



© 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



**PERANCANGAN DAN ANALISIS KINERJA TURBIN UAP AKSIAL
MELALUI SIMULASI DAN PENGUJIAN EKSPERIMENTAL PADA
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP SKALA RENDAH**

TESIS

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**Albait Malikul Izzat
NIM. 2309521013**

PROGRAM STUDI

**MAGISTER TERAPAN REKAYASA TEKNOLOGI MANUFAKTUR
PASCASARJANA POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

DEPOK

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



**PERANCANGAN DAN ANALISIS KINERJA TURBIN UAP AKSIAL
MELALUI SIMULASI DAN PENGUJIAN EKSPERIMENTAL PADA
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP SKALA RENDAH**

TESIS

Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan mencapai derajat
Magister Terapan dalam Bidang Rekayasa Teknologi Manufaktur

Albait Malikul Izzat
NIM. 2309521013

PROGRAM STUDI
MAGISTER TERAPAN REKAYASA TEKNOLOGI MANUFAKTUR
PASCASARJANA POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
DEPOK
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

HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis ini saya susun tanpa tindakan plagiarisme sesuai dengan peraturan yang berlaku di Politeknik Negeri Jakarta.

Jika dikemudian hari ternyata saya melakukan plagiarisme, saya akan bertanggung jawab sepenuhnya dan menerima sanksi yang diajukan oleh Politeknik Negeri Jakarta kepada saya.

Depok, 21 Januari 2026



Albait Malikul Izzat

NIM. 2309521013

**POLITEK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis yang saya susun ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Albait Malikul Izzat

NIM : 2309521013

Tanda Tangan : 

Tanggal : 21 Januari 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

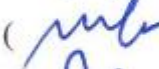
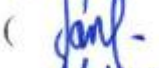
HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini yang diajukan oleh :

Nama : Albait Malikul Izzat
NIM : 2309521013
Program Studi : Magister Terapan Rekayasa Teknologi Manufaktur
Judul : Perancangan dan Analisis Kinerja Turbin Uap Aksial Melalui Simulasi dan Pengujian Eksperimental pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap Skala Rendah

telah diuji oleh Tim Penguji dalam Sidang tesis pada hari Rabu tanggal 14 bulan Januari tahun 2026 dan dinyatakan LULUS untuk memperoleh derajat gelar Magister Terapan pada Program Studi Magister Terapan Rekayasa Teknologi Manufaktur Politeknik Negeri Jakarta.

Pembimbing I : Ir. Haolia Rahman, S.T., M.T., Ph.D
Pembimbing II : Dr. Gun Gun Ramdhan Gunadi, S.T., M.T.
Penguji I : Dr. Dianta Mustofa Kamal, S.T., M.T.
Penguji II : Dr. Sonki Prasetya, S.T, M.Sc.
Penguji III : Dr. Candra Damis Widiawaty, S.TP., M.T.

()
()
()
()
()

Depok, 21 Januari 2026

Disahkan oleh
Kepala Pascasarjana Politeknik Negeri Jakarta




Dr. Isdawimah, S.T, M.T
NIP. 196305051988112001



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

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alaamiin puji dan syukur saya ucapkan kepada Allah SWT, karena atas izin-Nya saya diberi kemampuan untuk menyelesaikan tesis ini dengan melewati berbagai kendala, hambatan dan ujian. Tesis ini pun tidak dapat terselesaikan dengan baik tanpa adanya bantuan dan dukungan dari orang-orang terdekat. Pada kesempatan ini, saya mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah membantu dan mendukung saya sehingga tesis ini bisa selesai dengan baik dan lancar, di antaranya :

1. Kepada Ibu Dr. Isdawimah, S.T, M.T selaku Ketua Pascasarjana, dan Ibu Prof. Dr. Tatun Hayaun Nufus, S.T, M.Si selaku Ketua Program Studi Magister Terapan Rekayasa Teknologi Manufaktur atas segala bentuk perhatian kepada seluruh mahasiswa/i MTRTM.
2. Kepada dosen pembimbing saya Bapak Haolia Rahman, Ph.D dan Bapak Dr. Gun Gun Ramdhan Gunadi, S.T., M.T. yang selalu dengan sabar membimbing dan mengarahkan saya dalam menyelesaikan segala permasalahan teknis dan teori selama pelaksanaan pengerjaan tesis, selalu memberikan motivasi dan kalimat positif serta tidak lupa mengingatkan saya untuk tetap menjaga diri dan kesehatan.
3. Kepada istri saya Tazkiyah Muthmainnah HSB dan anak kami Ahmad Yusuf Munfarrij dan Hasbie Maula Dayyan atas segala pengertian dan kesabaran yang besar dalam menemani saya menyelesaikan pendidikan ini. saya mohon maaf atas berkurangnya kualitas kebersamaan dan waktu yang kita luangkan bersama.
4. Kepada Ayah dan Ibu saya, bapak Drs. H. A. M. Kahfie dan Ibu Dini Wardiani S.K.M., M.Kes, dalam mendukung saya secara moril dan materil untuk menyelesaikan tesis ini.



© 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

5. Seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah membantu saya baik secara langsung maupun tidak langsung, baik secara moril dan materiil.

Semoga dengan adanya laporan ini, dapat menjadi suatu ilmu yang bisa bermanfaat dan berkah bagi saya dan bagi orang lain yang membacanya. Saya mohon maaf atas kekurangan pada Tesis ini, semoga kekurangan yang ada ke depannya dapat disempurnakan.

Penulis,

Albait Malikul Izzat





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 PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai civitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Albait Malikul Izzat
NIM : 2309521013
Program Studi : Magister Terapan Rekayasa Teknologi Manufaktur
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

”Perancangan dan Analisis Kinerja Turbin Uap Aksial Melalui Simulasi dan Pengujian Eksperimental pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap Skala Rendah”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan)*. Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Politeknik Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalih medikan/mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 21 Januari 2026

Yang menyatakan

Albait Malikul Izzat

NIM. 2309521013



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

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengembangkan, dan menguji sistem pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) skala kecil berbasis turbin uap aksial sebagai alternatif penyediaan energi listrik di daerah terpencil yang belum teraliri jaringan listrik PLN. Sistem ini dirancang agar dapat memanfaatkan berbagai macam bahan bakar yang tersedia di daerah terpencil, sehingga memiliki fleksibilitas dalam pengoperasiannya. Desain sistem dilakukan menggunakan perangkat lunak *SolidWorks 2022* yang meliputi analisis struktural, termal, dan aliran fluida pada komponen utama, seperti turbin uap, boiler, dan sistem distribusi uap. Prototipe turbin uap skala laboratorium menggunakan tujuh bilah rotor di tiap sisi *cover* turbin ortogonal, sementara boiler dibuat dari tabung *refrigerant* yang dimodifikasi. Bahan bakar yang digunakan dalam proses pengujian adalah gas *LPG* sebagai representasi sumber energi panas. Pengujian eksperimental dilakukan dengan mengukur parameter putaran poros turbin dan alternator, temperatur, laju aliran massa uap, serta tegangan dan arus listrik keluaran. Variasi pengujian dilakukan pada tekanan uap sebesar 200 *psi*, 150 *psi*, dan 100 *psi*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan tekanan uap maksimum sebesar 200 *psi*, kecepatan rotasi hingga 1305,8 *rpm*, serta daya listrik keluaran sebesar 2,4 [*W*]. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem turbin uap skala kecil yang dikembangkan berpotensi untuk diaplikasikan sebagai pembangkit listrik alternatif di daerah terpencil, meskipun masih diperlukan pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan efisiensi sistem secara keseluruhan.

