



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



HALAMAN

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK
TERAPUNG HYBRID SURYA-PIKOHIDRO MEMANFAATKAN
TURBIN TORNADO SAVONIUS BERBEBAN AC**

TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Alvien Savero Arianto

2303311067

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**RANCANG BANGUN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK
TERAPUNG HYBRID SURYA-PIKOHIDRO
MEMANFAATKAN TURBIN TORNADO SAVONIUS
BERBEBAN AC**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Diploma Tiga

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Alvien Savero

2303311067

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Alvien Savero Arianto

NIM : 2303311067

Tanda Tangan : 

Tanggal : 22 Juni 2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama : Alvien Savero Arianto

NIM : 230331 1067

Program Studi : Teknik Listrik

Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Pembangkit
Listrik Terapung Hybrid Surya–Pikohidro
Memanfaatkan Turbin Tomato Savonius Berbeban AC

Telah diuji oleh tim penguji dalam siding Tugas Akhir pada 22 Juni 2026
dan dinyatakan LULUS.

Pembimbing I : Arum Kusuma Wardhany, S.T., M.T.
NIP: 199107132020122013

Pembimbing II : Ir. Danang Widjajanto, S.T., M.T.
NIP: 196609012000121001

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Depok, 22 Juli 2026

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Muric Dwiyaniti, S.T., M.T.

NIP.197803312003122002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Tiga Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta. Tuliskan secara singkat isi tugas akhir. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Arum Kusuma Wardhany, S.T., M.T. dan bapak Ir. Danang Widjajanto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini;
2. Bapak Denny dan Ibu Yulianti selaku kedua orang tua saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
3. Teman satu tim tugas akhir, serta seluruh teman Kelas Teknik Listrik C 2023, yang telah berjuang bersama dalam menyelesaikan tugas akhir ini;
4. Diri saya sendiri yang telah berjuang dan tidak menyerah untuk menuntaskan apa yang telah dimulai.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, Juni 2026

Penulis

Alvien Savero Arianto



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Abstrak

Penelitian ini berfokus pada rancang bangun sistem pembangkit listrik terapung *hybrid* yang mengintegrasikan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPH) berbeban AC. Proyek ini merupakan upaya optimasi desain dengan mengubah orientasi mekanis dari sistem sebelumnya, yakni memodifikasi kemiringan panel surya menjadi 15° serta mengganti turbin jenis *propeller* menjadi turbin Tornado Savonius yang dirancang khusus untuk merespons kondisi aliran air rendah (0,1 m/s). Sebagai langkah validasi sebelum fabrikasi fisik, geometri turbin Tornado Savonius disimulasikan secara digital menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD) pada perangkat lunak ANSYS Fluent. Simulasi dilakukan secara *transient* dengan fitur *solver Moving Mesh* untuk menganalisis hidrodinamika, distribusi tekanan, dan kecepatan putar (RPM) turbin. Hasil simulasi CFD menunjukkan model yang valid pada kecepatan rendah dengan nilai deviasi RPM terhadap data eksperimental fisik hanya sebesar 4.486% pada kecepatan aliran 0.108 m/s. Komponen kelistrikan dikonfigurasi dalam jaringan *off-grid* menggunakan baterai SLA 12V 25Ah sebagai penyimpanan bersama (*shared storage*) dan inverter 500W untuk melayani 6 unit lampu beban AC. Melalui pengujian beban nyata, sistem rancang bangun ini berhasil menyuplai daya aktual sebesar 144 W selama 33 menit. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa integrasi simulasi CFD dalam tahap rancang bangun mampu meminimalkan risiko kegagalan desain geometri dan menghasilkan prototipe sistem pembangkit *hybrid* terapung yang fungsional serta tervalidasi secara akurat.

