



© 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 EFISIENSI KINERJA SISTEM PADA PLTMH TIPE
SIPHON HEAD RENDAH DENGAN SISTEM OTOMASI
VACUUM PRIMING**

SKRIPSI

BAGAS AIRLAMBANG

2203411001

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMASI LISTRIK INDUSTRI
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



**ANALISA EFISIENSI KINERJA SISTEM PADA PLTMH TIPE
SIPHON HEAD RENDAH DENGAN SISTEM OTOMASI
VACUUM PRIMING**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Terapan

BAGAS AIRLAMBAANG

2203411001

PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMASI LISTRIK INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : BAGAS AIRLAMBANG

NIM : 2203411001

Tanda Tangan :

Tanggal : 2 Juli 2026

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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama : Bagas Airlambang
NIM : 2203411001
Program Studi : D4 – Teknik Otomasi Listrik Industri
Judul Tugas Akhir : Analisa Efisiensi Kinerja Sistem Pada PLTMH Tipe
Siphon Head Rendah Dengan Sistem Otomasi Vacuum
Priming

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 02 Juli 2026 dan dinyatakan **LULUS**.

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

Pembimbing II : Nagib Muhammad, S. T., M. T.
(NIP. 199406052022031007)

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 2 Juli 2026

Disahkan oleh
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwiyanti, 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 Mahasa Esa, karena atas berkat dan Rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Analisa Efisiensi Kinerja Sistem Pada PLTMH Tipe *Siphon Head* Rendah Dengan Sistem Otomasi *Vacuum Priming*”. Penulisan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Politeknik.

Laporan ini membahas tentang efisiensi sistem pada PLTMH Tipe *Siphon Head* Rendah yang di *priming* secara otomasi menggunakan *vacuum*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang energi terbarukan yang dapat dikembangkan pada wilayah dengan *head* rendah 3, 3 meter, instalasi pipa *siphon* untuk mengekstraksi energi air pada elevasi rendah tanpa memerlukan konstruksi bendungan sipil berskala besar, dan membangun *Edge Server* (Raspberry PI) berbasis IOT *stack* untuk menjamin kedaulatan data pada *InfluxDB* lokal. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi dalam memanfaatkan sumber daya alam khusus nya terutama di daerah perdesaan yang memiliki aliran sungai yang sangat deras tetapi berskala kecil dan belum terjangkau oleh listrik negara/PLN.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Arum Kusuma Wardhany, S. T., M. T., selaku dosen pembimbing I dan Bapak Nagib Muhammad, S. T., M. T., selaku dosen pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam perancangan alat dan laporan skripsi;
2. Ibu Dr. Murie Dwiyaniti, S. T., M. T., selaku ketua Jurusan Teknik Elektro sekaligus dosen mata kuliah seminar yang memantau progress penulisan skripsi selama penulis menyusun skripsi sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi tepat pada waktu nya;
3. Bapak/Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Listrik dan Teknik Otomasi Listrik Industri, Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu pengetahuan, wawasan, keahlian, dan pengalaman yang



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

sangat berharga bagi penulis selama menempuh pendidikan di Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Otomasi Listrik Industri;

4. Staf bengkel dan laboratorium Teknik Listrik dan Teknik Otomasi Listrik Industri Politeknik Negeri Jakarta yang telah banyak membantu dalam perizinan peminjaman alat - alat untuk keperluan dalam mengerjakan penelitian ini;
5. Direktur Operasi, Pemeliharaan Fasilitas dan Manajemen Aset, beserta staf Universitas Indonesia yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan penelitian di danau Salam, sehingga penelitian dapat terlaksanakan hingga selesai;
6. Orang tua, saudara, dan keluarga penulis yang telah memberikan dukungan semangat, dan nasihat moral sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan skripsi;
7. Rekan kelompok dan teman – teman seperjuangan yang telah banyak membantu baik dalam berbagi ilmu, semangat, dan dukungan untuk menyelesaikan skripsi;

Akhir kata, penulis berharap kepada Tuhan Yang Maha Esa berkenan untuk membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Skripsi ini membawa manfaat dalam pengembangan ilmu bagi mahasiswa dan khalayak umum.

Depok, 02 Juli 2026


Bagas Airlambang



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 mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Analisa Efisiensi Kinerja Sistem Pada PLTMH Tipe *Siphon Head* Rendah Dengan Sistem Otomasi *Vacuum Priming*

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan salah satu teknologi energi baru terbarukan yang memanfaatkan energi potensial air sebagai sumber pembangkitan listrik. Pada lokasi yang memiliki kondisi *head* rendah, pemanfaatan sistem *siphon* menjadi salah satu alternatif untuk meningkatkan pemanfaatan energi air tanpa memerlukan pembangunan bendungan dalam skala besar. Namun, keberhasilan sistem *siphon* sangat dipengaruhi oleh proses pembentukan vakum (*priming*) yang menentukan kontinuitas aliran air selama operasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi kinerja sistem PLTMH tipe *siphon head* rendah yang dilengkapi dengan sistem otomasi *vacuum priming* berbasis ESP32 serta sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan metode *dual-access*. Penelitian dilakukan melalui tahapan perancangan sistem, pembuatan prototipe, pengujian eksperimental, serta analisis karakteristik operasi berdasarkan hubungan antara debit aliran, putaran turbin, tegangan generator, arus listrik, daya keluaran, dan efisiensi sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa debit aliran berada pada rentang 27,3–33,0 L/s dengan putaran turbin berkisar antara 496–756 RPM. Seiring meningkatnya putaran turbin, tegangan keluaran generator mengalami peningkatan dari sekitar 30,47 V hingga mencapai 46,49 V, sedangkan arus keluaran meningkat hingga 1,58 A. Kondisi operasi optimum menghasilkan daya listrik maksimum sebesar 73,43 W, yang diperoleh pada debit 33,0 L/s dengan putaran turbin 756 RPM. Hasil perhitungan juga menunjukkan bahwa sistem memiliki nilai efisiensi yang tinggi pada setiap pengujian, yang mengindikasikan bahwa proses konversi energi hidrolik menjadi energi listrik berlangsung secara efektif. Selain itu, sistem otomasi *vacuum priming* mampu mempercepat proses pembentukan aliran *siphon*, menjaga kestabilan operasi tanpa intervensi operator, serta meningkatkan keandalan sistem selama pengujian berlangsung. Sistem monitoring berbasis IoT yang terintegrasi dengan *edge server* Raspberry Pi juga mampu melakukan akuisisi, penyimpanan, dan penyajian data secara *real-time* melalui jaringan lokal maupun internet. Berdasarkan hasil penelitian, sistem PLTMH tipe *siphon head* rendah yang dikembangkan mampu beroperasi secara stabil, memiliki efisiensi konversi energi yang baik, serta berpotensi diterapkan sebagai solusi pembangkit listrik skala kecil yang andal, ekonomis, dan berkelanjutan pada wilayah yang memiliki sumber daya air dengan kondisi *head* rendah.

Kata kunci: Efisiensi Sistem, *Head* Rendah, *Internet of Things* (IoT), PLTMH, *Siphon*, *Vacuum Priming*.