Kata kunci : Turbin uap aksial, PLTU skala kecil, simulasi *SolidWorks*, pengujian kinerja



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 PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
HALAMAN SIMBOL	xvi
HALAMAN SINGKATAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Batasan Masalah	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Energi dan Pembangkit Listrik Skala Kecil	5
2.2. Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)	6
2.3. Turbin Uap	7
2.3.1. Klasifikasi Turbin Uap	7
2.3.2. Turbin Satu Tahap dan Keunggulannya	9
2.3.3. Parameter Desain Turbin Uap	10
2.4. Fluida Kerja: Uap Air	10



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

2.5. Sistem Boiler Skala Kecil	13
2.5.1. Prinsip Kerja Boiler Uap	13
2.6. Sistem Transmisi dan Alternator	14
2.6.1. Transmisi Mekanik: <i>Pulley</i> dan <i>V-Belt</i>	14
2.6.2. Alternator sebagai Konversi Energi	15
2.6.3. Efisiensi dan Kerugian Sistem	15
2.7. Perhitungan Daya Input	16
2.8. Perhitungan laju alir massa (<i>mass flow rate</i>)	16
2.9. Perhitungan Daya Listrik (<i>Output</i>)	17
2.10. Perhitungan Efisiensi Sistem	17
2.11. Kajian Artikel Sebidang	18
2.12. <i>State of The Art</i> Penelitian	22
2.13. Peta Jalan Penelitian Turbin Uap Skala Kecil	27
BAB 3. METODE PENELITIAN	30
3.1. Desain Sistem pada Turbin Uap	32
3.2. Skema Simulasi Aliran Fluida	34
3.2.1. Tahap <i>Pre Processor</i>	35
3.2.2. Tahap <i>Processor</i>	37
3.2.1. Tahap <i>Post Processor</i>	39
3.3. Proses Fabrikasi Turbin	41
3.3.1. Pembuatan Rangka Turbin	41
3.3.2. Fabrikasi <i>Runner</i> dan <i>Body</i> Turbin	42
3.3.3. Sistem Poros dan Bantalan	43
3.3.4. Fabrikasi Sistem Boiler dan Pipa Distribusi Uap	44
3.3.5. Sistem Transmisi Daya	46
3.4. Pengujian Sistem Turbin Uap	47
3.4.1. Skema dan Alur Pengujian	47
3.4.2. Metode Pengujian	50



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

3.4.3. Peralatan Pengujian	50
3.4.4. Parameter dan Data yang Dikumpulkan.....	58
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	59
4.1. Hasil Simulasi	59
4.2. Spesifikasi Umum Turbin	64
4.3. Hasil Fabrikasi Turbin	65
4.4. Hasil Pengujian	66
4.4. 1. Perhitungan <i>mass flow rate</i> uap	67
4.4. 2. Perhitungan <i>HHV</i> Gas <i>LPG</i>	69
4.4. 3. Perhitungan Daya Input.....	72
4.4. 4. Pengukuran <i>RPM</i> Pada Poros Turbin Dan Alternator	73
4.4. 5. Pengukuran Suhu	87
4.4. 6. Pengukuran Tegangan dan Arus Listrik	95
4.4. 7. Pengukuran Daya Listrik.....	108
4.4. 8. Perhitungan Efisiensi Sistem.....	109
BAB 5. KESIMPULAN	113
DAFTAR PUSTAKA.....	114

**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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Prinsip Kerja Turbin Uap (a) dan Diagram <i>T-s</i> Siklus <i>Rankine</i> (b) [14]	6
Gambar 2. 2 Perbedaan Turbin Impuls dan Turbin Reaksi [18]	8
Gambar 2. 3 Diagram <i>T-s</i> [14]	12
Gambar 2. 4 Skema <i>Water Tube Boiler</i> dan <i>Fire Tube Boiler</i>	13
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian	31
Gambar 3. 2 Desain Turbin Uap Skala kecil	32
Gambar 3. 3 Tampak Depan (a) dan Samping (b) Desain Turbin Uap Skala kecil	33
Gambar 3. 4 <i>Axial Turbine 3D</i>	34
Gambar 3. 5 <i>Mesh</i>	36
Gambar 3. 6 <i>Boundary Conditions</i>	37
Gambar 3. 7 Menu <i>Result</i> pada <i>Solidworks Flow Simulation</i>	39
Gambar 3. 8 <i>Flow Trajectories</i> pada menu <i>Results</i>	40
Gambar 3. 9 <i>Cut Plot</i> Temperatur pada Menu <i>Results</i>	41
Gambar 3. 10 <i>Aluminium V-slot 4040</i>	42
Gambar 3. 11 Tampak belakang turbin(a) dan <i>branch pipe 1 to 8</i> (b)	42
Gambar 3. 12 Bearing Koyo 6205 RS CN	43
Gambar 3. 13 Skema Perakitan boiler, <i>pressure gauge</i> , <i>ball valve</i> , <i>branch pipe 1-8</i>	45
Gambar 3. 14 Perakitan <i>Pulley</i> dan <i>V-Belt</i>	47
Gambar 3. 15 Diagram Alir Skema Pengujian	48
Gambar 3. 16 Berat Tabung Boiler Sebelum Dipanaskan	49
Gambar 3. 17 Kompor Mawar 201	49
Gambar 3. 18 Tabung Gas <i>LPG</i> 3 Kg	51
Gambar 3. 19 Alternator Mobil	52
Gambar 3. 20 <i>Pulley A1 3 inch, 6 inch</i> , dan <i>V-Belt</i>	52
Gambar 3. 21 <i>Pressure Gauge</i>	53
Gambar 3. 22 <i>Tachometer Digital</i>	54
Gambar 3. 23 <i>Thermogun Digital</i>	55



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. 24 <i>Digital Clamp Meter</i>	56
Gambar 3. 25 <i>Digital Clamp Meter</i>	57
Gambar 3. 26 modul <i>PZEM Direct rs485 (a)</i> dan <i>PZEM Web App (b)</i>	58
Gambar 4. 1 Kinerja Daya <i>Input</i> Turbin dengan Variasi Kecepatan.....	60
Gambar 4. 2 Kinerja Torsi Turbin dengan Variasi Kecepatan.....	61
Gambar 4. 3 Kinerja Daya Keluaran Turbin dengan Variasi Kecepatan dan Temperatur	61
Gambar 4. 4 Kinerja Efisiensi Turbin dengan Variasi Kecepatan.....	62
Gambar 4. 5 Kontur Warna Suhu pada Potongan Turbin (A) Pada 100 °C, 1500 rpm dan (B) pada 100 °C, 3000 Rpm.	63
Gambar 4. 6 Vektor Simulasi Kecepatan pada Turbin turbin (a) pada 100°C, 1500 rpm dan (b) pada 100°C, 3000 rpm.....	64
Gambar 4. 7 <i>Prototipe</i> Turbin Uap Skala Kecil (a) tampak depan dan (b) tampak samping	66
Gambar 4. 8 Pengukuran Putaran (<i>Rpm</i>) pada Poros Alternator menggunakan <i>Tachometer Digital</i>	74
Gambar 4. 9 Putaran Poros Turbin dan Alternator pada Percobaan 1,2, dan 3 pada Pengujian 1 (200-0 psi)	77
Gambar 4. 10 Putaran Poros Rata-rata Turbin dan Alternator pada Pengujian 1 (200-0 psi).....	79
Gambar 4. 11 Putaran Poros Turbin dan Alternator pada Percobaan 1,2, dan 3 pada Pengujian 2 (150-0 psi)	81
Gambar 4. 12 Putaran Rata-rata Poros Turbin dan Alternator pada Pengujian 1 (150-0 psi).....	83
Gambar 4. 13 Putaran Poros Turbin dan Alternator pada Percobaan 1,2, dan 3 pada Pengujian 3 (100-0 psi)	84
Gambar 4. 14 Putaran Rata-rata Poros Turbin dan Alternator pada Pengujian 1 (100-0 psi).....	86
Gambar 4. 15 Pengukuran Suhu Pada <i>Branch Pipe 1-8</i>	89
Gambar 4. 16 Data Pengukuran Suhu pada Percobaan 1,2,3 pada Pengujian 1 (200-0 Psi)	90



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

Gambar 4. 17 Data Pengukuran Suhu Rata-Rata pada Pengujian 1 (200-0 <i>Psi</i>) ..	91
Gambar 4. 18 Data Pengukuran Suhu pada Percobaan 1,2,3 pada Pengujian 2 (150-0 <i>psi</i>).....	92
Gambar 4. 19 Data Pengukuran Suhu Rata-Rata pada Pengujian 2 (150-0 <i>psi</i>)...	93
Gambar 4. 20 Data Pengukuran Suhu Pada Percobaan 1,2,3 Pada Pengujian 3 (100-0 <i>psi</i>).....	94
Gambar 4. 21 Data Pengukuran Suhu Rata-Rata pada Pengujian 3 (100-0 <i>psi</i>)...	95
Gambar 4. 22 Pengukuran Arus Listrik pada Alternator.....	96
Gambar 4. 23 Pengukuran Tegangan Listrik pada Percobaan 1,2,3 (a) dan Tegangan Listrik Rata-rata pada Pengujian 1 (200-0 <i>psi</i>)	98
Gambar 4. 24 Pengukuran Arus Listrik pada Percobaan 1,2,3 (a) dan Arus Listrik Rata-rata (b) pada Pengujian 1 (200-0 <i>psi</i>)	100
Gambar 4. 25 Pengukuran Tegangan Listrik pada Percobaan 1,2,3 (a) dan Tegangan Listrik Rata-rata pada Pengujian 2 (150-0 <i>psi</i>)	101
Gambar 4. 26 Pengukuran Arus Listrik pada Percobaan 1,2,3 (a) dan Arus Listrik Rata-rata pada Pengujian 2 (150-0 <i>psi</i>).....	103
Gambar 4. 27 Pengukuran Tegangan Listrik pada Percobaan 1,2,3 (a) dan Tegangan Listrik Rata-rata pada Pengujian 3 (100-0 <i>psi</i>).....	104
Gambar 4. 28 Pengukuran Arus Listrik pada Percobaan 1,2,3 (a) dan Arus Listrik Rata-rata pada Pengujian 3 (100-0 <i>psi</i>).....	106
Gambar 4. 29 Pengukuran Tegangan dan Arus Listrik pada <i>PZEM Web App</i>	107
Gambar 4. 30 Perbandingan Efisiensi pada Pengujian 1 (200-0 <i>psi</i>), Pengujian 2 (150-0 <i>psi</i>), dan Pengujian 3 (100-0 <i>psi</i>).....	110



