



© 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



**ANALISA KINERJA TURBIN PADA SISTEM PEMBANGKIT
LISTRIK TERAPUNG HYBRID SURYA-PIKOHIDRO
MEMANFAATKAN TURBIN TORNADO SAVONIUS
BERBEBAN AC**

TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Rizka Amalia

2303311083

**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



**ANALISA KINERJA TURBIN PADA 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**

Rizka Amalia

2303311083

**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 : Rizka Amalia

NIM : 2303311083

Tanda Tangan :

Tanggal : 03 Juli 2026

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh :
Nama : Rizka Amalia
NIM : 2303311083
Program Studi : Teknik Listrik
Judul Tugas Akhir : Analisa Kinerja Turbin Pada Sistem Pembangkit
Listrik Terapung Hybrid Surya-Pikohidro
Memanfaatkan Turbin Tornado SavoBerbeban AC
Telah diuji oleh tim penguji dalam sidang Tugas Akhir pada hari Senin 22 Juni 2026
dan dinyatakan LULUS.

Pembimbing I : Ir. Dajang Widjajanto, S.T., M.T.
NIP. 196609012000121001

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

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**
Depok, 03 Juli 2026
Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T.
NIP.197803312003122002



© 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



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. Tugas Akhir ini membahas analisis kinerja sistem pembangkit listrik terapung hybrid, tenaga surya dan pikohidro yang terintegrasi dalam sistem jaringan off-grid.

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. Ir. Danang Widjajanto, S.T., M.T., dan Arum Kusuma Wardhany, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat berarti serta terima kasih atas waktu, tenaga, dan pikiran yang telah diluangkan selama proses penyusunan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis, Bapak Juhro dan Ibu Latifah, serta kakak-kakak penulis, Ir. Marcilhas Akbar, S.T., CRP., Fauziah Nur Rochmah, S.E., dan Nurlaila, S.T. senantiasa memberikan doa, kasih sayang, serta dukungan moral dan material sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Calon suami penulis, Altharul Baqtiya telah memberikan doa, dukungan motivasi, serta arahan yang berarti kepada penulis selama proses penyusunan tugas akhir ini.
4. Teman kelompok tugas akhir Alvien Savero dan Tristan Arlen Sinaulan yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

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, 15 Juni 2026

Penulis

Rizka Amalia



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 mengkaji optimasi sistem pembangkit listrik terapan hybrid dengan mengintegrasikan sistem pembangkit listrik tenaga surya dan sistem Pikohidro sebagai upaya meningkatkan performa desain sebelumnya. Pada pengujian sebelumnya, sistem tenaga surya menghasilkan keluaran daya yang belum optimal, sedangkan sistem pikohidro dengan turbin propeller menunjukkan performa yang kurang efektif pada kondisi aliran air dengan debit rendah. Optimasi dilakukan melalui peningkatan konfigurasi sistem tenaga surya serta penggantian turbin propeller menjadi turbin Tornado Savonius yang dirancang untuk kondisi aliran air rendah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan sistem tenaga surya berhasil meningkatkan performa dengan kenaikan tegangan, arus, dan daya keluaran, meskipun intensitas cahaya matahari mengalami penurunan sebesar 13,91%. Pada sistem pikohidro, penggunaan turbin Tornado Savonius meningkatkan tegangan, serta menurunkan deviasi hasil pengujian terhadap perhitungan teoritis sebesar 70,38%. Pengujian sistem beban menunjukkan baterai 12V 25Ah mampu menyuplai beban selama 121 menit. Hasil penelitian membuktikan bahwa optimasi desain komponen mampu meningkatkan performa sistem pembangkit listrik terapan hybrid secara keseluruhan.

Kata Kunci: Energi Terbarukan, Sistem Hybrid, Optimasi Kinerja Sistem, PLTP, PLTS.

**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

ABSTRACT

This study examines the optimization of a Floating Hybrid Power Plant system by integrating floating solar power generation and pico-hydro power generation as an effort to improve the performance of the previous design. The previous system showed suboptimal performance, where the solar power system produced low output power and the propeller turbine used in the pico-hydro system was not suitable for low-flow water conditions. System optimization was carried out by improving the solar power configuration and replacing the propeller turbine with a Tornado Savonius turbine designed for low-head and low-discharge water flow conditions. The results showed that optimization of the solar power system successfully improved performance with an increase in voltage, current, and output power, despite a 13.91% decrease in sunlight intensity. Furthermore, replacing the propeller turbine with the Tornado Savonius turbine improved pico-hydro performance by increasing output and reducing deviation from theoretical calculation by 70.38%. In addition, the battery system was able to supply AC load for 121 minutes during operation. These findings prove that optimizing component design can significantly improve the overall performance of a floating hybrid renewable energy system.

Keywords: Renewable Energy, Hybrid System, Power Plant System Enhancement PLTPh, PLTS.