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

Analysis of System Performance Efficiency in a Low-Head Siphon-Type Micro Hydropower Plant with an Automatic Vacuum Priming System

ABSTRACT

Micro Hydropower Plants (MHPPs) are among the most promising renewable energy technologies for converting the potential energy of water into electrical energy. In locations with low hydraulic head, the siphon concept provides an effective alternative for utilizing water resources without requiring large-scale civil infrastructure. However, the performance of a siphon-based system strongly depends on the vacuum priming process, which ensures continuous water flow during operation. This study aims to evaluate the performance efficiency of a low-head siphon-type Micro Hydropower Plant equipped with an ESP32-based automatic vacuum priming system and a dual-access Internet of Things (IoT) monitoring platform. The research consisted of system design, prototype development, experimental testing, and performance analysis based on the relationship between water discharge, turbine rotational speed, generator output voltage, electric current, electrical power, and overall system efficiency. Experimental results indicate that the water discharge ranged from 27.3 to 33.0 L/s, producing turbine rotational speeds between 496 and 756 RPM. As the turbine speed increased, the generator output voltage rose from approximately 30.47 V to 46.49 V, while the output current reached 1.58 A. Under optimum operating conditions, the developed system generated a maximum electrical power of 73.43 W at a discharge of 33.0 L/s and a turbine speed of 756 RPM. Efficiency analysis demonstrated that the prototype achieved high energy conversion performance throughout the experimental tests, indicating effective conversion of hydraulic energy into electrical energy. Furthermore, the automatic vacuum priming system successfully established and maintained continuous siphon flow without manual intervention, improving operational stability and reliability. The Raspberry Pi-based IoT monitoring system also enabled real-time acquisition, storage, and visualization of operational data through both local and internet networks. Overall, the developed low-head siphon-type MHPP exhibited stable operation, satisfactory energy conversion efficiency, and reliable performance, demonstrating its potential as an economical and sustainable small-scale renewable power generation system for low-head water resource applications.

Keywords: *Internet of Things (IoT), Low Head, Micro Hydropower Plant, Siphon, System Efficiency, Vacuum Priming.*



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 mengumpulkan 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	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iiiiv
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan.....	4
1.4. Luaran.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Penelitian Terdahulu	6
2.1.1. Data Curah Hujan.....	9
2.1.2. Daerah Aliran Sungai (DAS).....	9
2.1.3. Head Efektif.....	10
2.1.4. Debit Andalan	10
2.2. Profil <i>Siphon</i>	11
2.2.1. Komponen <i>Siphon</i>	13
2.2.2. Aplikasi <i>Siphon</i> dalam Industri	14
2.3. Potensi PLTMH Tipe <i>Siphon</i> Head Rendah.....	15
2.3.1. Daya Hidraulik.....	15
2.3.2. Efisiensi Sistem	16
2.3.3. Daya Mekanik Turbin	16
2.4. Turbin dan Generator.....	17
2.4.1. Jenis - jenis Turbin	19
2.4.2. Jenis-jenis Generator	25
2.4.3. Pompa Vakum	27
2.5. Sistem Kontrol pada <i>PLTMH</i>	28
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI	29
3.1. Rancangan Alat.....	29
3.1.1. Deskripsi Alat	34
3.1.2. Cara Kerja Alat	35



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

3.1.3. Spesifikasi Alat	41
3.1.4. Diagram Blok.....	48
3.1.5. Pengkabelan (<i>Wiring</i>)	50
3.2. Realisasi Alat	51
3.2.1. Menentukan Jenis Turbin	52
3.2.2. Konstruksi <i>Siphon</i>	58
3.2.3. Proses Perakitan Panel.....	63
BAB IV PEMBAHASAN.....	66
4.1. Pengujian Sistem PLTMH Tipe <i>Siphon Head</i> Rendah	66
4.1.1. Analisa Data Hasil Pengujian PLTMH.....	66
4.2. Analisis Pengaruh Debit Aliran Air Terhadap Kecepatan Putar Turbin	68
4.3. Analisa Karakteristik Generator	70
4.3.1. Hubungan Putaran Turbin Terhadap Tegangan Generator	70
4.3.2. Hubungan Putaran Turbin Terhadap Arus Generator	73
4.3.3. Hubungan Putaran Turbin Terhadap Daya Generator.....	75
4.4. Analisis Karakteristik Daya Listrik Generator	78
4.4.1. Perhitungan Daya Listrik.....	78
4.4.2. Perbandingan Karakteristik Daya Listrik Generator.....	81
4.5. Analisis Efisiensi Sistem PLTMH Tipe <i>Siphon Head</i> Rendah.....	83
4.5.1. Perhitungan Daya Hidraulik.....	83
4.5.2. Perhitungan Efisiensi Sistem PLTMH.....	89
4.5.3. Perhitungan Daya Mekanik Turbin	94
4.5.4. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Efisiensi Sistem	98
4.6. Analisis <i>Energy Losses</i> Sistem PLTMH	99
4.6.1. Identifikasi Sumber <i>Energy Losses</i>	100
4.6.2. Analisa Distribusi <i>Energy Losses</i>	101
4.6.3. Diagram <i>Energy Losses</i>	101
BAB V PENUTUP.....	103
5.1. Kesimpulan	103
5.2. Saran	105
DAFTAR PUSTAKA	107
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS	xiii
LAMPIRAN	xiv
Lampiran 1. Skematik PCB.....	xiv
Lampiran 2. <i>Wiring Diagram</i>	xvii
Lampiran 3. Dokumentasi Pengerjaan	xix

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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Model Sifon.....	8
Gambar 2.2 Penampang Tangki.....	12
Gambar 2.3 Aplikasi <i>Siphon</i> Pada Industri Pengolahan Air Limbah.....	15
Gambar 2.4 Turbin <i>Pelton</i>	20
Gambar 2.5 Turbin <i>Turgo</i>	21
Gambar 2.6 Turbin <i>Crossflow</i>	21
Gambar 2.7 <i>Waterwheel</i> (Kincir Air).....	22
Gambar 2.8 Turbin <i>Francis</i>	23
Gambar 2.9 Turbin <i>Kaplan</i>	24
Gambar 2.10 Turbin <i>Propeller</i>	24
Gambar 2.11 Turbin <i>Archimedes Screw</i>	25
Gambar 2.12 Turbin <i>Bulb</i>	25
Gambar 3.1 Design 3D PLTMH Tipe Sifon.....	29
Gambar 3.2 Design Tampak Samping (<i>Side View</i>).....	30
Gambar 3.3 Tampak Depan (<i>Front View</i>)	31
Gambar 3.4 Tampak Instrument-instrument pada pipa <i>inlet</i>	32
Gambar 3.5 Tata Letak Komponen Dalam Panel	33
Gambar 3.6 Pemilihan Mode.....	37
Gambar 3.7 Flowchart Cara Kerja Mode Manual	38
Gambar 3.8 <i>Flowchart</i> Cara Kerja Mode <i>Auto</i>	39
Gambar 3.9 <i>Flowchart</i> Cara Kerja Gangguan.....	41
Gambar 3.10 Diagram Blok Arsitektur Sistem PLTMH Sifon dan Telemetri Akses Ganda	48
Gambar 3.11 Plant PLTMH Tipe Sifon <i>Head Rendah</i>	51
Gambar 3.12 Luas Area Penelitian Via ArchGIS Map	53
Gambar 3.13 Penetapan Turbin <i>Propeller</i>	58
Gambar 3.14 Proses Fabrikasi <i>Plant</i>	60
Gambar 3.15 Proses Pemasangan Turbin dan Generator	62
Gambar 3.16 Proses Perakitan dan Pengkabelan (<i>Wiring</i>).....	65
Gambar 4.1 Grafik Debit Aliran Terhadap Kecepatan Putar Turbin	69
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Putaran Turbin Terhadap Tegangan Generator.....	72
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Putaran Turbin Terhadap Arus Generator	74
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Putaran Turbin Terhadap Daya Generator.....	77
Gambar 4.5 Grafik Karakteristik Daya Listrik Generator	82
Gambar 4.6 Diagram <i>Losses</i>	102