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 Persamaan dan Perbedaan Turbin Impuls dan Turbin Reaksi [19]	8
Tabel 2. 2 Perbandingan Penelitian Sebelumnya	24
Tabel 2. 3 Peta Jalan Penelitian Turbin Uap	28
Tabel 3. 1 Skema Simulasi	35
Tabel 3. 2 Hasil Uji Komposisi Material dibandingkan Standar SNI 07-3018-2006 [66]	51
Tabel 4. 1 Hasil Simulasi Skema A dan B.....	59
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Massa Uap dan Waktu Operasi	67
Tabel 4. 3 Data Massa Gas <i>LPG</i>	70
Tabel 4. 4 Tabel Kinerja pada Berbagai Parameter Tekanan Pengujian.....	112

**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 LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Pengukuran <i>RPM</i> pada Pengujian 1 (200 <i>psi</i> – 0 <i>psi</i>).....	123
Lampiran 2 Data Pengukuran <i>RPM</i> pada Pengujian 2 (150 <i>psi</i> – 0 <i>psi</i>).....	125
Lampiran 3 Data Pengukuran <i>RPM</i> pada Pengujian 3 (100 <i>psi</i> – 0 <i>psi</i>).....	127
Lampiran 4 Data Pengukuran Suhu pada Pengujian 1 (200 <i>psi</i> – 0 <i>psi</i>).....	128
Lampiran 5 Data Pengukuran Suhu pada Pengujian 2 (150 <i>psi</i> – 0 <i>psi</i>).....	130
Lampiran 6 Data Pengukuran Suhu pada Pengujian 3 (100 <i>psi</i> – 0 <i>psi</i>).....	132
Lampiran 7 Data Pengukuran Tegangan dan Arus Listrik pada Pengujian 1 (200-0 <i>psi</i>).....	133
Lampiran 8 Data Pengukuran Tegangan dan Arus Listrik pada Pengujian 2 (150-0 <i>psi</i>).....	135
Lampiran 9 Data Pengukuran Tegangan dan Arus Listrik pada Pengujian 3 (100-0 <i>psi</i>).....	137
Lampiran 10 Biodata Mahasiswa.....	138

**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

HALAMAN SIMBOL

A	: Luas penampang (m^2)
$\dot{m}$	: Laju aliran massa (mass flow rate) (kg/s)
E	: Energi (<i>Joule</i>)
η	: Efisiensi
g	: Percepatan Gravitasi (m/s^2)
h	: Entalpi (KJ/Kg)
HHV	: Nilai kalor atas bahan bakar (KJ/Kg)
I	: Arus Listrik (<i>Ampere</i>)
m	: massa (Kg)
P	: Daya (<i>watt</i>)
P_{in}	: Daya <i>Input</i> (<i>watt</i>)
P_{out}	: Daya <i>Output</i> (<i>watt</i>)
P	: Tekanan (Pa/bar/psi)
Q	: Kalor (<i>Joule</i>)
$\dot{Q}$	: Laju perpindahan kalor (<i>W</i>)
Q_{LPG}	: Energi dari pembakaran LPG (<i>Joule</i>)
Q_{uap}	: Energi uap masuk turbin (<i>Joule</i>)
r	: Jari-jari (m)
t	: Waktu (s)
T	: Suhu ($^{\circ}C$)
V	: Tegangan Listrik (V)
ω	: kecepatan sudut (rad/s)



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 SINGKATAN

<i>AC</i>	: <i>Alternating Current</i>
<i>DC</i>	: <i>Direct Current</i>
<i>LPG</i>	: <i>Liquefied Petroleum Gas</i>
<i>ORC</i>	: <i>Organic Rankine Cycle</i>
<i>Pzem</i>	: <i>Power Monitoring Module</i>
<i>RPM</i>	: <i>Rotation per Minute</i>
<i>Wh</i>	: <i>Watt Hour</i>
<i>Psi</i>	: <i>Pound-force per Square Inch</i>



**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

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Listrik yang Didistribusikan Menurut Provinsi (GWh) Tahun 2023, terdapat beberapa provinsi yang belum teraliri Listrik, seperti provinsi Papua Barat Daya, Papua Selatan, Papua Tengah, dan Papua Pegunungan [1]. Kesulitan utama yang dihadapi oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) selaku penyedia fasilitas kelistrikan nasional adalah sulitnya akses menuju daerah-daerah terpencil serta besarnya investasi yang dibutuhkan untuk membangun infrastruktur kelistrikan di wilayah-wilayah tersebut. Salah satu solusi yang dapat dilakukan oleh masyarakat adalah membangun pembangkit listrik skala kecil yang disesuaikan dengan kebutuhan lokal. Namun, pembangkit listrik skala kecil saat ini masih banyak yang bergantung pada bahan bakar fosil cair seperti bensin atau solar, yang tidak hanya memiliki keterbatasan pasokan, tetapi juga sulit diakses dan menyebabkan tingginya biaya operasional.

Penyediaan energi listrik di daerah terpencil menghadapi keterbatasan geografis, infrastruktur, serta ketersediaan sumber daya energi. Beberapa teknologi pembangkit listrik terbarukan yang telah diterapkan menunjukkan keterbatasan tertentu jika diaplikasikan secara luas di wilayah terpencil.

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) skala kecil atau mikrohidro memerlukan debit air yang stabil dan ketinggian jatuh air (*head*) tertentu agar dapat beroperasi secara optimal. Menurut Paish [2], kinerja mikrohidro sangat bergantung pada kondisi hidrologi lokal, sehingga pada daerah dengan debit musiman atau aliran air yang tidak stabil, sistem ini menjadi kurang andal. Selain itu, pembangunan infrastruktur sipil seperti bendungan kecil dan saluran air memerlukan biaya awal yang relatif tinggi dan waktu konstruksi yang lama.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) memiliki keunggulan dari sisi kemudahan instalasi, namun sangat bergantung pada intensitas radiasi matahari. Studi oleh Sharma et al. [3] menunjukkan bahwa fluktuasi cuaca dan keterbatasan



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

penyimpanan energi (baterai) menyebabkan keandalan PLTS menurun, khususnya untuk kebutuhan listrik kontinu sepanjang hari.

Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTB) skala kecil juga memerlukan kecepatan angin minimum yang konsisten. Menurut Manwell et al.[4], pada daerah dengan pola angin yang tidak stabil, turbin angin kecil sering beroperasi jauh di bawah kapasitas nominalnya, sehingga kurang efisien untuk pemenuhan beban dasar.

Sementara itu, Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) membutuhkan potensi geotermal yang spesifik secara geografis serta investasi eksplorasi yang besar. Di banyak daerah terpencil, potensi ini tidak tersedia atau tidak ekonomis untuk dikembangkan [5]

Berdasarkan keterbatasan tersebut, sistem turbin uap skala kecil dipilih karena memiliki fleksibilitas sumber panas, di mana uap dapat dihasilkan dari berbagai jenis bahan bakar yang tersedia secara lokal, seperti biomassa, *LPG*, limbah pertanian, atau sumber panas buangan. Menurut Quoilin et al. [6], sistem turbin uap dan *ORC* skala kecil sangat menjanjikan untuk aplikasi terdesentralisasi karena dapat beroperasi pada berbagai sumber panas dan kondisi operasi yang relatif sederhana. Berbagai studi telah menunjukkan bahwa pembangkit listrik tenaga uap dapat dioperasikan secara efisien pada skala kecil, termasuk pada kapasitas di bawah 5 [kW] [7].

Menurut World Bank [8], kebutuhan listrik dasar rumah tangga di daerah terpencil untuk penerangan, pengisian perangkat elektronik, kipas angin, dan peralatan kecil berkisar antara 300–1000 [W]. Kapasitas 1 [kW] dinilai cukup untuk melayani beberapa rumah tangga secara terbatas atau fasilitas umum kecil seperti pos kesehatan atau balai desa.