Kata Kunci: *Computational Fluid Dynamics* (CFD); Energi Terbarukan; Rancang Bangun; Sistem *Hybrid* Terapung; Turbin Tornado Savonius.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Abstrak

This research focuses on the design and construction of a floating hybrid power generation system that integrates a Solar Power Plant (PLTS) and a Picohydro Power Plant (PLTPh) with an AC load. This project is a design optimization effort by altering the mechanical orientation of the previous system, namely modifying the solar panel tilt to 15° and replacing the propeller turbine with a Tornado Savonius turbine specifically designed to respond to low water flow conditions (0.1 m/s). As a validation step prior to physical fabrication, the Tornado Savonius turbine geometry was digitally simulated using the Computational Fluid Dynamics (CFD) method in ANSYS Fluent software. The simulation was conducted transiently with the Moving Mesh solver feature to analyze the hydrodynamics, pressure distribution, and rotational speed (RPM) of the turbine. The CFD simulation results show a valid model at low speeds with an RPM deviation value against physical experimental data of only 4.486% at a flow velocity of 0.108 m/s. The electrical components are configured in an off-grid network using a 12V 25Ah SLA battery as shared storage and a 500W inverter to serve 6 units of AC load lamps. Through real-load testing, this designed system successfully supplied an actual power of 144 W for 33 minutes. The results of this study prove that the integration of CFD simulation in the design stage is able to minimize the risk of geometric design failure and produce a functional and accurately validated prototype of a floating hybrid power plant system.

Keywords: Computational Fluid Dynamics (CFD); Design and Construction; Floating Hybrid System; Renewable Energy; Tornado Savonius Turbine;



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN SAMPUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR	v
Abstrak	vi
<i>Abstrak</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Luaran.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tinjauan Sistem PLT Pikohidro dan Hybrid.....	4
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro.....	5
2.2.1 Turbin Air	6
2.2.2 Prinsip Kerja Turbin Air.....	6
2.2.3 Pemilihan Jenis Turbin	6
2.2.4 Generator	7
2.2.5 Sistem Pengukuran dan Parameter Kinerja Pikohidro.....	8
2.3 <i>Computational Fluid Dynamics</i> (CFD) dan Software ANSYS Fluent	10
2.3.1 Karakteristik Torsi dan Kecepatan Putar (RPM) Turbin Hidrokinetik.....	10
2.3.2 Korelasi Gaya Hambat (Drag Force) terhadap Kecepatan Putar Turbin	12
2.3.3 Karakteristik Kecepatan Arus Air terhadap Tegangan Terbuka Generator	12
2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	13



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.5 Baterai	15
2.6 Solar Charge Controller (SCC)	17
2.7 Penghantar	19
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI	20
3.1 Rancang Bangun Alat.....	20
3.1.1 Perancangan Alat	20
3.1.2 Spesifikasi Alat	21
3.1.3 Deskripsi Alat	23
3.1.4 Cara Kerja Alat	27
3.1.5 Diagram Blok.....	28
3.2 Simulasi CFD Turbin Tornado Savonius	29
3.2.1 Persiapan Geometri dan Diskritisasi (<i>Meshing</i>)	29
3.2.2 Pengaturan Simulasi ANSYS Fluent	31
3.3 Realisasi Alat.....	32
3.3.1 Realisasi Sistem Mekanik	32
3.3.2 Prosedur Pengukuran Sistem	33
3.4 Realisasi Sistem Kelistrikan	34
BAB IV PEMBAHASAN.....	35
4.1 Pengujian Generator PMDC Pikohidro Secara Eksperimental	35
4.1.1 Deskripsi Pengujian	35
4.1.2 Prosedur Pengujian	35
4.1.3 Data Hasil Pengujian	35
4.1.4 Analisis Data/Evaluasi.....	36
4.2 Analisis Karakteristik Turbin Melalui Simulasi CFD ANSYS Fluent.....	37
4.2.1 Deskripsi Pengujian	37
4.2.2 Prosedur Pengujian	37
4.2.3 Data Hasil Pengujian	38
4.2.4 Analisis Data/Evaluasi.....	41
4.3 Perbandingan dan Korelasi Hasil Simulasi vs Data Eksperimental	42
4.3.1 Deskripsi Pengujian	42
4.3.2 Prosedur Pengujian	43