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 Komparasi Jenis Turbin PLTMH Berdasarkan Head dan karakteristik Operasi	18
Tabel 3.1 <i>Material Checklist</i>	42
Tabel 3.2 Pengamatan Data Curah Hujan Khusus Wilayah Beji, Kota Depok	52
Tabel 3.3 Perhitungan Nilai <i>Head</i> Efektif	55
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian	66
Tabel 4.2 Hubungan Debit Aliran Terhadap Kecepatan Putar Turbin	68
Tabel 4.3 Hubungan Putaran Turbin Terhadap Tegangan Generator	70
Tabel 4.4 Hubungan Putaran Turbin Terhadap Arus Generator	73
Tabel 4.5 Hubungan Putaran Turbin Terhadap Daya Generator	75
Tabel 4.6 Karakteristik Daya Listrik Generator	81
Tabel 4.7 Nilai Rata-Rata Data Pengujian	83
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Daya Hidraulik	87
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Efisiensi	92
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Daya Mekanik Turbin	98

**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 I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di Indonesia, ada 75.000–76.000 MW energi air. Dengan 3.783 MW (PLTA) dan 220 MW (PLTMH) dalam skala besar dan kecil, potensi energi air dapat digunakan sebagai pembangkit listrik, dan sebagian besar konstruksinya menggunakan material lokal (Hasyim Asy'ari et al., 2024). Pembangkit listrik tenaga mikro hidro ini sering disebut “energi putih” dikarenakan mikrohidro adalah pembangkit listrik yang ramah lingkungan yang mana proses pemanfaatannya melalui sumber daya alam (Muhammad Ihsan, 2022). PLTMH dapat memanfaatkan sumber air yang tidak terlalu besar. Tidak seperti PLTA, dengan atau tanpa *reservoir* pun PLTMH dapat beroperasi, karena dapat memanfaatkan potensi air yang kecil (M. Sofyan & Sudana, 2022).

Air yang mengalir dari ketinggian tertentu dapat menghasilkan daya yang dapat menggerakkan turbin dan generator, semakin tinggi jatuhnya air maka daya turbin untuk menggerakkan generator dapat menghasilkan energi yang semakin besar, hal ini disebabkan oleh perubahan energi kinetik yang disebabkan oleh aliran air untuk menggerakkan turbin sehingga generator listrik dapat menghasilkan energi listrik (Raihan & Sari, 2022). Debit andalan adalah debit yang tersedia sepanjang tahun dengan besarnya resiko kegagalan tertentu, digunakan untuk berbagai macam keperluan, misalnya irigasi, PLTA, air baku dan lain-lain. Debit andalan merupakan debit minimum Sungai, kemungkinan debit dapat dipenuhi ditetapkan 80% sehingga kemungkinan debit Sungai lebih rendah dari debit andalan sebesar 20% (Ciseel, 2024). Selain aspek teknis, penerapan standar manajemen energi seperti *ISO 50001* juga terbukti efektif dalam mengoptimalkan kinerja sistem pembangkitan dengan menerapkan prinsip efisiensi energi dan kontrol berkelanjutan. Standar ini dapat menjadi acuan dalam merancang sistem PLTMH modern yang tidak hanya efisien tetapi juga berorientasi pada pengelolaan energi yang terukur (Salsabila et al., 2025).

Dengan memiliki sistem *monitoring* yang handal, PLTMH dapat meningkatkan efisiensi operasionalnya, melakukan pemeliharaan preventif, dan



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

mengoptimalkan produksi listrik secara lebih terukur. IoT merupakan sebuah teknologi dimana sebuah perangkat mampu melakukan proses *transfer* data melalui jaringan internet sehingga tidak lagi membutuhkan interaksi antara manusia dan komputer (Yastica et al., 2024). konsep IoT dapat diterapkan dalam merancang suatu alat yang berfungsi untuk membaca tegangan, arus dan frekuensi menggunakan sebuah sensor, kemudian data yang diterima oleh sensor diteruskan ke mikrokontroler untuk diolah menjadi sebuah data yang dapat dikirimkan melalui internet guna ditampilkan dalam sebuah website guna *monitoring* dan melakukan kontrol secara *realtime*, jarak jauh dan cepat (Zaini et al., 2020).

Pada bagian IoT, sensor tegangan, dan sensor *INA219* sebagai input yang berfungsi untuk mengambil data arus, tegangan, dan daya, data yang didapat nantinya akan langsung diproses melalui mikrokontroler *NodeMCU ESP 8266* dan output datanya akan dihubungkan ke internet menggunakan media WiFi melalui aplikasi Blynk pada smartphone serta akan ditampilkan juga log database outputnya melalui Google Spreadsheet (Baswara & Alfaqi, 2023). Selain itu, penerapan *Edge Computing* juga dapat mengurangi beban jaringan dengan memproses data secara lokal sebelum dikirim ke *cloud*, sehingga lebih hemat *bandwidth* dan energi (Agustini, 2025).

Integrasi ini memungkinkan mesin-mesin ataupun jaringan untuk berkomunikasi dalam menyeimbangkan pembangkitan listrik serta penggunaan energi yang lebih hemat maupun efektif. Perangkat ini juga bisa memungkinkan akses *remote control* dari pengguna, atau bisa juga manajemen dari satu pusat lewat interface yang berbasis *cloud* (S. Sofyan et al., 2022). Objek buatan manusia yang dapat diberi alamat Protokol Internet (IP) dan mampu men-*transfer* data melalui jaringan (Syahputra et al., 2022).

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan, pada penelitian sebelumnya yang sudah pernah dilaksanakan menunjukkan bahwa pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) masih menghadapi berbagai kendala, khususnya pada penerapan di wilayah dengan kondisi *head* rendah. Penggunaan turbin konvensional seperti *cross-flow*, *Pelton*, *Turgo*, *Francis*, maupun *propeller/Kaplan* umumnya memerlukan penyesuaian struktur sipil yang kompleks dan biaya tinggi, sehingga kurang efisien untuk diaplikasikan pada kondisi



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

topografi *low head*. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan alternatif yang lebih adaptif terhadap keterbatasan lingkungan tersebut.

Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah pemanfaatan sistem PLTMH tipe *siphon* (Sifon) dengan sistem otomasi *vacuum priming* berbasis ESP32 yang dapat melakukan inisiasi aliran fluida secara mandiri, menawarkan fleksibilitas dalam instalasi tanpa memerlukan pembangunan bendungan atau perubahan signifikan terhadap struktur *eksisting*. Sistem ini memungkinkan pemanfaatan energi potensial air secara lebih sederhana dan ekonomis, terutama pada aliran dengan kapasitas kecil. Keunggulan utama sistem *siphon* terletak pada fleksibilitas instalasi pemipanya yang mampu melompati rintangan elevasi, tanpa perlu merusak profil bendung atau membangun saluran pembawa (*penstock*) baru di dasar air. Dengan demikian, pendekatan ini menjadi relevan untuk mendukung pengembangan pembangkit skala mikro yang lebih aplikatif di berbagai kondisi lapangan. Berdasarkan hal tersebut, penulis mencoba melakukan penelitian terkait perancangan dan implementasi sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) tipe *siphon* pada kondisi *head* rendah yang dipadukan dengan otomasi *vacuum priming* berbasis ESP32 serta pengembangan sistem *monitoring* berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan dukungan *edge server*, guna meningkatkan efisiensi konversi energi, keandalan operasional, dan *kontinuitas* akuisisi data.

Dalam rangka meningkatkan keandalan sistem agar sesuai dengan kebutuhan operasional yang lebih tinggi, diperlukan pengembangan infrastruktur IoT berbasis *edge server* yang mampu melakukan penyimpanan data secara lokal. Tren telemetri saat ini banyak mengadopsi teknologi *Internet of Things* (IoT) berbasis *Cloud-only* (seperti Google Sheet, Blynk, atau ThingSpeak). Namun, arsitektur ini memiliki kelemahan fatal karena jika koneksi internet terputus, akuisisi data terhenti dan mengakibatkan kehilangan data permanen (*data loss*). Melalui pendekatan ini, sistem pemantauan diharapkan mampu menyediakan mekanisme akses ganda (*dual-access*), yaitu akses melalui jaringan lokal (LAN/WiFi) untuk mendukung operasional di lapangan saat kondisi *offline*, serta akses jarak jauh yang aman ketika sistem terhubung dengan jaringan internet.



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

1.2. Perumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut, terdapat beberapa rumusan masalah pada penelitian ini, adapun rumusan masalahnya yaitu:

1. Bagaimana pengaruh debit aliran air terhadap kecepatan putar turbin pada prototipe PLTMH tipe *siphon head* rendah?
2. Bagaimana pengaruh kecepatan putar turbin terhadap keluaran generator yang dihasilkan?
3. Bagaimana karakteristik daya listrik yang dihasilkan generator pada sistem PLTMH tipe *siphon head* rendah?

1.3. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijabarkan, terdapat tujuan dari dilakukannya pada penelitian ini, adapun berbagai tujuannya yaitu:

1. Menganalisa pengaruh debit aliran air terhadap kecepatan putar turbin pada sistem PLTMH tipe *siphon head* rendah.
2. Menganalisis hubungan antara kecepatan putar turbin dan karakteristik keluaran generator yang meliputi tegangan, arus, dan frekuensi.
3. Menentukan nilai efisiensi kinerja sistem PLTMH tipe *siphon head* rendah berdasarkan hasil konversi energi dari daya hidrolik menjadi daya listrik.

1.4. Luaran

Terdapat beberapa luaran yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini, adapun berbagai luaran diantaranya yaitu:

1. Prototipe pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) tipe *siphon head* rendah yang terintegrasi dengan sistem *starting* otomatis menggunakan pompa vakum DC dan IoT.
2. Sistem *monitoring* berbasis IoT yang dilengkapi dengan fitur *edge server* untuk penyimpanan data lokal serta integrasi dengan platform *cloud*.
3. Artikel ilmiah yang sesuai dengan topik yang dibahas, dan disubmit dalam jurnal SNTM (Seminar Nasional Teknik Mesin), PNJ, serta jurnal Internasional.
4. Dokumen ilmiah berupa laporan Tugas Akhir yang sistematis serta berpotensi untuk dikembangkan menjadi publikasi pada jurnal ilmiah.

5. Hak cipta prototipe pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) tipe *siphon head* rendah berbasis IoT.



© 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 mengumunkan 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 mengemukakan 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, implementasi, pengujian, serta analisis terhadap sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) tipe *siphon head* rendah dengan sistem otomasi *vacuum priming*, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Penelitian ini berhasil merancang dan merealisasikan prototipe PLTMH tipe *siphon head* rendah yang mengintegrasikan sistem hidrolik, turbin, generator, sistem otomasi *vacuum priming* berbasis ESP32, serta sistem *monitoring* berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan *edge server* Raspberry Pi. Integrasi seluruh komponen tersebut mampu menghasilkan sistem pembangkit yang bekerja secara otomatis, sehingga proses pembentukan vakum berlangsung tanpa intervensi operator dan *kontinuitas* aliran pada sistem *siphon* dapat dipertahankan selama proses pengujian.
2. Variasi debit aliran air memberikan pengaruh terhadap karakteristik kerja turbin dan generator. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan debit dari 27,3 L/s hingga 33,0 L/s diikuti oleh peningkatan putaran turbin dari 496 RPM hingga mencapai 756 RPM. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa semakin besar energi hidrolik yang diterima turbin, semakin besar pula energi mekanik yang dihasilkan. Meskipun demikian, pada beberapa kondisi masih dijumpai fluktuasi putaran yang dipengaruhi oleh rugi-rugi aliran, karakteristik turbin, serta perubahan kondisi operasi selama pengujian berlangsung.
3. Hasil analisis karakteristik generator menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan putar turbin berpengaruh terhadap peningkatan tegangan dan daya keluaran generator. Tegangan keluaran generator selama pengujian berada pada rentang 28,74 V hingga 46,49 V, sedangkan arus keluaran mencapai 2,32 A pada



© 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

kondisi tertentu. Daya listrik maksimum yang berhasil dihasilkan sistem sebesar 73,43 W, yang diperoleh pada kondisi debit dan putaran turbin tertinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa performa generator dipengaruhi secara langsung oleh kestabilan energi mekanik yang diterima dari turbin.