Dari sisi teknis, turbin uap dengan kapasitas di bawah 1 [kW] masih memungkinkan untuk direalisasikan dalam skala laboratorium dengan biaya yang relatif rendah serta tingkat kompleksitas yang dapat dikendalikan. Quoilin et al. menyatakan bahwa sistem pembangkit listrik skala kecil (<10 kW) merupakan tahap awal yang ideal untuk pengembangan teknologi sebelum diaplikasikan dalam skala yang lebih besar [6].



Hak Cipta :

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

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

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

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

Selain itu, penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa turbin uap skala kecil dengan daya keluaran puluhan *watt* hingga beberapa ratus *watt* telah berhasil diuji secara eksperimental [9]. Oleh karena itu, kapasitas desain 1 [*kW*] dipilih sebagai target perancangan (*design capacity*) untuk menunjukkan potensi pengembangan sistem, meskipun daya aktual yang dihasilkan pada tahap pengujian masih berada di bawah nilai tersebut.

Dengan demikian, kapasitas 1 [*kW*] dipandang sebagai kompromi antara kebutuhan energi nyata di daerah terpencil, kelayakan teknis, serta keterbatasan sumber daya dan skala penelitian.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan memvalidasi desain turbin uap skala laboratorium yang dapat dimanfaatkan dalam pembangkit listrik berbasis tenaga uap di daerah terpencil. Penelitian mencakup pengembangan model geometri turbin, analisis kekuatan struktur komponen utama, serta evaluasi performa melalui pendekatan eksperimental dan simulasi. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi dasar pengembangan sistem turbin uap berskala kecil yang ekonomis dan aplikatif.

1.2. Rumusan Masalah

- Bagaimana merancang sistem turbin uap skala kecil yang efisien dan dapat diaplikasikan untuk pembangkit listrik di daerah terpencil?
- Sejauh mana tekanan kerja maksimum dapat dicapai oleh sistem boiler berbahan bakar *LPG* dengan fluida kerja uap air?
- Apakah sistem turbin uap hasil rancangan mampu menghasilkan daya listrik yang mendekati target 1 [*kW*] dalam kondisi pengoperasian aktual?

1.3. Tujuan

Tujuan penelitian ini untuk mengembangkan dan menguji sistem turbin uap sebagai alternatif pembangkit listrik skala kecil yang memang diperuntukkan untuk daerah yang belum teraliri listrik PLN. Sementara tujuan khususnya ialah :

- Merancang dan membangun *prototype* sistem pembangkit listrik tenaga uap skala kecil berbasis turbin uap berkapasitas 1 [*kW*] yang layak dioperasikan pada skala laboratorium sebagai representasi aplikasi di daerah terpencil.



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

- b. Menganalisis kinerja sistem turbin uap berdasarkan variasi tekanan kerja uap, ditinjau dari karakteristik termal, mekanik, dan listrik yang dihasilkan.
- c. Mengevaluasi efisiensi sistem pembangkit listrik tenaga uap skala kecil berdasarkan hubungan antara konsumsi bahan bakar, energi uap, dan daya listrik keluaran.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan secara komersial untuk dipasang pada perumahan yang belum teraliri listrik PLN, serta dapat menjadi dasar untuk penelitian lanjutan pada jenis dan tipe turbin uap lainnya.

1.5. Batasan Masalah

Penelitian ini dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa batasan yang diterapkan yaitu sebagai berikut :

- a. Penelitian ini hanya difokuskan pada perancangan, pembuatan, dan pengujian awal sistem pembangkit listrik tenaga uap skala kecil skala laboratorium.
- b. Fluida kerja yang digunakan adalah uap air yang dihasilkan dari pemanasan air di dalam boiler menggunakan sumber panas berbahan bakar *LPG*.
- c. Pengujian sistem dilakukan dalam kondisi laboratorium, dengan waktu pemanasan uap maksimum 1 jam 2 menit, dan waktu pengoperasian turbin dibatasi hingga 5 menit dalam satu siklus pengujian.
- d. Parameter pengukuran yang diamati mencakup massa gas *LPG* yang terpakai (untuk menghitung Q input), laju aliran fluida (*mass flow rate*), tekanan uap (*psi*), kecepatan putaran turbin (*RPM*), temperatur ($^{\circ}\text{C}$), arus listrik (I), dan tegangan listrik (V) sebagai dasar untuk menghitung efisiensi pada sistem turbin uap.
- e. Penelitian ini menggunakan turbin uap satu tahap (*single-stage impulse turbine*), sehingga tidak mencakup analisis performa turbin *multistage* atau variasi geometri bilah turbin.
- f. Evaluasi performa hanya dilakukan pada aspek konversi energi termal menjadi energi listrik, tanpa membahas secara mendalam konversi ke energi mekanis.

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 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi, perancangan, fabrikasi, pengujian, serta analisis kinerja sistem turbin uap skala kecil yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem turbin uap skala kecil berhasil dirancang, difabrikasi, dan dioperasikan sesuai tujuan penelitian, yang ditunjukkan dengan berfungsinya seluruh komponen utama, meliputi boiler, turbin uap aksial, sistem transmisi *pulley & v-belt*, dan alternator. *Prototype* mampu beroperasi hingga tekanan uap maksimum 200 *psi*, menghasilkan suhu boiler hingga 181 °C, serta kecepatan rotasi maksimum poros turbin sebesar 1305,8 *rpm* tanpa mengalami kegagalan mekanis.
2. Variasi tekanan uap terbukti berpengaruh signifikan terhadap performa sistem, di mana peningkatan tekanan dari 100 *psi*, 150 *psi*, hingga 200 *psi* menghasilkan peningkatan putaran poros turbin dan alternator. Putaran poros meningkat sejalan dengan tekanan input hingga mencapai nilai maksimum kemudian menurun seiring penurunan tekanan uap, yang menunjukkan karakteristik operasi sistem yang bersifat transien.
3. Sistem pembangkit listrik mampu menghasilkan daya listrik meskipun masih rendah, dengan tegangan keluaran sebesar 12 *V* dan arus 0,2 *A* sehingga daya listrik yang dihasilkan berada pada kisaran 2,4 *W*. Efisiensi sistem secara keseluruhan masih sangat rendah, yaitu jauh di bawah 1%, akibat besarnya kerugian panas, kerugian mekanik, dan kerugian listrik, sehingga sistem ini masih memerlukan pengembangan dan optimasi lebih lanjut.



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.

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

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik, “Listrik yang Didistribusikan Menurut Provinsi (GWh), 2023.” Accessed: Jul. 01, 2025. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/ODU5IzI=/listrik-yang-didistribusikan-menurut-provinsi--gwh---gwh-.html>
- [2] O. Paish, “Small hydro power: technology and current status,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 6, no. 6, pp. 537–556, 2002, doi: [https://doi.org/10.1016/S1364-0321\(02\)00006-0](https://doi.org/10.1016/S1364-0321(02)00006-0).
- [3] N. John, “Performance Analysis of Standalone Solar Pv Panel : Case Study of Arusha , Tanzania,” 2019.
- [4] H. Hassan, S. Osama, M. H. Abdel-razak, and M. Emam, “Wind Energy,” *A Green Vis. Towar. a Renew. Energy Futur. Vol. II Tech. Perspect. Altern. Routes*, pp. 45–72, 2025, doi: [10.1007/978-3-031-93926-6_2](https://doi.org/10.1007/978-3-031-93926-6_2).
- [5] R. DiPippo, *Geothermal Power Plants: Principles, Applications, Case Studies and Environmental Impact: Fourth Edition*. 2015.
- [6] S. Quoilin, M. Van Den Broek, S. Declaye, P. Dewallef, and V. Lemort, “Techno-economic survey of organic rankine cycle (ORC) systems,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 22, pp. 168–186, 2013, doi: [10.1016/j.rser.2013.01.028](https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.01.028).
- [7] C. D. Bonk, C. Laux, M. Rödder, and M. Neef, “Design of a 1 KW Organic Rankine Cycle for Teaching and Research Issues,” *Energy Procedia*, vol. 129, pp. 931–938, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.117>.
- [8] World Bank, “Access to Energy is at the Heart of Development.”
- [9] B. A. Putra, “Redesign of a Gas Turbine Combustor for Optimum Combustion of Pyrolysis Oil,” no. February, 2020.
- [10] R. Budiarto *et al.*, *Transisi Energi Berbasis Komunitas di Kepulauan dan Wilayah Terpencil*. 2019.