**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

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Luaran	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Energi Terbarukan (<i>Renewable Energy</i>)	4
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid	4
2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	5
2.2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro	8
2.3 Turbin Tornado Savonius	9
2.3.1 Potensi Daya Turbin	11
2.4 Solar Charge Controller (SCC)	11
2.5 Baterai	12
2.6 Inverter	14
2.6 Penghantar	15
2.7 Kinerja dan Efisiensi Sistem	16



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 III.....	17
PERANCANGAN DAN REALISASI	17
3.1 Rancang Bangun Alat	17
3.1.1 Perancangan Alat	17
3.1.2 Deskripsi Alat	18
3.1.3 Cara Kerja Alat	23
3.1.5 Perhitungan Alat	26
3.1.7 Diagram Alir	29
3.2 Realisasi Alat	30
3.2.1 Realisasi Sistem Mekanik.....	30
3.2.2 Realisasi Sistem Kelistrikan.....	30
3.2.3 Realisasi Sistem Monitoring	31
3.2.5 Prosedur Pengukuran Sistem	35
BAB IV.....	37
PEMBAHASAN	37
4.1 Pengujian Pembangkit Listrik Terapung Tenaga Surya.....	37
4.1.1 Deskripsi Pengujian Panel Surya	37
4.1.2 Prosedur Pengujian	37
4.1.3 Data Hasil Pengujian.....	38
4.1.4 Analisis Data Hasil Pengujian.....	40
4.2 Pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro	41
4.2.2 Prosedur Pengujian	41
4.2.3 Data Hasil Pengujian.....	42
4.2.4 Analisis Data Hasil Pengujian.....	49
4.3 Pengujian Sistem Beban	50
4.3.1 Deskripsi Pengujian	50
4.3.2 Data Hasil Pengujian.....	50
4.3.3 Analisis Data Hasil Pengujian.....	51
4.4 Pengujian Kualitas Air.....	52
4.4.1 Deskripsi Pengujian	52
4.4.2 Data Hasil Pengujian.....	52
4.4.3 Analisis Data Hasil Pengujian.....	53



© 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

BAB V	54
PENUTUP.....	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA.....	57
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	59
LAMPIRAN.....	xiv





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

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Potensi Energi Terbarukan.....	4
Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat Komponen pada Sistem.....	28
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	38
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Sebelum Peningkatan Sistem.....	39
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Setelah Peningkatan Sistem.....	39
Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian Pertama Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro.....	42
Tabel 4. 5 Potensi Daya yang Dihasilkan Pada Turbin Tornado Savonius.....	43
Tabel 4. 6 Data Hasil Pengujian Kedua Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro.....	43
Tabel 4. 7 Potensi Daya yang Dihasilkan pada Turbin Tornado Savonius.....	44
Tabel 4. 8 Perbandingan Data Hasil Pengujian Terhadap Hasil Perhitungan Teori.....	46
Tabel 4. 9 Data Hasil Pengujian Sebelumnya Dengan Pengujian Peningkatan Sistem.....	47
Tabel 4. 10 Perbandingan Data Hasil Pengujian Sebelumnya dan Perhitungan Teori.....	48
Tabel 4. 11 Data Hasil Pengujian Baterai Terhadap Sistem AC.....	50
Tabel 4. 12 Data Hasil Pengujian Kualitas Air di Kali Ciliwung.....	52

**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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Energy Management System (EMS).....	5
Gambar 2. 2 Proses Pembangkitan Arus Listrik pada Sel Surya	6
Gambar 2. 3 Arah Sinar Datang Membentuk Sudut Terhadap Normal Bidang Panel Surya (Sumber: Jansen 1995).....	7
Gambar 2. 4 Contoh Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro	8
Gambar 2. 5 Pengembangan Turbin Tornado Savonius	10
Gambar 2. 6 Contoh Penelitian Hubungan antara (RPM) dan Kecepatan Aliran Turbin Savonius dan Turbin Tornado Savonius	10
Gambar 2. 7 Contoh Penelitian Hubungan antara Torsi dan Kecepatan Aliran Turbin Savonius dan Turbin Tornado Savonius	10
Gambar 2. 8 Solar Charge Controller	11
Gambar 2. 9 Baterai Sealed Lead Acid (SLA).....	13
Gambar 2. 10 Rangkaian Inverter Sederhana	14
Gambar 2. 11 Daftar Tabel Kemampuan KHA	15
Gambar 3. 1 Lokasi Pembuatan dan Perakitan Sistem di Kel. Tanah Baru, Kec Beji, Kota Depok.....	17
Gambar 3. 2 Lokasi Pengujian di Kel. Tirtajaya, Kec. Sukmajaya, Kota Depok	18
Gambar 3. 3 Konstruksi Sistem Pembangkit Listrik Terapung Hybrid	19
Gambar 3. 4 Kontruksi Turbin Tornado Savonius.....	19
Gambar 3. 5 Diagram Sistem Hybrid.....	20
Gambar 3. 6 Layout Panel	20
Gambar 3. 7 Diagram Skematik Monitoring pada Mikrokontroller 1	21
Gambar 3. 8 Diagram Skematik Monitoring pada Mikrokontroller 2	22
Gambar 3. 9 Flow Chart pada Sistem	24
Gambar 3. 10 Topologi Jaringan pada Sistem Monitoring	25
Gambar 3. 11 Diagram Blok Sistem	25
Gambar 3. 12 Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 3. 13 Realisasi Sistem Mekanik	30
Gambar 3. 14 Realisasi Sistem Kelistrikan.....	31
Gambar 3. 15 Realisasi Sistem Monitoring pada Mikrokontroler Pertama	31
Gambar 3. 16 Realisasi Sistem Monitoring pada Mikrokontroler Kedua.....	33



