipa	Diameter: 2 inci

No.	Komponen	Spesifikasi Teknis
3	<i>Mounting</i>	Tebal Plat: 3 mm, Tinggi: 30 cm, Lebar: 21 cm
4	<i>Panel Box</i>	Tinggi: 50 cm, Lebar: 40 cm
5	Pompa Air	Pompa AC, Tegangan Operasional: 220 Volt
6	<i>Shaft</i> Turbin	Diameter: 6 mm
7	Baterai	Baterai DC 12 Volt

C. Rencana Pengujian Alat

1. Waktu Dan Tempat Pengujian

Penelitian dilakukan oleh peneliti diluar jam kuliah agar tidak mengganggu jalannya perkuliahan dan tidak mengganggu jalannya penelitian. Untuk tempatnya sendiri peneliti menggunakan bengkel dan fasilitas yang ada di Politeknik Pelayaran Surabaya

2. Rencana Pengujian

Rencana pengujian dilakukan untuk mengetahui data yang dihasilkan. Pengujian dilakukan secara bertahap, sebagai berikut:

a. Pengujian Statis

Uji statis Pengujian dilakukan dengan menguji setiap komponen alat berdasarkan karakteristik dan fungsi mereka masing-masing. Tujuannya adalah untuk menentukan apakah setiap komponen alat dapat beroperasi secara optimal dan memenuhi fungsinya dengan baik.

b. Pengujian Dinamis

Uji dinamis dilakukan dengan merangkai seluruh komponen sistem sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.5. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja dan efisiensi alat yang dikembangkan dan mencatat hasil pengukuran dalam tabel. Uji coba akan dilakukan sebanyak 30 kali, untuk memastikan akurasi alat tersebut dan mengetahui

seberapa efisien daya generator yang dihasilkan. Seluruh hasil pengujian digunakan sebagai dasar evaluasi terhadap efektivitas sistem, serta sebagai landasan dalam menyusun kesimpulan dan rekomendasi pengembangan lebih lanjut.