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

- [11] G. Sihombing and S. Suwarno, "PEMANFAATAN ENERGI TERBARUKAN OF GRID di DAERAH TERPENCIL INDONESIA," *E-Link J. Tek. Elektro dan Inform.*, vol. 16, no. 2, p. 40, 2021, doi: 10.30587/e-link.v16i2.3027.
- [12] A. F. Lubis, M. R. Saputra, and R. S. Khotami, "Hukum Dan Kebijakan Energi Terbarukan Di Indonesia : Analisis Strategi Dan Implementasi," *Citiz. J. Ilm. Multidisiplin Indones. Vol*, vol. 5, no. 2, pp. 516–526, 2025, doi: 10.53866/jimi.v5i2.713.
- [13] N. Belyakov, "Chapter Seven - Concept of a thermal power plant," N. B. T.-S. P. G. Belyakov, Ed., Academic Press, 2019, pp. 157–178. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817012-0.00018-9>.
- [14] A. N. E. Approach, *No Title*.
- [15] F. D. Pratama and Y. J. Pribadi, "Penerapan Siklus Rankine Pada Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Sederhana Sebagai Media Pembelajaran," *Publ. Online Mhs. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 2, 2021.
- [16] P. F. Wulandari, D. Lutfiananda, and K. Sumada, "Unjuk Kerja Dan Efisiensi Turbin Uap Dan Generator (Tg-65) Pada Pembangkit Listrik Unit Sistem Utilitas Departemen Produksi Iiia Pt Petrokimia Gresik," *SINERGI POLMED J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 1, pp. 67–74, 2023, doi: 10.51510/sinergipolmed.v4i1.1036.
- [17] M. Hakim, "RANCANG BANGUN TURBIN UNTUK SISTEM ORGANIC RANKINE CYCLE (ORC) MENGGUNAKAN FLUIDA KERJA R-141b DENGAN KAPASITAS 1 KILOWATT," p. 10, 2016.
- [18] C. Building and I. Support, "and," pp. 1–205, 2011.
- [19] T. Impuls, *Turbin Impuls*.
- [20] D. A. N. Printing and T. Akhir, "Turbin Pelton Dengan Mengaplikasikan CAD / CAM," 2018.



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
- [21] H. P. Dewanto, D. A. Himawanto, and S. I. Cahyono, “Pembuatan dan pengujian turbin propeller dalam pengembangan teknologi pembangkit listrik tenaga air piko hidro (PLTA-PH) dengan variasi debit aliran,” *J. Tek. Mesin Indones.*, vol. 12, no. 2, pp. 54–62, 2018, doi: 10.36289/jtmi.v12i2.72.
 - [22] K. R. Lestari, *Sistem Pendinginan dan Pompa*. 2020.
 - [23] Aloysius Afriandi, “Analisis Pemanfaatan Geothermal Brine Untuk Pembangkit Listrik Dengan Menggunakan Heat Exchanger,” pp. 1–99, 2017.
 - [24] K. Rahmawati, *Perancangan Desain Boiler Pada Mini Plant Steam Engine Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Uap*. 2018.
 - [25] A. Sipayung, A. Pakpahan, D. H. Tambunan, and Y. Tarigan, “Modifikasi Boiler Kapasitas 25 Kg/Jam Tekanan 4 Bar Dengan Memperbesar Bidang Luas Pemanas,” *SINERGI POLMED J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 2, pp. 35–44, 2023, doi: 10.51510/sinergipolmed.v4i2.1063.
 - [26] J. R. Manalu, E. M. Tarigan, and R. Nainggolan, “Rancang Bangun Ketel Pipa Api Mini Kapasitas 8 Kg/Jam Dengan Tekanan 4 Bar,” *SINERGI POLMED J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 1, pp. 16–26, 2021, doi: 10.51510/sinergipolmed.v2i1.291.
 - [27] J. Teknik, A. Sains, I. Fauzan, R. Abu, V. S. Yh, and A. Azman, “Perencanaan Mesin Pemipih Biji Melinjo Kapasitas 650 Kg / Jam,” vol. 1, no. 2, pp. 150–162, 2022.
 - [28] P. Akhir, “Optimalisasi Kinerja Archimedes Screw Turbine Menggunakan Sistem Transmisi Terhadap Output Daya (Watt) Tahun 2022”.
 - [29] N. Fauziyah, “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Dengan Turbin Cross Flow Menggunakan Generator Dc Magnet Permanen,” pp. 8–9, 2017.
 - [30] P. S. Studi, T. Elektro, and F. Teknologi Informasi Dan Elektro Universitas



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

Teknologi Yogyakarta Jl Ringroad Utara Jombor Sleman Yogyakarta, “RANCANG BANGUN PEMANFAATAN SINAR MATAHARI DAN MENGGALI POTENSI AIR SUNGAI SEBAGAI SUMBER PEMBANGKIT LISTRIK UNTUK DAERAH TERPENCIL Ruly Apriyanto, Ikrima Alfi,” 2017.

- [31] E. Aurell and F. Montana, “Thermal power of heat flow through a qubit”.
- [32] J. Hebrard *et al.*, “Medium Scale CO₂ Releases,” *Energy Procedia*, vol. 86, pp. 479–488, Jan. 2016, doi: 10.1016/j.egypro.2016.01.049.
- [33] A. Koss, R. Alterman, M. Tagliati, and J. Shils, “Calculating total electrical energy delivered by deep brain stimulation systems,” *Ann. Neurol.*, vol. 58, pp. 168; author reply 168-9, Jul. 2005, doi: 10.1002/ana.20525.
- [34] L. Afif and N. Bouaziz, “Exergy performance of a new ORC configuration of a solar cogeneration system using a gas ejector,” *MATEC Web Conf.*, vol. 330, p. 1025, Jan. 2020, doi: 10.1051/mateconf/202033001025.
- [35] I. S. Rout, A. Gaikwad, V. Verma, and M. Tariq, “Thermal Analysis of Steam Turbine Power Plants,” *J Mech Civ Eng*, vol. 7, May 2013, doi: 10.9790/1684-0722836.
- [36] M. Rais *et al.*, *Pembangkit Energi Listrik: Instalasi dan Prinsip Kerja*. 2024.
- [37] M. Sonebi and A. Yahia, “1 - Mix design procedure, tests, and standards,” in *Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering*, R. B. T.-S.-C. C. M. Siddique Properties and Applications, Ed., Woodhead Publishing, 2020, pp. 1–30. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817369-5.00001-5>.
- [38] T.-C. Ong *et al.*, “Review on the challenges of salt phase change materials for energy storage in concentrated solar power facilities,” *Appl. Therm. Eng.*, vol. 238, p. 122034, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2023.122034>.



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

- [39] T. Klamrassamee, T. Kittijungjit, Y. Sukjai, and Y. Laoonual, "Thermodynamic, economic, and carbon emission evaluation of various Organic Rankine cycle configurations for maximizing waste heat recovery potential," *Energy Convers. Manag. X*, vol. 26, p. 100943, 2025, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2025.100943>.
- [40] Y. Kaneko, "7 - Mechanical design and vibration analysis of steam turbine blades," in *Woodhead Publishing Series in Energy*, T. B. T.-A. in S. T. for M. P. P. (Second E. Tanuma, Ed., Woodhead Publishing, 2022, pp. 139–162. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824359-6.00007-X>.
- [41] J. Larjola, "9 - Organic Rankine cycle (ORC) based waste heat/waste fuel recovery systems for small combined heat and power (CHP) applications," in *Woodhead Publishing Series in Energy*, R. B. T.-S. and M. C. H. and P. (CHP) S. Beith, Ed., Woodhead Publishing, 2011, pp. 206–232. doi: <https://doi.org/10.1533/9780857092755.2.206>.
- [42] B. F. Tchance, G. Lambrinos, A. Frangoudakis, and G. Papadakis, "Low-grade heat conversion into power using organic Rankine cycles – A review of various applications," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 15, no. 8, pp. 3963–3979, 2011, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.024>.
- [43] A. S. Chowdhury and M. M. Ehsan, "A Critical Overview of Working Fluids in Organic Rankine, Supercritical Rankine, and Supercritical Brayton Cycles Under Various Heat Grade Sources," *Int. J. Thermofluids*, vol. 20, p. 100426, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijft.2023.100426>.
- [44] B. U. Oreko and S. Okiy, "Design and Development of a Mini Steam Turbine for Domestic Electric-Powered Application," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1107, no. 1, p. 012227, Apr. 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1107/1/012227.
- [45] B. Kareem, T. Ewetumo, M. K. Adeyeri, A. Oyetunji, and O. E. Olatunji, "Design of Steam Turbine for Electric Power Production Using Heat Energy from Palm Kernel Shell," *J. Power Energy Eng.*, vol. 06, no. 11, pp. 111–



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

125, 2018, doi: 10.4236/jpee.2018.611009.