© 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

Gambar 3. 17 Tampilan Aplikasi BLYNK	34
Gambar 3. 18 Tampilan Aplikasi Spreadsheet.....	34
Gambar 3. 19 Metode Pengukuran Manual pada Debit Air.....	35
Gambar 4. 1 Hubungan Kecepatan Putar (RPM) Berdasarkan Hasil Pengujian dengan Perhitungan Secara Teori Terhadap Kecepatan Aliran Air (m/s).....	46
Gambar 4. 2 Hubungan Kecepatan Putar (RPM) Berdasarkan Hasil Pengujian Turbin Propeller, Turbin Savonius, dan Perhitungan Secara Teori Terhadap Kecepatan Aliran Air (m/s)	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

Iklim Indonesia tergolong unik. Hal itu disebabkan banyak hal, di antaranya ia berada pada daerah tropis letaknya yang berada di antara dua samudra (Pasifik dan Hindia). Karena itulah Indonesia memiliki tiga jenis pola iklim, yakni iklim monsun, iklim ekuatorial, dan iklim lokal. Dengan itu, Indonesia memiliki dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan.

Energi listrik terbentuk oleh proses perubahan energi, yaitu energi gerak (energi mekanik) yang diubah menjadi energi listrik. Dengan terbentuknya energi listrik kehidupan masyarakat akan menjadi mudah karena listrik dapat membantu banyak aktifitas-aktifitas masyarakat. Umumnya masyarakat menggunakan listrik sebagai penerangan jalan umum (PJU) yang merupakan salah satu infrastruktur penting dalam mendukung aktivitas masyarakat, khususnya pada malam hari. Keberadaan PJU tidak hanya berfungsi untuk menerangi jalan, tetapi juga meningkatkan aspek keselamatan, keamanan, serta kenyamanan pengguna jalan (Muhammad Dzulkifli et al., 2023). Pasal 6 ayat (2) menekankan bahwa penyediaan alat penerangan jalan dapat menggunakan *renewable energy* sebagai bentuk efisiensi energi dan keberlanjutan lingkungan.

Kebutuhan energi listrik yang mendorong pemanfaatan *renewable energy* sebagai alternatif penyediaan energi. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah penerapan sistem pembangkit listrik hybrid. Pembangkit listrik tenaga hybrid merupakan integrasi dari dua atau lebih pembangkit listrik dengan sumber energi yang berbeda (Kumar, A., & Saini, R., 2014). Pemanfaatan *renewable energy* melalui kombinasi tenaga surya dan tenaga hidro dinilai sesuai dengan kondisi iklim yang memiliki dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan.

Berdasarkan data Kementerian ESDM, potensi energi surya nasional mencapai sekitar 207,8 GWp, namun baru dimanfaatkan kurang dari 1% (Suharyati et al., 2019). Kondisi ini menunjukkan adanya peluang besar untuk pengembangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS).



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

Tenaga hidro yang digunakan pada sistem ini adalah Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro. Pikohidro merupakan pembangkit listrik tenaga air berkapasitas kecil, yaitu sekitar < 5.000 Watt. Teknologi PLTPH cocok diterapkan pada skala kecil karena memanfaatkan aliran air dengan ketinggian sekitar 1 meter s.d 3 meter dan debit air sekitar 30 liter/detik, sehingga dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif di berbagai wilayah. Pemanfaatan PLTPH merupakan salah satu solusi untuk dapat menyediakan energi listrik yang murah dan ramah lingkungan dan dapat berdampak pada kesadaran masyarakat untuk melestarikan hutan sebagai penjaga kelestarian sumber daya air (Syahputra et al., 2017).

Turbin hidrokinetik merupakan turbin yang memanfaatkan energi kinetik dari aliran air (Fleisinger et al., 2014). Jenis turbin hidrokinetik yang digunakan pada penelitian ini adalah Vertical Axis Water Turbine (VAWT), yaitu turbin yang bekerja pada kondisi low head, dengan menggunakan turbin hidrokinetik Tornado Savonius yang merupakan pengembangan dari turbin Savonius melalui perubahan bentuk blade dengan memperkecil ukuran blade pada bagian bawah turbin (Antomo et al., 2020; Yudistira et al., 2021).