4. Analisis efisiensi memperlihatkan bahwa sistem mampu mengonversi energi hidrolik menjadi energi listrik dengan performa yang baik. Nilai efisiensi dipengaruhi oleh besarnya daya hidrolik yang tersedia serta rugi-rugi energi yang terjadi pada setiap tahapan konversi, meliputi kehilangan energi akibat gesekan fluida pada sistem perpipaan, rugi-rugi mekanik pada turbin dan transmisi, serta rugi-rugi listrik pada generator. Walaupun masih terdapat kehilangan energi selama proses pembangkitan, sistem yang dikembangkan mampu mempertahankan karakteristik operasi yang stabil sehingga menghasilkan keluaran listrik yang sesuai dengan tujuan penelitian.
5. Penerapan sistem otomasi *vacuum priming* terbukti meningkatkan keandalan operasi PLTMH tipe *siphon head* rendah. Sistem mampu melakukan proses pembentukan vakum secara otomatis sehingga mempercepat terbentuknya aliran *siphon* dan mengurangi ketergantungan terhadap pengoperasian secara manual. Selain itu, sistem *monitoring* berbasis IoT mampu melakukan akuisisi, penyimpanan, dan penyajian data parameter operasi secara *real-time* melalui jaringan lokal maupun internet. Fitur tersebut memberikan kemudahan dalam proses pemantauan, evaluasi kinerja, dan pengambilan keputusan terhadap kondisi operasi sistem secara berkelanjutan.
6. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan teknologi *siphon* yang dipadukan dengan sistem otomasi *vacuum priming* dan *monitoring* berbasis IoT mampu meningkatkan keandalan operasional PLTMH pada kondisi *head* rendah. Sistem yang dikembangkan tidak hanya mampu menghasilkan keluaran



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

listrik yang stabil, tetapi juga memberikan efisiensi konversi energi yang baik serta mendukung proses pemantauan secara digital. Dengan karakteristik tersebut, sistem ini memiliki potensi untuk diterapkan sebagai alternatif pembangkit listrik tenaga mikrohidro skala kecil pada wilayah yang memiliki potensi sumber daya air dengan kondisi *head* rendah.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat dijadikan sebagai bahan pengembangan pada penelitian berikutnya adalah sebagai berikut.

1. Pengujian sistem perlu dilakukan pada rentang debit, *head*, dan variasi beban listrik yang lebih beragam sehingga karakteristik unjuk kerja PLTMH dapat dianalisis secara lebih menyeluruh serta mampu merepresentasikan kondisi operasi yang lebih mendekati aplikasi di lapangan.
2. Optimalisasi desain sistem hidraulik, terutama pada konfigurasi pipa, sambungan, dan saluran masuk menuju turbin, perlu dilakukan untuk meminimalkan rugi-rugi aliran sehingga energi hidraulik yang diteruskan ke turbin dapat dimanfaatkan secara lebih efektif.
3. Pengembangan desain turbin dan sistem transmisi disarankan dilakukan melalui pendekatan simulasi maupun pengujian eksperimental agar diperoleh konfigurasi yang mampu menghasilkan efisiensi konversi energi yang lebih tinggi pada kondisi *head* rendah.
4. Sistem pembangkitan dapat dikembangkan dengan menggunakan generator yang memiliki karakteristik lebih sesuai terhadap rentang putaran turbin sehingga kestabilan tegangan, arus, dan daya keluaran dapat ditingkatkan pada berbagai kondisi operasi.
5. Pengembangan sistem *monitoring* berbasis IoT dapat diarahkan pada penerapan penyimpanan data berbasis *cloud*, analisis *historis*, *predictive maintenance*, serta sistem peringatan dini (*early warning*

system) untuk meningkatkan keandalan, keamanan, dan kemudahan pengelolaan sistem pembangkit.

6. Penelitian selanjutnya disarankan mengimplementasikan sistem pada skala lapangan dengan periode pengujian yang lebih panjang sehingga dapat dievaluasi pengaruh perubahan debit musiman, kondisi lingkungan, serta variasi beban terhadap efisiensi, keandalan, dan umur operasional sistem PLTMH secara lebih komprehensif.



© 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, S. (2025). Kajian Literatur: Perkembangan Edge Computing dalam Mendukung IoT. *Engineering and Technology International Journal*, 7(01), 36–43. <https://doi.org/10.55642/eatij.v7i01.969>
- Ardo, B. (2022). *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di Desa Tanjung Raman Talang Air Selepah Kecamatan Pendopo Kabupaten Empat Lawang*. 19(April), 81–92.
- Baswara, A. R. C., & Alfaqi, R. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Berbasis Internet Of Things (IoT). *Jurnal Teknologi Elektro*, 14(1), 39. <https://doi.org/10.22441/jte.2023.v14i1.008>
- Ciseel, S. (2024). *Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di Sungai Ciseel*. 7(2), 145–152.
- Guerra, J., Velásquez, L., Rubio-Clemente, A., Jaramillo, L., & Chica, E. (2024). Design and optimization of a siphon turbine using the response surface methodology. *Results in Engineering*, 22(April), 102241. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102241>
- Hasyim Asy'ari, U., Jombang, T., Universitas, B., Asy'ari, H., Irian Jaya, J., Tromol, T., Ix, P., & Jatim, J. (2024). PENGEMBANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) DENGAN POMPA AIR MENGGUNAKAN TURBIN PELTON SKALA PROTOTYPE Irfan Ardiansyah. *Jurnal Ilmiah Nusantara (JINU)*, 1(5), 202–209. <https://doi.org/10.61722/jinu.v1i5.2519>
- Indah Pratiwi, Rusdianasari, & Ahmad Muhajir. (2026). Analisis Pemilihan Jenis Turbin PLTMH Berdasarkan Rentang Head pada Sistem Pemanfaatan Air Buangan Pembangkit Listrik. *Jurnal Teknik UNIPA*, 24 (1)(01), 45–50.
- Jurayev, A. M., Kalmikov, S. V., & Mukhammad Olim, H. U. (2024). Features of the Siphon Effect Application in Power Generation. *International Conference on Thermal Engineering*, 1(1), 2–4.
- Miftah Farhan1), R. H. Y. S. (2021). 653-Article Text-3247-1-10-20210708. *Pengaruh Pembebanan Terhadap Arus Eksitasi Generator Unit 2 Pltmh Curug*, 11(1), 1–6.
- Muhammad Ihsan. (2022). *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Pltmh) Turbin Whirlpool Skala Prototype*. 6–6.
- Putra, W. E., Sukerayasa, I. W., & Giriantari, I. A. D. (2023). *Studi Potensi Pembangkit Listrik Kabupaten Tabanan*. 10(2), 14–25.
- Qodri, A. H. (2023). *Studi Kelayakan Teknik Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro Di Desa Santong Kabupaten Lombok Utara*. <http://eprints.unram.ac.id/id/eprint/42806>
- Raihan, L. F., & Sari, D. R. (2022). *RANCANG BANGUN PEMBANGKIT*



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

LISTRIK TENAGA. 1–8.