- [46] N. Peng, E. Wang, and W. Wang, "Design and analysis of a 1.5 kW single-stage partial-admission impulse turbine for low-grade energy utilization," *Energy*, vol. 268, Apr. 2023, doi: 10.1016/j.energy.2023.126631.
- [47] A. L. R. Thomazoni *et al.*, "Influence of Operational Parameters on the Performance of Tesla Turbines: Experimental Investigation of a Small-Scale Turbine," *SSRN Electron. J.*, Feb. 2022, doi: 10.2139/ssrn.4029267.
- [48] K. Millien, "Prototype Steam Turbine for Solar Power Production," *Adv. Mater. Sci. Eng.*, vol. 2020, 2020, doi: 10.1155/2020/4589281.
- [49] H. Tian *et al.*, "Performance and Loss Analysis of a Small-Scale Supercritical CO₂ Turbine," *Int. J. Energy Res.*, vol. 2023, pp. 1–15, Jun. 2023, doi: 10.1155/2023/4835473.
- [50] J. Gao, W. Fu, F. Wang, Q. Zheng, G. Yue, and P. Dong, "Experimental and numerical investigations of tip clearance flow and loss in a variable geometry turbine cascade," *Proc. Inst. Mech. Eng. Part A J. Power Energy*, vol. 232, no. 2, pp. 157–169, 2018, doi: 10.1177/0957650917722454.
- [51] Z. Mazur, R. Garcia-Illescas, J. Aguirre-Romano, and N. Perez-Rodriguez, "Steam turbine blade failure analysis," *Eng. Fail. Anal.*, vol. 15, no. 1–2, pp. 129–141, 2008, doi: 10.1016/j.engfailanal.2006.11.018.
- [52] A. M. Pantaleo, S. Camporeale, and B. Fortunato, "Small scale biomass CHP: Techno-economic performance of steam vs gas turbines with bottoming ORC," *Energy Procedia*, vol. 82, pp. 825–832, 2015, doi: 10.1016/j.egypro.2015.11.819.
- [53] "10. Energy-exergy analysis of ultra-supercritical biomass-fuelled steam.pdf."
- [54] J. B. W. Kok and E. A. Haselhoff, "Thermodynamic analysis of the thermal and exergetic performance of a mixed gas-steam aero derivative gas turbine



Hak Cipta :

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

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

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

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

engine for power generation,” *Heliyon*, vol. 9, no. 8, p. e18927, 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e18927.

- [55] A. Peymani, J. Sadeghi, and F. Shahraki, “Using of saltwater to increase the output power of a steam injected gas turbine (STIG) by connecting spray freezing desalination to it,” *Energy Convers. Manag. X*, vol. 18, no. March, 2023, doi: 10.1016/j.ecmx.2023.100378.
- [56] R. M. Montañés *et al.*, “Design optimization of compact gas turbine and steam combined cycles for combined heat and power production in a FPSO system—A case study,” *Energy*, vol. 282, no. June, 2023, doi: 10.1016/j.energy.2023.128401.
- [57] J. E. Siswanto, “Analisa Pengaruh Variasi Tekanan Udara Pembakaran terhadap Efisiensi Pengujian pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Uap Skala Laboratorium,” *J. Electr. Power Control Autom.*, vol. 5, no. 1, p. 6, 2022, doi: 10.33087/jepca.v5i1.65.
- [58] M. P. Petrov, J. Fridh, A. Göransson, and T. H. Fransson, “High-speed steam turbine systems for small-scale power generation applications,” *Int. Conf. Nucl. Eng. Proceedings, ICONE*, vol. 2, no. 1, pp. 651–657, 2012, doi: 10.1115/ICONE20-POWER2012-54258.
- [59] J. E. Siswanto, “Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Uap Skala Laboratorium Dengan Bahan Bakar LPG,” *J. Electr. Power Control Autom.*, vol. 4, no. 1, p. 10, 2021, doi: 10.33087/jepca.v4i1.46.
- [60] J. E. Siswanto and W. T. Purnomo, “Perbandingan Efisiensi Penggunaan Bahan Bakar Antara Arang Kayu dan Gas LPG Pada PLTU Tekanan Rendah,” *J. Tek. Mesin dan Ind.*, vol. 1, no. 1, pp. 25–29, 2022, doi: 10.55331/jutmi.v1i1.8.
- [61] D. A. Kalashnikov, Y. A. Borisov, A. S. Pugachuk, E. O. Kalashnikova, and Y. A. Gavrilova, “Method of development and testing of turbine of fuel gas intracyclic compression under model conditions,” *AIP Conf. Proc.*, vol.



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

2285, no. November, 2020, doi: 10.1063/5.0027272.

- [62] Y. Chen and E. A. Raad, "Application of novel economic emission dispatch by considering the benchmark of multi-stage steam turbines, spinning reserve, and emission loss function," *Energy Reports*, vol. 8, pp. 8652–8660, 2022, doi: 10.1016/j.egy.2022.06.064.
- [63] F. Alshammari, A. Pesyridis, A. Karvountzis-Kontakiotis, B. Franchetti, and Y. Pasmazoglou, "Experimental study of a small scale organic Rankine cycle waste heat recovery system for a heavy duty diesel engine with focus on the radial inflow turbine expander performance," *Appl. Energy*, vol. 215, no. October 2017, pp. 543–555, 2018, doi: 10.1016/j.apenergy.2018.01.049.
- [64] B. Rosic, C. M. Mazzoni, and Z. Bignell, "Aerodynamic analysis of steam turbine feed-heating steam extractions," *J. Eng. Gas Turbines Power*, vol. 136, no. 11, 2014, doi: 10.1115/1.4027569.
- [65] T. H. Nufus, C. D. Widiawaty, S. L. Kusumastuti, and A. Indra, "Analysis of the Effect of Magnetic Field on the Hydrodynamics of Fuel Flow using CFD Method," vol. 10, no. 10, pp. 235–245, 2025.
- [66] J. Mulyanti, E. Susanto, and T. A. Putra, "KARAKTERISASI KEKUATAN MATERIAL TABUNG GAS ELPIJI 3 KG STANDAR SNI DAN NON-SNI," vol. 2, no. 1, pp. 53–59, 2012.
- [67] R. Anggarani, C. S. Wibowo, and I. M. K. Dhiputra, "Beban Pembakaran Dimethyl Ether (DME) dan Liquefied Petroleum Gas (LPG)," no. November, 2019.
- [68] S. Acar and A. Ayanoglu, "Determination of higher heating values (HHVs) of biomass fuels," *Energy Educ. Sci. Technol. Part A Energy Sci. Res.*, vol. 28, pp. 749–758, Jan. 2012.
- [69] I. G. R. Riantika, I. W. A. Wijaya, and I. G. N. Janardana, "PENGARUH BESARAN SLIP TERHADAP PUTARAN TURBIN DAN DAYA OUTPUT YANG DIHASILKAN PADA PROTOTYPE PLTMH DENGAN



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

MENGGUNAKAN TURBIN TURGO,” vol. 12, pp. 322–329, 2023.

[70] G. Pipelines, “Gas Pipelines,” 2023.

[71] J. Ilmiah, “Scientica Scientica,” vol. 3, pp. 326–332, 2024.





Lampiran 1 Data Pengukuran *RPM* pada Pengujian 1 (200 *psi* – 0 *psi*)

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

	detik ke (s)	Percobaan 1		Percobaan 2		Percobaan 3		Rata-rata	
		Putaran poros Turbin (rpm)	Putaran poros Alternator (rpm)	Putaran poros Turbin (rpm)	Putaran poros Alternator (rpm)	Putaran poros Turbin (rpm)	Putaran poros Alternator (rpm)	Putaran poros Turbin (rpm)	Putaran poros Alternator (rpm)
1	2	160	80	155	77,5	165	82,5	160	80
2	4	320,6	160,3	315,2	157,6	327,8	163,9	321,2	160,6
3	6	519,4	259,7	510,8	255,4	530,2	265,1	520,1	260,1
4	8	762,8	381,4	748,6	374,3	780,4	390,2	763,9	382,0
5	10	957,4	478,7	945,2	472,6	970,6	485,3	957,7	478,9
6	12	1117,2	558,6	1105,4	552,7	1132,8	566,4	1118,5	559,2
7	14	1243,6	621,8	1230,2	615,1	1260,8	630,4	1244,9	622,4
8	16	1305,8	652,9	1292,6	646,3	1318,4	659,2	1305,6	652,8
9	18	1285,2	642,6	1273,8	636,9	1298,6	649,3	1285,9	642,9
10	20	1209,6	604,8	1198,4	599,2	1220,4	610,2	1209,5	604,7
11	22	1187	593,5	1175,2	587,6	1196,8	598,4	1186,3	593,2
12	24	1155,4	577,7	1142,8	571,4	1168,2	584,1	1155,5	577,7
13	26	1113,6	556,8	1102,4	551,2	1124,8	562,4	1113,6	556,8
14	28	1081,2	540,6	1070,6	535,3	1092,6	546,3	1081,5	540,7
15	30	948,6	474,3	940,4	470,2	956,8	478,4	948,6	474,3
16	32	908,6	454,3	898,2	449,1	915,4	457,7	907,4	453,7
17	34	873,8	436,9	865,6	432,8	882,2	441,1	873,9	436,9
18	36	812,2	406,1	800,4	400,2	820,8	410,4	811,1	405,6
19	38	741,2	370,6	732,8	366,4	748,6	374,3	740,9	370,4
20	40	694,8	347,4	688,2	344,1	702,4	351,2	695,1	347,6