Energi listrik yang dihasilkan sistem pembangkit berupa arus searah (DC) disimpan pada baterai dan dikonversi menjadi arus bolak-balik (AC) menggunakan inverter. Untuk mendukung kinerja sistem, digunakan sensor arus, tegangan, daya, RPM, dan pH air guna memantau performa pembangkit, kondisi beban, dan kualitas perairan secara real-time. Seluruh data hasil pengukuran diintegrasikan ke dalam sistem berbasis Internet of Things (IoT) sehingga proses pemantauan dan pencatatan data dapat dilakukan secara akurat dan berkelanjutan.

Penelitian ini bertujuan meningkatkan kinerja sistem pada penelitian sebelumnya yang berjudul “Hybrid Pembangkit Listrik Tenaga Surya Terapung dan Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro Berbasis IoT”, agar energi listrik yang dihasilkan dapat dimanfaatkan secara lebih optimal sebagai sumber pasokan listrik di daerah yang memiliki potensi sumber air.



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

1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dalam proposal Tugas Akhir ini, meliputi:

1. Bagaimanakah karakteristik dari keluaran listrik (tegangan, arus, dan daya) yang dihasilkan oleh sistem pembangkit listrik hybrid yang mengintegrasikan pembangkit listrik tenaga surya dan pembangkit listrik tenaga pikohidro?
2. Bagaimanakah pengaruh variasi kecepatan aliran dan debit air terhadap kinerja pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan turbin Tornado Savonius, ditinjau dari kecepatan putar (RPM) generator dan kondisi operasi optimal sistem?
3. Bagaimanakah perbandingan kinerja sistem yang telah dikembangkan dengan sistem pengujian sebelumnya, serta bagaimana kondisi kualitas air berdasarkan nilai pH pada lokasi implementasi sistem?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dalam proposal Tugas Akhir ini, meliputi:

1. Menganalisis karakteristik keluaran listrik berupa tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan oleh sistem pembangkit listrik hybrid yang terdiri atas pembangkit listrik tenaga surya dan pembangkit listrik tenaga pikohidro.
2. Menganalisis pengaruh kecepatan aliran dan debit air terhadap kinerja pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan turbin Tornado Savonius berdasarkan kecepatan putar (RPM) generator dan batas operasi optimal sistem.
3. Menganalisis perbandingan kinerja sistem yang telah dikembangkan dengan sistem sebelumnya serta mengevaluasi kondisi kualitas air berdasarkan nilai pH sebagai indikator lingkungan perairan.

1.4 Luaran

Adapun luaran yang dihasilkan, meliputi:

1. Konstruksi sistem pembangkit listrik hybrid terapung yang mengintegrasikan pembangkit listrik tenaga surya dan pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan turbin Tornado Savonius.
2. Artikel ilmiah yang dipublikasikan pada Seminar Nasional Teknik Elektro (SNTE).



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

Penelitian ini berhasil merancang, merealisasikan, dan menganalisis sistem pembangkit listrik terapung hybrid yang menggabungkan teknologi tenaga surya dan tenaga Pikohidro sebagai sumber energi alternatif pada sistem off-grid. Penelitian dilakukan untuk mengetahui peningkatan performa sistem setelah dilakukan peningkatan pada masing-masing sistem pembangkit.

1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Sistem pembangkit listrik tenaga surya menunjukkan peningkatan performa sistem setelah dilakukan pengembangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa meskipun intensitas cahaya matahari mengalami penurunan sebesar 13,91%, sistem mampu meningkatkan performa dengan arus sebesar 0,13 – 1,31 A, dan daya keluaran sebesar 1,71 – 17,79 W pada kondisi intensitas cahaya yang relative sebanding dengan pengujian sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konfigurasi sistem berhasil meningkatkan efisiensi konversi energi serta membuat performa sistem tenaga surya menjadi lebih optimal.

2. Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPH)

Sistem pembangkit listrik tenaga pikohidro menunjukkan adanya peningkatan performa setelah dilakukan perubahan desain turbin dari Propeller menjadi Tornado Savonius. Hasil pengujian menunjukkan peningkatan tegangan keluaran dari 0,69 V pada debit rata-rata 1,35 L/s menjadi 0,80 V pada debit rata-rata 1,46L/s, serta penurunan deviasi hasil pengujian terhadap nilai teoritis sebesar 70,38%. Namun demikian, sistem pikohidro belum mampu menghasilkan daya listrik secara maksimal karena kondisi debit aliran air, head, dan kecepatan putar generator pada lokasi implementasi masih belum memenuhi parameter optimal sistem pembangkit pikohidro.