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.3.3 Data Hasil Pengujian	43
4.3.4 Analisis Data/Evaluasi.....	45
4.4 Pengujian Komponen Kelistrikan Sistem Hybrid dan Pembebanan AC.....	46
4.4.1 Deskripsi Pengujian	46
4.4.2 Prosedur Pengujian	47
4.4.3 Data Hasil Pengujian	47
4.4.4 Analisis Data/Evaluasi.....	48
BAB V PENUTUP.....	50
5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	52
Daftar Riwayat Hidup Penulis	55
LAMPIRAN.....	x



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Baterai SLA.....	ii
Gambar 2.2 Solar Charge Controller	17
Gambar 2.3 Penghantar NYAF	18
Gambar 3.1 Lokasi Pembuatan dan Perakitan Sistem di Kel. Tanah Baru, Kec Beji, Kota Depok	20
Gambar 3.2 Lokasi Pengujian 1 di Kel. Tirtajaya, Kec. Sukmajaya, Kota Depok	20
Gambar 3.3 Konstruksi Sistem Pembangkit Listrik Terapung Hybrid	23
Gambar 3.4 Konstruksi Turbin Tornado Savonius	23
Gambar 3.5 Diagram Sistem Hybrid.....	24
Gambar 3.6 Layout Panel.....	24
Gambar 3.7 Layout Wiring Rangkaian Sistem	25
Gambar 3.8 Topologi Jaringan pada Sistem Monitoring.....	27
Gambar 3.9 Diagram Blok Sistem	27
Gambar 3.10 Model Geometri Turbin Tornado Savonius	29
Gambar 3.11 Hasil Meshing Domain Fluida Pada ANSYS Meshing	29
Gambar 3.12 Pengaturan Boundary Condition pada ANSYS Fluent	30
Gambar 3.13 Realisasi Sistem Mekanik	32
Gambar 3.14 Metode Pengukuran Manual pada Debit Air.....	32
Gambar 4.1 Hasil Simulasi 0.108 m/s.....	38
Gambar 4.2 Hasil Simulasi 0.132 m/s.....	39
Gambar 4.3 Hasil Simulasi 0.190 m/s.....	41
Gambar 4.4 Pebandingan Kecepatan Putar Rata-rata	46
Gambar 4.5 Pebandingan Tegangan Rata-rata.....	47



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria Pemilihan Turbin	6
Tabel 3.1 Spesifikasi Komponen	21
Tabel 3.2 Parameter Kondisi Batas Simulasi ANSYS Fluent.....	30
Tabel 4.1 Data hasil pengujian pikohidro	35
gambar Perbandingan RPM Simulasi dengan RPM Nyata	42
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Sebelumnya dengan Pengujian Peningkatan Sistem	44
Tabel 4.4 Data Pengujian PLTS.....	48
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Beban.....	49



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki iklim tropis dengan dua musim, yaitu musim kemarau dan musim hujan. Kondisi ini dipengaruhi oleh posisi geografis Indonesia yang terletak di antara dua samudra, yaitu Samudra Pasifik dan Samudra Hindia (Aldrian et al., 2011). Karakteristik iklim tersebut menjadikan Indonesia memiliki potensi besar dalam pemanfaatan energi terbarukan, khususnya energi surya dan energi air.

Kebutuhan energi listrik terus meningkat seiring pertumbuhan aktivitas masyarakat. Salah satu infrastruktur penting yang membutuhkan pasokan listrik adalah penerangan jalan umum (PJU). Pasal 6 ayat (2) menekankan bahwa penyediaan alat penerangan jalan dapat menggunakan energi terbarukan sebagai bentuk efisiensi energi dan keberlanjutan lingkungan (Dzulrifli et al., 2023). Kondisi ini mendorong pengembangan sistem pembangkit listrik berbasis energi terbarukan sebagai alternatif pasokan listrik, khususnya di daerah yang belum terjangkau jaringan listrik nasional.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah sistem pembangkit listrik hybrid, yaitu integrasi dua atau lebih sumber energi terbarukan secara simultan untuk meningkatkan keandalan dan kontinuitas suplai energi (Kumar & Saini, 2014). Kombinasi energi surya dan energi air dinilai sesuai dengan kondisi iklim Indonesia yang memiliki dua musim. Berdasarkan data Kementerian ESDM, potensi energi surya nasional mencapai sekitar 207,8 GWp, namun baru dimanfaatkan kurang dari 1% (Suharyati et al., 2019). Potensi energi air di Indonesia juga mencapai 75,67 GW, namun baru sekitar 4,2 GW yang dimanfaatkan secara optimal (Suparman et al., 2018). Kedua potensi ini menunjukkan peluang besar yang belum dimanfaatkan secara maksimal.