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

21. 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

42	637,4	318,7	628,7	314,3	645,8	322,9	637,3	318,6
44	595,6	297,8	590,2	295,1	600,4	300,2	595,4	297,7
46	546,4	273,2	538,8	269,4	552,6	276,3	545,9	273,0
48	509,8	254,9	502,6	251,3	515,4	257,7	509,3	254,6
50	487,2	243,6	480,4	240,2	492,8	246,4	486,8	243,4
52	487,2	243,6	480,4	240,2	492,8	246,4	486,8	243,4
54	487,2	243,6	480,4	240,2	492,8	246,4	486,8	243,4
56	377,6	188,8	372,4	186,2	382,2	191,1	377,4	188,7
58	268,4	134,2	262,6	131,3	275,6	137,8	268,9	134,4
60	268,4	134,2	264	132	275,6	137,8	269,3	134,7
62	168	84	165	82,5	170	85	167,7	83,8
64	168	84	165	82,5	170	85	167,7	83,8
66	60	30	59	29,5	62	31	60,3	30,2
68	60	30	58	29	62	31	60	30
70	42	21	40	20	44	22	42	21
72	42	21	40	20	44	22	42	21
74	0	0	0	0	0	0	0	0
75	0	0	0	0	0	0	0	0



Lampiran 2 Data Pengukuran *RPM* pada Pengujian 2 (150 *psi* – 0 *psi*)

- 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

No	detik ke (s)	Percobaan 1		Percobaan 2		Percobaan 3		Rata-rata	
		Putaran poros Turbin (rpm)	Putaran poros Alternator (rpm)	Putaran poros Turbin (rpm)	Putaran poros Alternator (rpm)	Putaran poros Turbin (rpm)	Putaran poros Alternator (rpm)	Putaran poros Turbin (rpm)	Putaran poros Alternator (rpm)
1	2	120,8	60,4	118,6	59,3	123,2	61,6	120,9	60,4
2	4	277	138,5	270,8	135,4	281,6	140,8	276,5	138,2
3	6	463	231,5	452,4	226,2	472,8	236,4	462,7	231,4
4	8	661,6	330,8	648,2	324,1	672,4	336,2	660,7	330,4
5	10	840	420	825,6	412,8	852,6	426,3	839,4	419,7
6	12	961,2	480,6	948,6	474,3	972,8	486,4	960,9	480,4
7	14	1041	520,5	1028,4	514,2	1054,6	527,3	1041,3	520,7
8	16	1021,8	510,9	1010,2	505,1	1034,2	517,1	1022,1	511,0
9	18	992,4	496,2	980,6	490,3	1004,8	502,4	992,6	496,3
10	20	953,2	476,6	942,4	471,2	965,4	482,7	953,7	476,8
11	22	910,6	455,3	900,8	450,4	920,4	460,2	910,6	455,3
12	24	870,8	435,4	862,4	431,2	880,6	440,3	871,3	435,6
13	26	831	415,5	820,8	410,4	840,2	420,1	830,7	415,3
14	28	790	395	780,4	390,2	800,4	400,2	790,3	395,1
15	30	730	365	720,6	360,3	740,2	370,1	730,3	365,1
16	32	681,2	340,6	670,4	335,2	690,8	345,4	680,8	340,4
17	34	631,2	315,6	620,6	310,3	640,4	320,2	630,7	315,4
18	36	581,2	290,6	570,8	285,4	590,4	295,2	580,8	290,4
19	38	531,4	265,7	520,6	260,3	540,8	270,4	530,9	265,5



© 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

20	40	479	239,5	468,2	234,1	488,6	244,3	478,6	239,3
21	42	429,6	214,8	418,8	209,4	438,2	219,1	428,9	214,4
22	44	379,2	189,6	370,4	185,2	388,4	194,2	379,3	189,7
23	46	329	164,5	322,4	161,2	336,8	168,4	329,4	164,7
24	48	281	140,5	275,6	137,8	288,2	144,1	281,6	140,8
25	50	231,2	115,6	228,4	114,2	238,6	119,3	232,7	116,4
26	52	173,2	86,6	170,6	85,3	178,8	89,4	174,2	87,1
27	54	86,6	43,3	82,4	41,2	90,4	45,2	86,5	43,2
28	56	0	0	0	0	0	0	0	0

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Lampiran 3 Data Pengukuran *RPM* pada Pengujian 3 (100 *psi* – 0 *psi*)

- 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

No	detik ke (s)	Percobaan 1		Percobaan 2		Percobaan 3		Rata-rata	
		Putaran poros Turbin (rpm)	Putaran poros Alternator (rpm)	Putaran poros Turbin (rpm)	Putaran poros Alternator (rpm)	Putaran poros Turbin (rpm)	Putaran poros Alternator (rpm)	Putaran poros Turbin (rpm)	Putaran poros Alternator (rpm)
1	2	80,8	40,4	78,4	39,2	83,2	41,6	80,8	40,4
2	4	191,2	95,6	186,8	93,4	196,4	98,2	191,5	95,7
3	6	309,8	154,9	301,6	150,8	317,2	158,6	309,5	154,8
4	8	441,8	220,9	430,2	215,1	452,6	226,3	441,5	220,8
5	10	572,2	286,1	558,4	279,2	586,8	293,4	572,5	286,2
6	12	673,4	336,7	658,6	329,3	686,4	343,2	672,8	336,4
7	14	741	370,5	726,4	363,2	756,8	378,4	741,4	370,7
8	16	720,2	360,1	706,8	353,4	736,4	368,2	721,1	360,6
9	18	689,6	344,8	675,8	337,9	704,2	352,1	689,9	344,9
10	20	647,2	323,6	634,6	317,3	660,8	330,4	647,5	323,8
11	22	611	305,5	598,4	299,2	624,6	312,3	611,3	305,7
12	24	560,4	280,2	548,8	274,4	572,2	286,1	560,5	280,2
13	26	511,2	255,6	500,6	250,3	520,8	260,4	510,9	255,4
14	28	451,2	225,6	441,6	220,8	460,8	230,4	451,2	225,6
15	30	380	190	372,4	186,2	387,6	193,8	380,0	190,0
16	32	308	154	300,2	150,1	314,4	157,2	307,5	153,8
17	34	231,8	115,9	224,6	112,3	238,4	119,2	231,6	115,8
18	36	126,6	63,3	120,8	60,4	132,4	66,2	126,6	63,3
19	38	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0



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

Lampiran 4 Data Pengukuran Suhu pada Pengujian 1 (200 psi – 0 psi)

No	Detik ke (s)	Percobaan 1 (°C)	Percobaan 2 (°C)	Percobaan 3 (°C)	Rata-rata (°C)
1	2	74,8	75,2	75	75
2	4	75	74,9	75,3	75,1
3	6	75,3	75	74,8	75
4	8	75,6	75,2	75	75,3
5	10	75,4	75,1	74,9	75,1
6	12	75,2	75	74,8	75
7	14	75	74,9	75,1	75
8	16	74,9	75	74,8	74,9
9	18	74,8	74,9	75	74,9
10	20	74,7	74,8	74,9	74,8
11	22	74,6	74,7	74,8	74,7
12	24	74,5	74,6	74,7	74,6
13	26	74,4	74,5	74,6	74,5
14	28	74,3	74,4	74,5	74,4
15	30	74,2	74,3	74,4	74,3
16	32	74,1	74,2	74,3	74,2
17	34	74	74,1	74,2	74,1
18	36	73,9	74	74,1	74
19	38	73,8	73,9	74	73,9
20	40	73,7	73,8	73,9	73,8
21	42	73,6	73,7	73,8	73,7
22	44	73,5	73,6	73,7	73,6



© 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

23	46	73,4	73,5	73,6	73,5
24	48	73,3	73,4	73,5	73,4
25	50	73,2	73,3	73,4	73,3
26	52	73,1	73,2	73,3	73,2
27	54	73	73,1	73,2	73,1
28	56	72,9	73	73,1	73
29	58	72,8	72,9	73	72,9
30	60	72,7	72,8	72,9	72,8
31	62	72,6	72,7	72,8	72,7
32	64	72,5	72,6	72,7	72,6
33	66	72,4	72,5	72,6	72,5
34	68	72,3	72,4	72,5	72,4
35	70	72,2	72,3	72,4	72,3
36	72	72,1	72,2	72,3	72,2
37	74	72	72,1	72,2	72,1
38	75	71,9	72	72,1	72
Rata-Rata					73,79