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. Karakteristik Kualitas Air Berdasarkan Nilai pH

Hasil pengujian menunjukkan nilai pH air berkisar antara 7,21–7,30, yang mengindikasikan bahwa kondisi air di lokasi penelitian bersifat netral dan relatif stabil selama periode pengujian. Nilai pH tersebut menunjukkan bahwa kualitas air di lokasi penelitian masih berada pada kondisi yang baik sebagai indikator lingkungan perairan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa optimasi desain dan pengembangan sistem berhasil meningkatkan performa pembangkit listrik hybrid secara terukur, meskipun performa sistem pikohidro masih dipengaruhi oleh kondisi sumber daya air pada lokasi implementasi.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan pertimbangan untuk pengembangan sistem pada penelitian selanjutnya, sebagai berikut:

1. Untuk Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro

Pada pengembangan sistem pikohidro selanjutnya, perlu dilakukan analisis dan survei lokasi implementasi secara lebih mendalam, khususnya terkait parameter debit aliran air, tinggi jatuh air (head), serta kondisi kontur lingkungan sekitar. Pemilihan lokasi yang sesuai menjadi faktor penting karena karakteristik sumber air sangat mempengaruhi performa sistem dalam menghasilkan energi listrik. Selain itu, kondisi medan pada lokasi implementasi perlu diperhatikan agar proses instalasi alat dapat dilakukan dengan aman dan meminimalkan risiko kerusakan komponen selama proses pengujian maupun operasional sistem berlangsung.

2. Untuk Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pada sistem tenaga surya, penelitian selanjutnya perlu memperhatikan pemilihan lokasi implementasi yang memiliki kondisi paparan sinar matahari yang optimal dan minim hambatan lingkungan, sehingga energi yang diterima panel surya dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk mendukung kinerja sistem secara keseluruhan.



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. Untuk Sistem Monitoring dan Penyimpanan Energi

Pengembangan selanjutnya disarankan untuk menambahkan sensor monitoring pada sisi baterai agar kondisi tegangan baterai dapat terukur secara real-time. Penambahan sensor tersebut bertujuan agar sistem monitoring mampu menampilkan informasi kondisi baterai secara aktual, sehingga proses pengamatan terhadap status pengisian, penurunan tegangan, serta kinerja penyimpanan energi dapat dianalisis dengan lebih akurat.

4. Untuk Pengembangan Sistem Secara Keseluruhan

Dalam proses perancangan dan implementasi sistem, diperlukan pemahaman yang lebih mendalam terhadap karakteristik teknis, spesifikasi, serta kesesuaian setiap komponen yang digunakan dalam sistem. Pemilihan komponen yang sesuai dengan kebutuhan perancangan akan berpengaruh langsung terhadap performa, efisiensi, serta keandalan sistem pembangkit listrik hybrid. Oleh karena itu, analisis teknis terhadap komponen sebelum proses implementasi perlu dilakukan secara lebih komprehensif untuk memperoleh hasil pengujian yang optimal. Selain itu, selama proses penelitian diperlukan komunikasi dan konsultasi secara aktif dengan dosen pembimbing agar setiap tahapan perancangan, implementasi, maupun pengambilan keputusan teknis dapat dilakukan secara lebih terarah dan meminimalkan terjadinya kesalahan selama penelitian berlangsung.



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.
- Dewan Energi Nasional. (2019). Indonesia Energy Outlook 2019. Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional.
- Dzulkifli, M., Aullia, V., & Abdurrahim. (2023). Perencanaan instalasi penerangan jalan umum (PJU) Jalan Tani Subur Kec. Loa Janan Ilir Samarinda. PoliGrid, 4(2).
- Fleisinger, M., Vesenjok, M., & Hriberšek, M. (2014). Flow driven analysis of a darrieus water turbine. *Strojnicki Vestnik / Journal of Mechanical Engineering*, 60(12), 769–776.
- Hendriansyah, R. (2025). Rancang bangun prototipe pembangkit listrik terapung hybrid tenaga surya dan pikohidro (Tugas Akhir D3). Politeknik Negeri Jakarta.
- IRENA. (2022). *Renewable Power Generation Costs in 2022*. International Renewable Energy Agency.
- Jumfiqrhi, M. (2025). Analisis kinerja sistem pembangkit listrik terapung hibrid tenaga surya dan pikohidro. Politeknik Negeri Jakarta.
- Kiki Kananda, Dean Corio, & Efa Maydhona S. (2020). Simulation of turbines design for hydro power in Way Laai and Way Lami Pesisir Barat District, Lampung Province. *Jurnal ECOTIPE*, 7(1), 7–11.
- Kumar, A., & Saini, R. (2014). Development of hydrokinetic power generation system: A review. *International Journal of Engineering Science & Advanced Technology*, 4(6).
- Mahardika, D. (2025). Monitoring system IoT pembangkit listrik terapung hybrid tenaga surya dan pikohidro (Tugas Akhir D3). 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Maharmi, B. (2017). Perancangan inverter satu fasa lima level modifikasi pulse width modulation. *Jurnal Teknologi Elektro*, 8(1).
- Samsurizal, Mauriraya, K. T., Fikri, M., Pasra, N., & Christiono. (2022). Pengenalan pembangkit listrik tenaga surya (Buku PLTS). Institut Teknologi PLN. <https://repo.itpln.ac.id/125/1/Buku%20PLTS.pdf>
- Suharyati, Pambudi, S. H., Wibowo, J. L., & Pratiwi, N. I. (2019). *Outlook Energi Indonesia 2019*. Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional.
- Sugiarto. (2022). *Metodologi Penelitian Bisnis* (Ed. 2). Andi Offset.
- 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).
- Winarso, W., Dwiono, W., & K. H., D. N. (2021). Pemanfaatan saluran irigasi untuk pembangkit listrik pikohidro dengan generator DC shunt. *TECHNO*, 22(2), 193–202.
- 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).