- Salsabila, S., Zulkarnain, M. R., Musa, L. O., & Yunus, M. Y. (2025). *Sistem Pengaturan Beban dan Monitoring Berbasis IoT pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Jenis Turbin Pelton*. 23(2), 229–236.
- Simanjorang, B., Siahaan, S., & Hutabarat, J. L. (2021). Studi Analisis Eksitasi dan Governor Untuk Mengatur Tegangan dan Frekuensi Keluaran Generator Pada PLTMH Aek Raisan I. *Jurnal ELPOTecs*, 4(2), 22–28. <https://doi.org/10.51622/elpotecs.v4i2.431>
- Sofyan, M., & Sudana, I. M. (2022). Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Berdasarkan Debit Air dan Kebutuhan Energi Listrik. *Jurnal Listrik, Instrumentasi, Dan Elektronika Terapan*, 3(2), 31–39. <https://doi.org/10.22146/juliet.v3i2.64410>
- Sofyan, S., Naim, K., & Basri, M. A. (2022). Rancang Bangun Electronic Load Control Generator pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Berbasis Mikrokontroler dan IoT. *Jurnal Teknologi Elekterika*, 19(1), 23. <https://doi.org/10.31963/elekterika.v6i1.3397>
- Syahputra, R., Fasha, R. M., Chamim, A. N. N., & Purwanto, K. (2022). Prototipe Sistem Monitoring pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. *Semesta Teknika*, 25(1), 40–46. <https://doi.org/10.18196/st.v25i1.13180>
- Westermann, K., Woud, M. L., Cwik, J. C., Graz, C., Nyhuis, P., Margraf, J., & Blackwell, S. E. (2021). (2021). *No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title. 6.*
- Yastica, T. V., Pulungan, M. A., & Rendra, M. (2024). Sistem Monitoring Berbasis IoT pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Tangsijaya. *Warta LPM*, 27(2), 196–205. <https://doi.org/10.23917/warta.v27i2.4235>
- Zaini, M., Safrudin, S., & Bachrudin, M. (2020). Perancangan Sistem Monitoring Tegangan, Arus Dan Frekuensi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Berbasis Iot. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 22(2), 139. <https://doi.org/10.24912/tesla.v0i0.9081>

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 RIWAYAT HIDUP PENULIS



Bagas Airlambang

Lulus dari Mts.Tsaqofah Islamia tahun 2015, SMP PGRI Klapanunggal tahun 2018, dan SMKN 1 Cibinong tahun 2022. Penulis menjalani pendidikan lanjut di Politeknik Negeri Jakarta dengan Program Studi D4 Teknik Otomasi Listrik Industri, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

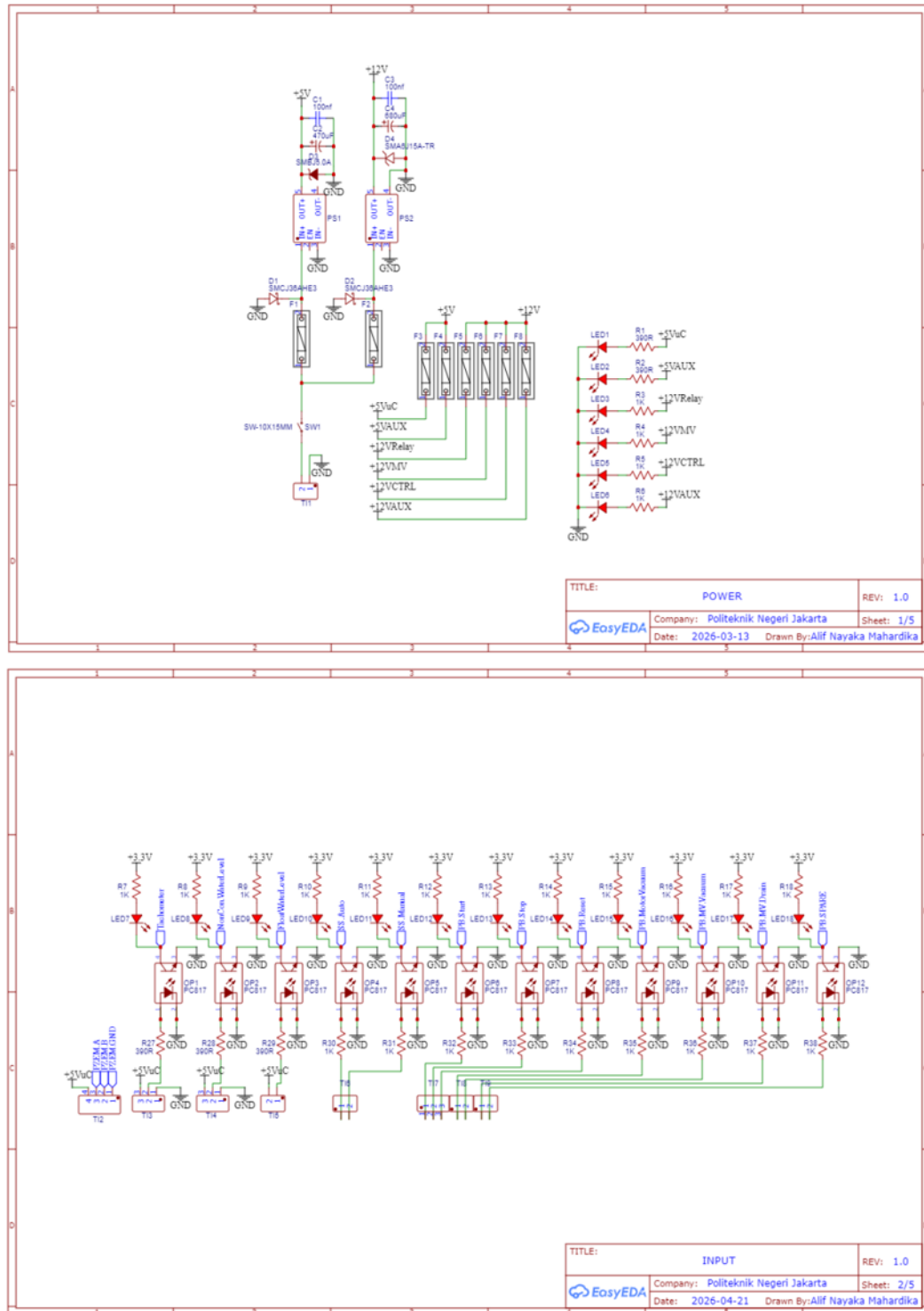
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1. Skematik PCB