Pada sistem ini, komponen pembangkit tenaga air yang digunakan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPh) dengan kapasitas daya kurang dari 5 kW. PLTPh memanfaatkan energi kinetik aliran air permukaan sungai atau saluran irigasi dengan head yang sangat rendah, sehingga cocok diterapkan sebagai sumber energi alternatif berskala kecil (Syahputra et al., 2017). Jenis turbin yang digunakan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

adalah turbin Tornado Savonius, yaitu turbin hidrokinetik sumbu vertikal yang bekerja berdasarkan prinsip gaya hambat. Turbin ini dirancang untuk merespons kecepatan arus air rendah mulai dari 0,1 m/s dan bekerja optimal pada kondisi head kurang dari 1 meter (Antomo et al., 2020).

Sebelum merealisasikan prototipe fisik, perancangan geometri turbin Tornado Savonius perlu divalidasi terlebih dahulu melalui simulasi komputasional. Simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD) menggunakan perangkat lunak ANSYS Fluent digunakan untuk menganalisis karakteristik aliran fluida, distribusi tekanan, dan torsi yang dihasilkan turbin secara virtual. Pendekatan ini memungkinkan optimasi desain turbin sebelum proses fabrikasi fisik dilakukan, sehingga meminimalkan risiko kegagalan rancangan dan menghemat biaya produksi (Jain, 2023).

Penelitian sebelumnya yang berjudul "Hybrid Pembangkit Listrik Tenaga Surya Terapung dan Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro Berbasis IoT" telah menghasilkan sistem hybrid dengan daya maksimal 74,9 Watt pada kombinasi panel surya dan generator air (Fahrurozi et al., 2025). Namun, sistem tersebut belum mampu melayani beban AC secara langsung dan belum mengintegrasikan simulasi CFD dalam proses perancangan turbin. Berdasarkan hal tersebut, Tugas Akhir ini merancang dan merealisasikan sistem pembangkit listrik terapung hybrid surya–pikohidro dengan turbin Tornado Savonius yang mampu melayani beban AC, didukung simulasi CFD ANSYS Fluent sebagai validasi desain turbin, serta sistem monitoring berbasis IoT untuk pemantauan parameter listrik, RPM, dan kualitas air secara real-time.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dalam proposal Tugas Akhir ini, meliputi:

1. Bagaimana merancang dan merealisasikan prototipe sistem pembangkit listrik terapung hybrid surya–pikohidro dengan turbin Tornado Savonius yang mampu melayani beban AC?
2. Bagaimana merancang sistem mekanikal turbin Tornado Savonius yang sesuai dengan karakteristik aliran air rendah pada lokasi implementasi?



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Bagaimanakah hasil simulasi CFD menggunakan ANSYS Fluent terhadap karakteristik aliran fluida, distribusi tekanan, dan torsi yang dihasilkan oleh turbin Tornado Savonius?
4. Bagaimanakah korelasi antara hasil simulasi ANSYS Fluent dengan data pengujian eksperimental pada prototipe turbin Tornado Savonius yang telah direalisasikan?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dalam proposal Tugas Akhir ini, meliputi:

1. Merancang dan merealisasikan prototipe sistem pembangkit listrik terapung hybrid surya–pikohidro dengan turbin Tornado Savonius yang mampu melayani beban AC.
2. Merancang sistem mekanikal turbin Tornado Savonius yang sesuai dengan karakteristik aliran air rendah pada lokasi implementasi.
3. Mensimulasikan karakteristik aliran fluida dan performa turbin Tornado Savonius menggunakan perangkat lunak CFD ANSYS Fluent sebagai validasi desain sebelum realisasi prototipe.
4. Membandingkan hasil simulasi CFD dengan data pengujian eksperimental sebagai validasi akurasi desain turbin.