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

Lampiran 1 Riwayat Hidup Penulis



Rizka Amalia, lahir di Jakarta pada tanggal 9 Juli 2004. Penulis menyelesaikan pendidikan di SDN Cipedak 01 Pagi pada tahun 2017, SMPN 211 Jakarta Selatan pada tahun 2020, dan SMAN 49 Jakarta Selatan pada tahun 2023. Gelar Diploma Tiga (D3) diperoleh pada tahun 2026 dari Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Jakarta.





Lampiran 2 Program Arduino Ide Sistem Monitoring Kelistrikan Pembangkit Listrik Terapung Hybrid

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6pBihZMts"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Monitoring Sistem"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "y1_LdnWcQAaGrYDgPVKg9LVujkdfTRnP"

#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#include <Wire.h>
#include <HTTPClient.h>
#include <Adafruit_INA219.h>
#include <PZEM004Tv30.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

//===== WIFI =====
char ssid[] = "IKA AJA";
char pass[] = "Apaajadah";

//===== GOOGLE SHEETS =====
String serverName =
"https://script.google.com/macros/s/AKfycbyzZyGNF6i_uun4Z6fsYyA-
eEFdXThsbQ12sa3XXOZ6ByuB1emQkKYnzU9IRJUt7swt2g/exec";

//===== DEVICE =====
BlynkTimer timer;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);

//===== RELAY (ACTIVE HIGH) =====
#define RELAY1_PIN 25
#define RELAY2_PIN 26

bool relay1 = false;
bool relay2 = false;

//===== SENSOR =====
Adafruit_INA219 ina1(0x40);
Adafruit_INA219 ina2(0x41);

HardwareSerial PZEMSerial(2);
PZEM004Tv30 pzem(PZEMSerial, 32, 33);
```

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



© 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

```
//===== OFFSET =====
float voltage1_offset = 0.0;
float current1_offset = 0.1;
float voltage2_offset = 0.4;
float current2_offset = 0.0;
float voltageAC_offset = 0.0;
float currentAC_offset = 0.0;

//===== BATAS ARUS =====
// PLTPh
float v1_on = 12.00;
float v1_off = 24.00;

// PLTS
float v2_on = 12.00;
float v2_off = 24.00;

//===== LCD =====
int page = 0;

void updateRelay()
{
    float v1 = ina1.getBusVoltage_V();
    float v2 = ina2.getBusVoltage_V();

    relay1 = (v1 >= 12.00 && v1 <= 24.0);
    relay2 = (v2 >= 12.00 && v2 <= 24.0);

    digitalWrite(RELAY1_PIN, relay1 ? HIGH : LOW);
    digitalWrite(RELAY2_PIN, relay2 ? HIGH : LOW);
}

//=====
// KIRIM DATA
//=====
void kirimData()
{
    //===== AC =====
    float vAC = pzem.voltage();
    float iAC = pzem.current();
    float pAC = pzem.power();
    float fAC = pzem.frequency();

    if (isnan(vAC)) vAC = 0;
    if (isnan(iAC)) iAC = 0;
```



© 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

```
if (isnan(pAC)) pAC = 0;
if (isnan(fAC)) fAC = 0;
```

```
//===== DC 1 =====
float v1 = ina1.getBusVoltage_V();
float i1 = ina1.getCurrent_mA() / 1000.0;
float p1 = v1 * i1;
```

```
//===== DC 2 =====
float v2 = ina2.getBusVoltage_V();
float i2 = ina2.getCurrent_mA() / 1000.0;
float p2 = v2 * i2;
```

```
//===== BLYNK =====
if (Blynk.connected()) {
  Blynk.virtualWrite(V0, v1);
  Blynk.virtualWrite(V1, i1);
  Blynk.virtualWrite(V2, p1);

  Blynk.virtualWrite(V3, v2);
  Blynk.virtualWrite(V4, i2);
  Blynk.virtualWrite(V5, p2);