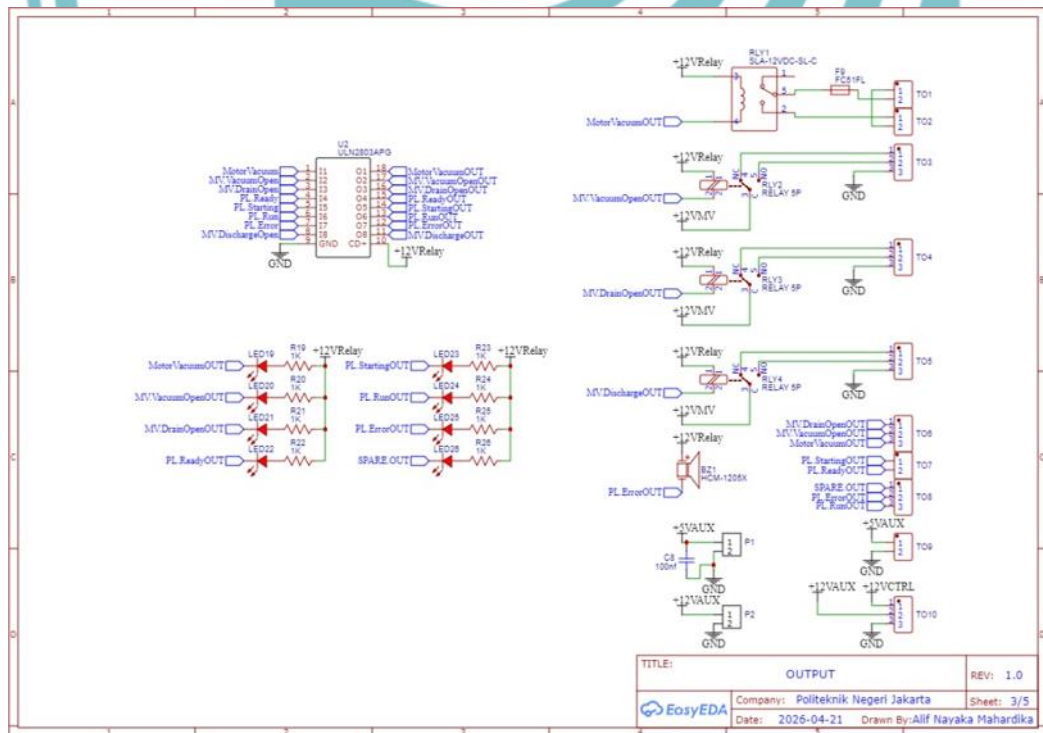
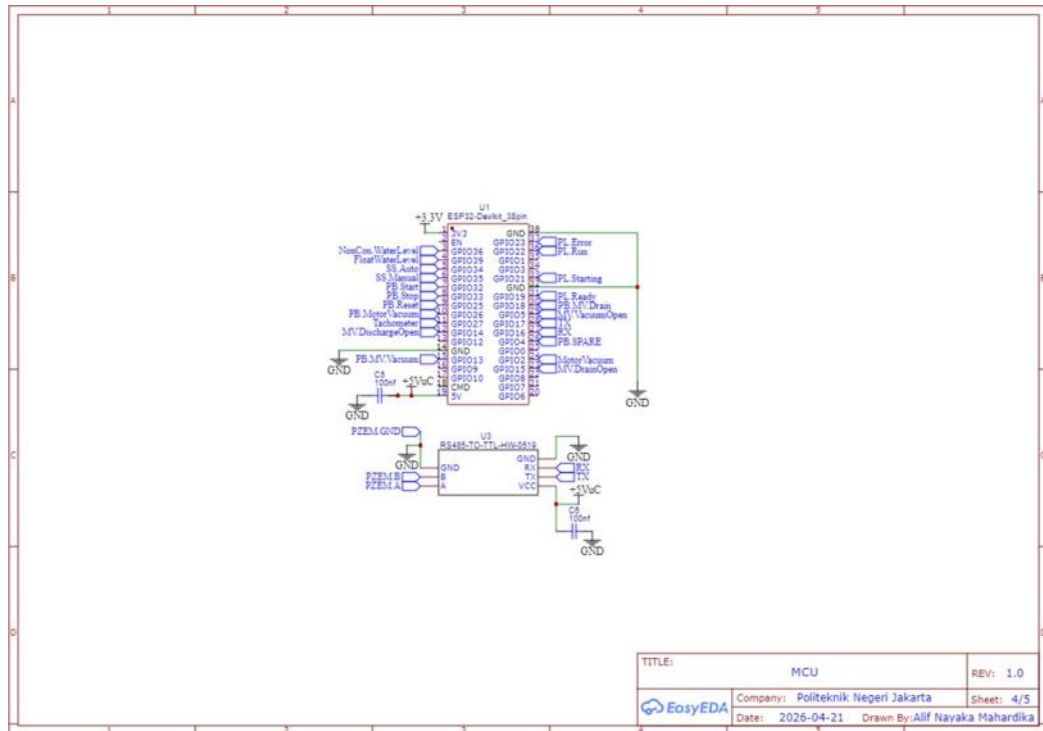




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

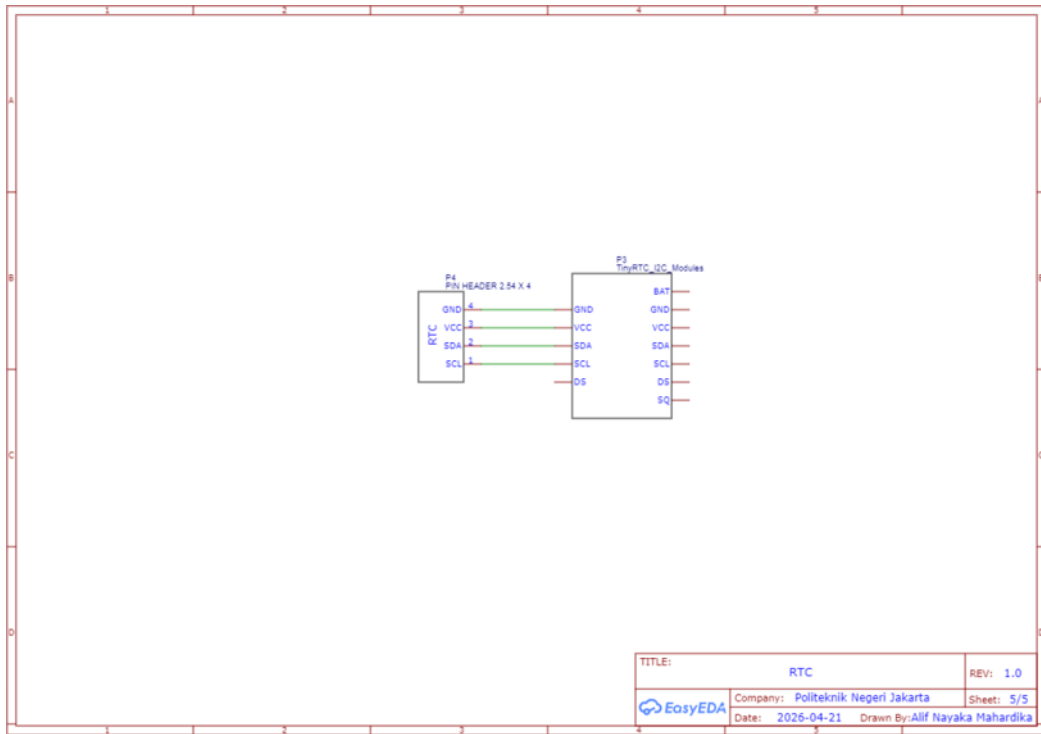
Hak Cipta :

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 mengemukakan 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