1.4 Luaran

Adapun luaran yang dihasilkan, meliputi:

1. Prototipe fisik sistem pembangkit listrik terapung hybrid surya–pikohidro dengan turbin Tornado Savonius berbeban AC yang telah direalisasikan dan diuji.
2. Jurnal Optimasi Pembangkit Hibrida Surya-Pikohidro Terapung Menggunakan Turbin Tornado Savonius



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, simulasi, realisasi, dan pengujian sistem pembangkit listrik terapung hybrid surya-pikohidro, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Prototipe sistem pembangkit terapung hybrid berhasil dirancang dan direalisasikan dengan mengintegrasikan panel surya, turbin Tornado Savonius, baterai 12V 25Ah, dan inverter 500W sebagai sumber daya beban AC.
2. Sisi pikohidro belum mampu mengisi baterai karena tegangan keluaran generator PMDC berkisar antara 0,51 V hingga 1,23 V, di bawah cut-in voltage buck converter. Kondisi ini disebabkan kecepatan aliran air di lokasi pengujian terlalu rendah.
3. Simulasi CFD ANSYS Fluent menghasilkan distribusi tekanan statik dan nilai RPM turbin pada tiga variasi kecepatan inlet. Pada kecepatan 0.108 m/s, deviasi RPM simulasi terhadap data eksperimental hanya 4.486%, yang menunjukkan model simulasi valid pada kecepatan rendah.
4. Hasil simulasi CFD menggunakan ANSYS Fluent terbukti valid dengan tren kenaikan RPM yang searah dengan data eksperimen lapangan, di mana deviasi terkecil sebesar 4,486% diperoleh pada kecepatan aliran rendah (0,108 m/s). Namun, pada kecepatan aliran tinggi, nilai *error* membesar (hingga 20,3% pada 0,190 m/s) karena adanya faktor rugi-rugi mekanis riil di lapangan serta keterbatasan resolusi grid akibat batasan jumlah *meshing* maksimal 1 juta elemen pada lisensi *ANSYS Student*.

5.2 Saran

Saran yang dapat saya berikan untuk hasil yang lebih baik terhadap sistem pembangkit listrik terapung hybrid surya-pikohidro memanfaatkan turbin tornado savonius dengan beban AC, sebagai berikut