  Blynk.virtualWrite(V6, vAC);
  Blynk.virtualWrite(V7, iAC);
  Blynk.virtualWrite(V8, pAC);
  Blynk.virtualWrite(V9, fAC);

  Blynk.virtualWrite(V12, relay1);
  Blynk.virtualWrite(V13, relay2);
}
```

```
//===== GOOGLE SHEETS =====
if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
  HTTPClient http;
```

// Urutan parameter disesuaikan dengan letak kolom di Google Sheets (Kolom B sampai K)

```
String url = serverName +
  "?device=main" +
  "&v1=" + String(v1, 2) + // Kolom B (Tegangan PLTS)
  "&i1=" + String(i1, 2) + // Kolom C (Arus PLTS)
  "&p1=" + String(p1, 2) + // Kolom D (Daya PLTS)
  "&vac=" + String(vAC, 2) + // Kolom E (Tegangan 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

```
"&iac=" + String(iAC, 2) + // Kolom F (Arus Beban AC)
"&pac=" + String(pAC, 2) + // Kolom G (Daya Beban AC)
"&freq=" + String(fAC, 2) + // Kolom H (Frekuensi Beban AC)
"&v2=" + String(v2, 2) + // Kolom I (Tegangan PLTPH)
"&i2=" + String(i2, 2) + // Kolom J (Arus PLTPH)
"&p2=" + String(p2, 2); // Kolom K (Daya PLTPH)
```

```
Serial.println("URL yang dikirim:");
Serial.println(url);

http.begin(url);
http.setFollowRedirects(HTTPC_STRICT_FOLLOW_REDIRECTS);

int httpCode = http.GET();

Serial.print("HTTP Code = ");
Serial.println(httpCode);

String payload = http.getString();
Serial.print("Response = ");
Serial.println(payload);

http.end();
}
}

//=====
// LCD UPDATE
//=====
void updateLCD()
{
    lcd.clear();

    float v1 = ina1.getBusVoltage_V();
    float i1 = ina1.getCurrent_mA() / 1000.0;
    float p1 = v1 * i1;

    float v2 = ina2.getBusVoltage_V();
    float i2 = ina2.getCurrent_mA() / 1000.0;
    float p2 = v2 * i2;

    float vAC = pzem.voltage();
    float iAC = pzem.current();
    float pAC = pzem.power();
    float fAC = pzem.frequency();
```




© 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

```
if (isnan(vAC)) vAC = 0;
if (isnan(iAC)) iAC = 0;
if (isnan(pAC)) pAC = 0;
if (isnan(fAC)) fAC = 0;

//===== PAGE 0 =====
if (page == 0) {
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("  SYSTEM PLTPH  ");

    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("V:"); lcd.print(v1,2); lcd.print("V ");
    lcd.print(" I:"); lcd.print(i1,3); lcd.print("A");

    lcd.setCursor(0,2);
    lcd.print("P:"); lcd.print(p1,3); lcd.print("W ");

    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("Kondisi:");
    lcd.print(relay1 ? "ON " : "OFF");
}
//===== PAGE 1 =====
else if (page == 1) {
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("  SYSTEM PLTS  ");

    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("V:"); lcd.print(v2,2); lcd.print("V ");
    lcd.print(" I:"); lcd.print(i2,3); lcd.print("A");

    lcd.setCursor(0,2);
    lcd.print("P:"); lcd.print(p2,3); lcd.print("W ");

    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("kondisi:");
    lcd.print(relay2 ? "ON " : "OFF");
}
//===== PAGE 2 =====
else {
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("  SYSTEM AC  ");

    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("V:"); lcd.print(vAC,1); lcd.print("V ");
```



© 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

```
lcd.print("I:"); lcd.print(iAC,2); lcd.print("A");
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("P:");
lcd.print(pAC,1); lcd.print("W ");
lcd.print("F:"); lcd.print(fAC,2); lcd.print("Hz");
}

page++;
if (page > 2) page = 0;
}

//=====
// SETUP
//=====
void setup()
{
  Serial.begin(115200);

  Wire.begin(21,22);

  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.print("SYSTEM START...");

  pinMode(RELAY1_PIN, OUTPUT);
  pinMode(RELAY2_PIN, OUTPUT);

  digitalWrite(RELAY1_PIN, LOW);
  digitalWrite(RELAY2_PIN, LOW);

  PZEMSerial.begin(9600, SERIAL_8N1, 32, 33);

  ina1.begin();
  ina2.begin();

  delay(100);
  updateRelay();

  WiFi.begin(ssid, pass);

  unsigned long t = millis();
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED && millis() - t < 10000) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
}
```