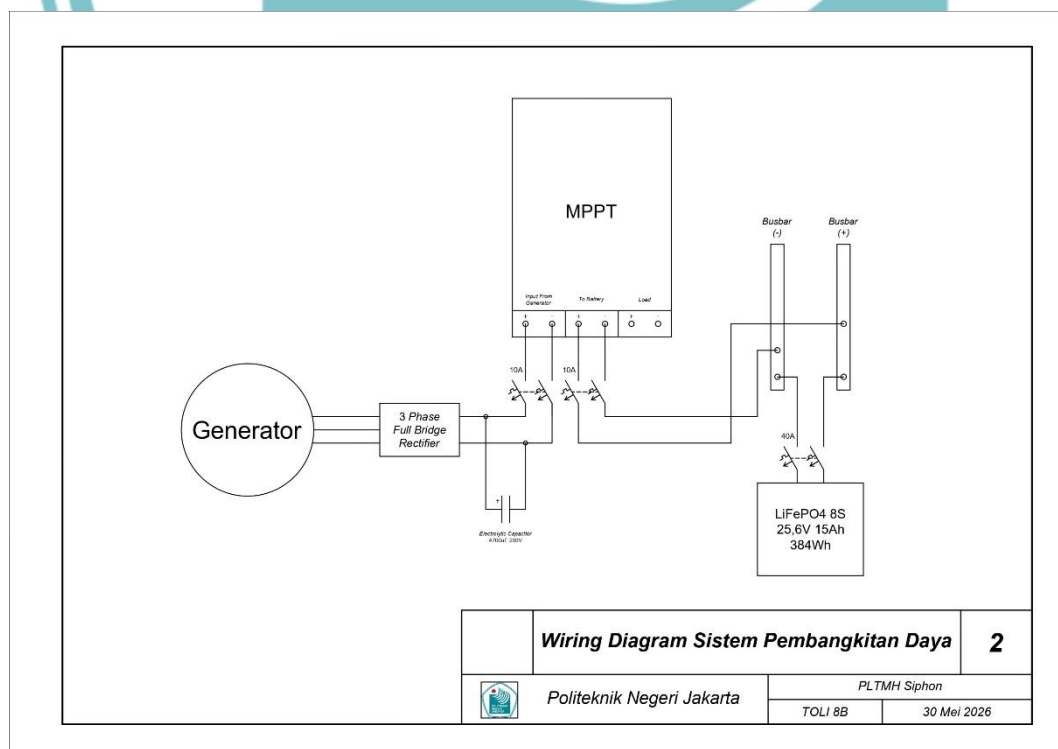
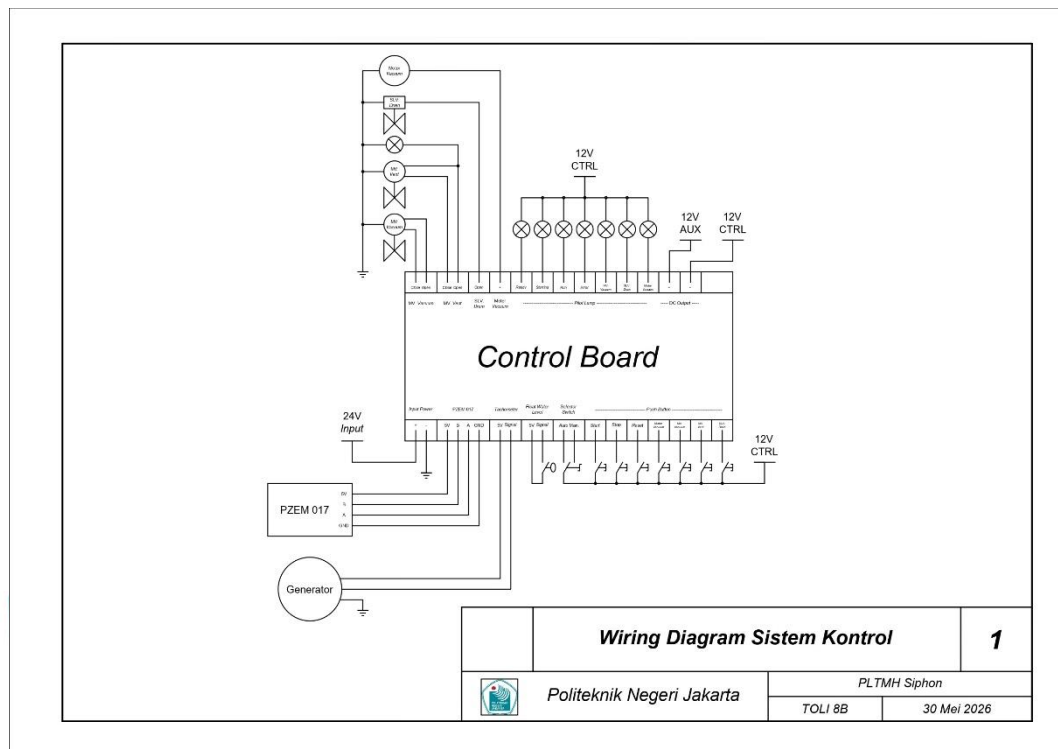
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2. Wiring Diagram

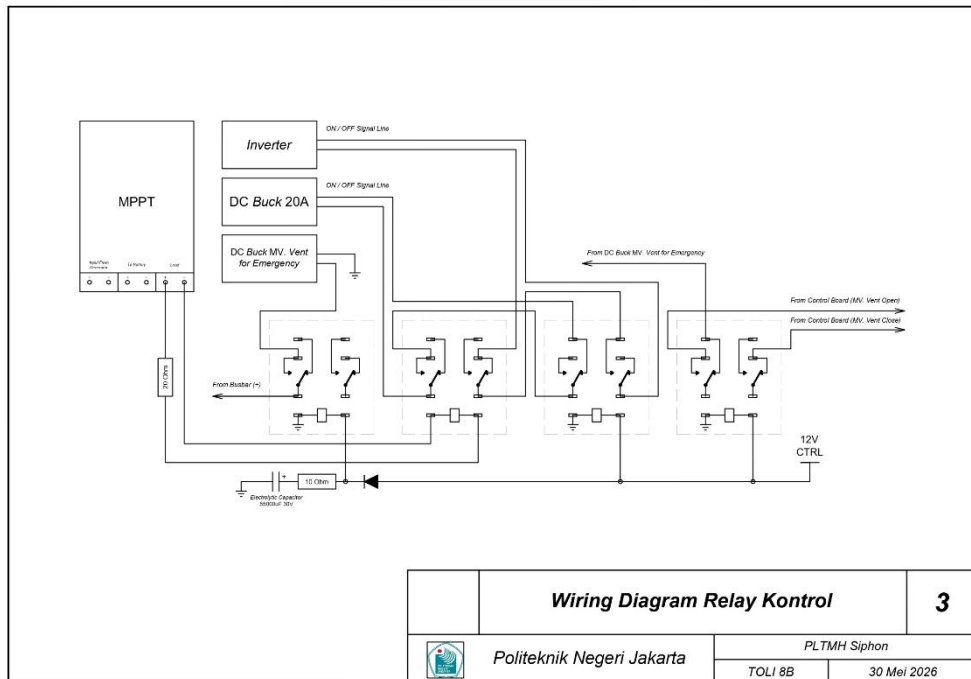




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Lampiran 3. Dokumentasi Pengerjaan



© 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 mengemukakan 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 mengemukakan 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 mengumunkan 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