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Gunakan lisensi ANSYS Fluent penuh pada penelitian selanjutnya agar resolusi mesh dapat diperhalus sehingga akurasi simulasi pada kecepatan tinggi meningkat.
2. Disarankan survei dan pemilihan lokasi pengujian dengan kecepatan aliran air yang lebih tinggi dan stabil perlu dilakukan agar performa sisi pikohidro dapat dievaluasi pada kondisi operasi yang lebih representatif
3. Gunakan baterai berkapasitas lebih besar atau tambahkan panel surya untuk memperpanjang waktu operasi beban AC.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian, E., Karmini, M., & Budiman. (2011). Adaptasi dan mitigasi perubahan iklim di Indonesia. Pusat Perubahan Iklim dan Kualitas Udara BMKG.
- Bandri, A., Ibrahim, M., & Yuliana, E. (2021). Pembangkit listrik tenaga pikohidro sebagai solusi energi terbarukan skala kecil. Andalas University Press.
- Demeianto, R., Putra, A., & Suryadi, D. (2021). Penentuan luas penampang penghantar berdasarkan kuat hantar arus sesuai PUIL. Jurnal Kelistrikan Indonesia, 14(3), 101-108.
- Dzulkifli, M., Aullia, V., & Abdurrahim. (2023). Perencanaan instalasi penerangan jalan umum (PJU) Jalan Tani Subur Kecamatan Loa Janan Ilir Samarinda. PoliGrid, 4(2).
- Fahrurozi, M., Pratama, R., & Kurniawan, A. (2025). Hybrid pembangkit listrik tenaga surya terapung dan pembangkit listrik tenaga pikohidro berbasis IoT. Jurnal Teknik Elektro, 17(1), 1-10.
- Fleisinger, M., Vesenjak, M., & Hriberšek, M. (2014). Flow driven analysis of a Darrieus water turbine. Strojniški Vestnik - Journal of Mechanical Engineering, 60(12), 769-776.
- Hibbeler, R. C. (2022). Fluid mechanics in SI units. Pearson.
- Ibrahim, M., Bandri, A., & Yuliana, E. (2020). Classification and development of small hydropower systems. Journal of Renewable Energy Engineering, 8(2), 45-53.
- Jain, P. (2023). Wind and hydrokinetic energy conversion systems (2nd ed.). Springer.
- Kumar, A., & Saini, R. (2014). Development of hydrokinetic power generation system: A review. International Journal of Engineering Science and Advanced Technology, 4(6).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Kumara, I. N. S., Ariastina, W. G., & Sukerayasa, I. W. (2018). Sistem pembangkit listrik tenaga surya stand alone dan hybrid. Udayana University Press.
- Liestyowati, D., Rachman, I., Firmansyah, E., & Mujiburrohman. (2022). Rancangan sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) berkapasitas 100 WP dengan inverter 1000 watt. INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi, 1(5), 623-634.
- Mustikasari, R., Hardianto, T., & Hadi, W. (2021). Analisis Generator Sinkron Permanen Magnet (PMSG) Tipe Radial 3 Fasa dengan Hubungan Kumparan Delta. Jurnal Arus Elektro Indonesia, 7(3), 90-96.
- Seto, A., & Pratomo, A. (2024). Analisis penggunaan generator PMDC pada sistem pembangkit skala kecil. Jurnal Teknik Elektro dan Energi, 16(1), 23-30.
- Suharyati, Pambudi, S. H., Wibowo, J. L., & Pratiwi, N. I. (2019). Outlook energi Indonesia 2019. Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional.
- Suparman, D., Suriadi, A., & Wibowo, H. (2017). Pengembangan pembangkit listrik tenaga pikohidro terapung. Jurnal Rekayasa Energi, 13(2), 25-31.
- Suparman, D., Suriadi, A., & Wibowo, H. (2018). Analisis performa pembangkit listrik tenaga pikohidro berdasarkan variasi kecepatan aliran dan transmisi. Jurnal Rekayasa Energi, 14(1), 40-48.
- Syahputra, T. M., Syukri, M., & Sara, I. D. (2017). Rancang bangun prototipe pembangkit listrik tenaga piko hydro dengan menggunakan turbin ulir. Jurnal Online Teknik Elektro, 2(1).
- Talukdar, S., Deka, U., Das, P., & Debnath, B. (2021). Influence of blade numbers, overlap ratio and modified blades on performance characteristics of the Savonius hydrokinetic turbine. Materials Today: Proceedings, 46, 4047-4053.
- Yahya, F. (2023). Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya terapung (floating solar photovoltaic) di Situ Gede Kota Tasikmalaya (Skripsi, Universitas Siliwangi).



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Yudistira, R., Nindito, D. A., & Saputra, R. H. (2021). Uji eksperimental pengembangan turbin hidrokinetik Savonius berdasarkan bentuk profil distribusi kecepatan aliran. *RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil*, 7(1).

Yuliantono, A., Prasetyo, D., & Hidayat, R. (2021). Instalasi penghantar listrik tegangan rendah berdasarkan standar PUIL. Bumi Aksara.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Daftar Riwayat Hidup Penulis



Alvien Savero Arianto, lahir di Jakarta pada tanggal 10 Maret 2005. Penulis menyelesaikan pendidikan di SD Mardi Waluya Cibinong pada tahun 2017, SMP Segar Cimanggis pada tahun 2020, dan SMK Penerbangan Angkasa Bogor pada tahun 2023. Gelar Diploma Tiga (D3) diperoleh pada tahun 2026 dari Jurusan Teknik E lektro, Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Jakarta.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