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

```
if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {  
  Serial.println("\nWiFi Connected");  
  Blynk.config(BLYNK_AUTH_TOKEN);  
  Blynk.connect();  
} else {  
  Serial.println("\nWiFi Failed");  
}
```

```
timer.setInterval(200L, updateRelay);  
timer.setInterval(5000L, kirimData);  
timer.setInterval(2000L, updateLCD);  
}
```

```
//=====
```

```
// LOOP
```

```
//=====
```

```
void loop()  
{  
  if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {  
    if (!Blynk.connected()) {  
      Blynk.connect();  
    }  
    Blynk.run();  
  }  
  timer.run();  
}
```

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Lampiran 3 Program Arduino Ide Sistem Monitoring pH Air dan RPM Generator

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6pB1hZMts"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Monitoring Sistem"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "y1_LdnWcQAaGrYDgPvK9LVujkdfTRnP"

#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#include <HTTPClient.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

//===== WIFI =====
char ssid[] = "IKA AJA";
char pass[] = "Apaajadah";

//===== GOOGLE SHEETS =====
String serverName =
"https://script.google.com/macros/s/AKfycbyzZyGNF6i_uun4Z6fsYyA-
eEFdXThsbQ12sa3XXOZ6ByuB1emQkKYnzU9IRJU7swt2g/exec";

//===== DEVICE =====
BlynkTimer timer;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

//===== PIN =====
const int hallPin = 4;
const int pHPin = 34;

//===== RPM =====
volatile unsigned long pulseCount = 0;
volatile unsigned long lastPulse = 0;

float rpm = 0;
float rpmFilter = 0;

//===== pH =====
float pHValue = 0;
```

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



© 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

```
//=====
// INTERRUPT
//=====
void IRAM_ATTR countPulse()
{
    unsigned long now = micros();
    if(now - lastPulse > 3000) // filter noise 3 ms
    {
        pulseCount++;
        lastPulse = now;
    }
}

//=====
// HITUNG RPM
//=====
void hitungRPM()
{
    noInterrupts();
    unsigned long count = pulseCount;
    pulseCount = 0;
    interrupts();

    float rpmBaru = count * 60.0;

    // smoothing
    rpmFilter = (0.7 * rpmFilter) + (0.3 * rpmBaru);
    rpm = rpmFilter;

    Serial.print("Pulse = ");
    Serial.print(count);

    Serial.print(" | RPM = ");
    Serial.println(rpm);
}

//=====
// KIRIM DATA
//=====
void kirimData()
{
    int adcValue = analogRead(pHPin);
    float voltage = adcValue * (3.3 / 4095.0);
    pHValue = 7 + ((2.5 - voltage) / 1.8);
}
```



© 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

```
//===== BLYNK =====
if(Blynk.connected())
{
  Blynk.virtualWrite(V10, pHValue);
  Blynk.virtualWrite(V11, rpm);
}

//===== GOOGLE SHEETS =====
if(WiFi.status() == WL_CONNECTED)
{
  HTTPClient http;
  String url = serverName +
    "?device=rpm" +
    "&rpm=" + String(rpm, 1) +
    "&ph=" + String(pHValue, 2);
  Serial.println("URL:");
  Serial.println(url);

  http.begin(url);
  http.setFollowRedirects(HTTPC_STRICT_FOLLOW_REDIRECTS);

  int httpCode = http.GET();

  Serial.print("HTTP Code = ");
  Serial.println(httpCode);

  String payload = http.getString();

  Serial.print("Response = ");
  Serial.println(payload);

  http.end();
}

//=====
// LCD
//=====
void updateLCD()
{
  lcd.clear();

  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("RPM:");
  lcd.print(rpm, 1);
}
```




© 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

```
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("pH:");
lcd.print(pHValue, 2);
}

//=====================================================
// SETUP
//=====================================================
void setup()
{
  Serial.begin(115200);

  Wire.begin(21,22);

  lcd.init();
  lcd.backlight();

  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("SYSTEM START");

  pinMode(hallPin, INPUT_PULLUP);

  attachInterrupt(
    digitalPinToInterrupt(hallPin),
    countPulse,
    FALLING
  );

  WiFi.begin(ssid, pass);

  unsigned long startAttemptTime = millis();

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED &&
    millis() - startAttemptTime < 10000)
  {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }

  if(WiFi.status() == WL_CONNECTED)
  {
    Serial.println("\nWiFi Connected");
    Blynk.config(BLYNK_AUTH_TOKEN);
    Blynk.connect();
  }
}
```



© 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

```
}
else
{
    Serial.println("\nWiFi Failed");
}

timer.setInterval(1000L, hitungRPM);
timer.setInterval(5000L, kirimData);
timer.setInterval(2000L, updateLCD);
}

//=====
// LOOP
//=====
void loop()
{
    if(WiFi.status() == WL_CONNECTED)
    {
        if(!Blynk.connected())
        {
            Blynk.connect();
        }
        Blynk.run();
    }
    timer.run();
}
```

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Lampiran 4 Dokumentasi

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