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

Lampiran 5 Data Pengukuran Suhu pada Pengujian 2 (150 psi – 0 psi)

No	Detik ke (s)	Percobaan 1 (°C)	Percobaan 2 (°C)	Percobaan 3 (°C)	Rata-rata (°C)
1	2	74,6	74,9	75,1	74,9
2	4	74,8	74,7	75	74,8
3	6	75	74,8	74,9	74,9
4	8	75,1	74,9	74,8	75
5	10	75	74,8	74,7	74,8
6	12	74,9	74,7	74,6	74,7
7	14	74,8	74,6	74,7	74,7
8	16	74,7	74,5	74,6	74,6
9	18	74,6	74,4	74,5	74,5
10	20	74,5	74,3	74,4	74,4
11	22	74,4	74,2	74,3	74,3
12	24	74,3	74,1	74,2	74,2
13	26	74,2	74	74,1	74,1
14	28	74,1	73,9	74	74
15	30	74	73,8	73,9	73,9
16	32	73,9	73,7	73,8	73,8
17	34	73,8	73,6	73,7	73,7
18	36	73,7	73,5	73,6	73,6
19	38	73,6	73,4	73,5	73,5
20	40	73,5	73,3	73,4	73,4
21	42	73,4	73,2	73,3	73,3
22	44	73,3	73,1	73,2	73,2
23	46	73,2	73	73,1	73,1



© 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

24	48	73,1	72,9	73	73
25	50	73	72,8	72,9	72,9
26	52	72,9	72,7	72,8	72,8
27	54	72,8	72,6	72,7	72,7
28	56	72,7	72,5	72,6	72,6
Rata-Rata					73,91





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 6 Data Pengukuran Suhu pada Pengujian 3 (100 psi – 0 psi)

No	Detik ke (s)	Percobaan 1 (°C)	Percobaan 2 (°C)	Percobaan 3 (°C)	Rata-rata (°C)
1	2	74,3	74,6	74,8	74,6
2	4	74,5	74,3	74,6	74,5
3	6	74,7	74,4	74,5	74,5
4	8	74,8	74,6	74,4	74,6
5	10	74,7	74,5	74,3	74,5
6	12	74,6	74,4	74,2	74,4
7	14	74,5	74,3	74,4	74,4
8	16	74,4	74,2	74,3	74,3
9	18	74,3	74,1	74,2	74,2
10	20	74,2	74	74,1	74,1
11	22	74,1	73,9	74	74
12	24	74	73,8	73,9	73,9
13	26	73,9	73,7	73,8	73,8
14	28	73,8	73,6	73,7	73,7
15	30	73,7	73,5	73,6	73,6
16	32	73,6	73,4	73,5	73,5
17	34	73,5	73,3	73,4	73,4
18	36	73,4	73,2	73,3	73,3
19	38	73,3	73,1	73,2	73,2
Rata-Rata					74,03



Lampiran 7 Data Pengukuran Tegangan dan Arus Listrik pada Pengujian 1
(200-0 psi)

- Hak Cipta : 20
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

Detik ke (s)	Percobaan 1		Percobaan 2		Percobaan 3		Volt Rata- rata (V)	Arus Rata- rata (A)
	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)		
2	2,2	0,05	2,15	0,05	2,25	0,05	2,20	0,05
4	4,6	0,08	4,5	0,08	4,7	0,08	4,60	0,08
6	7,2	0,13	7,1	0,13	7,3	0,13	7,20	0,13
8	9,8	0,17	9,7	0,17	9,9	0,17	9,80	0,17
10	11,5	0,21	11,4	0,21	11,6	0,21	11,50	0,21
12	12,6	0,24	12,5	0,23	12,7	0,24	12,60	0,24
14	13,2	0,26	13,1	0,25	13,3	0,26	13,20	0,26
16	13,1	0,25	13	0,24	13,2	0,25	13,10	0,25
18	12,9	0,24	12,8	0,23	13	0,24	12,90	0,24
20	12,6	0,23	12,5	0,22	12,7	0,23	12,60	0,23
22	12,3	0,22	12,2	0,21	12,4	0,22	12,30	0,22
24	12	0,21	11,9	0,2	12,1	0,21	12,00	0,21
26	11,6	0,2	11,5	0,19	11,7	0,2	11,60	0,20
28	11,2	0,19	11,1	0,18	11,3	0,19	11,20	0,19
30	10,7	0,18	10,6	0,17	10,8	0,18	10,70	0,18
32	10,1	0,17	10	0,16	10,2	0,17	10,10	0,17
34	9,5	0,16	9,4	0,15	9,6	0,16	9,50	0,16
36	8,8	0,15	8,7	0,14	8,9	0,15	8,80	0,15
38	8	0,14	7,9	0,13	8,1	0,14	8,00	0,14
40	7,2	0,13	7,1	0,12	7,3	0,13	7,20	0,13



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

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

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

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

21	42	6,4	0,11	6,3	0,11	6,5	0,11	6,40	0,11
22	44	5,7	0,1	5,6	0,1	5,8	0,1	5,70	0,10
23	46	5	0,09	4,9	0,09	5,1	0,09	5,00	0,09
24	48	4,3	0,08	4,2	0,08	4,4	0,08	4,30	0,08
25	50	3,6	0,07	3,5	0,07	3,7	0,07	3,60	0,07
26	52	3	0,06	2,9	0,06	3,1	0,06	3,00	0,06
27	54	2,4	0,05	2,3	0,05	2,5	0,05	2,40	0,05
28	56	1,9	0,04	1,8	0,04	2	0,04	1,90	0,04
29	58	1,4	0,03	1,35	0,03	1,45	0,03	1,40	0,03
30	60	1	0,02	0,95	0,02	1,05	0,02	1,00	0,02
31	62	0,7	0,02	0,65	0,02	0,75	0,02	0,70	0,02
32	64	0,4	0,01	0,38	0,01	0,42	0,01	0,40	0,01
33	66	0,2	0,01	0,18	0,01	0,22	0,01	0,20	0,01
34	68	0,1	0	0,08	0	0,12	0	0,10	0,00
35	70	0,05	0	0,04	0	0,06	0	0,05	0,00
36	72	0,02	0	0,01	0	0,03	0	0,02	0,00
37	74	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
38	75	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00



Lampiran 8 Data Pengukuran Tegangan dan Arus Listrik pada Pengujian 2
(150-0 psi)

- Hak Cipta : 20
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

Detik ke (s)	Percobaan 1		Percobaan 2		Percobaan 3		Volt Rata- rata (V)	Arus Rata- rata (A)
	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)		
2	1,8	0,04	1,75	0,04	1,85	0,04	1,80	0,04
4	3,9	0,07	3,8	0,07	4	0,07	3,90	0,07
6	6,1	0,11	6	0,11	6,2	0,11	6,10	0,11
8	8,4	0,15	8,3	0,15	8,5	0,15	8,40	0,15
10	10,2	0,18	10,1	0,18	10,3	0,18	10,20	0,18
12	11,6	0,21	11,5	0,2	11,7	0,21	11,60	0,21
14	12,2	0,23	12,1	0,22	12,3	0,23	12,20	0,23
16	12	0,22	11,9	0,21	12,1	0,22	12,00	0,22
18	11,7	0,21	11,6	0,2	11,8	0,21	11,70	0,21
20	11,2	0,2	11,1	0,19	11,3	0,2	11,20	0,20
22	10,7	0,19	10,6	0,18	10,8	0,19	10,70	0,19
24	10,1	0,18	10	0,17	10,2	0,18	10,10	0,18
26	9,4	0,17	9,3	0,16	9,5	0,17	9,40	0,17
28	8,6	0,15	8,5	0,15	8,7	0,15	8,60	0,15
30	7,8	0,14	7,7	0,14	7,9	0,14	7,80	0,14
32	6,9	0,12	6,8	0,12	7	0,12	6,90	0,12
34	6	0,11	5,9	0,11	6,1	0,11	6,00	0,11
36	5,1	0,09	5	0,09	5,2	0,09	5,10	0,09
38	4,2	0,08	4,1	0,08	4,3	0,08	4,20	0,08
40	3,4	0,06	3,3	0,06	3,5	0,06	3,40	0,06



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

21

22

23

24

25

26

27

28

Hak Cipta :

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

42	2,7	0,05	2,6	0,05	2,8	0,05	2,70	0,05
44	2	0,04	1,95	0,04	2,05	0,04	2,00	0,04
46	1,4	0,03	1,35	0,03	1,45	0,03	1,40	0,03
48	0,9	0,02	0,85	0,02	0,95	0,02	0,90	0,02
50	0,5	0,01	0,48	0,01	0,52	0,01	0,50	0,01
52	0,2	0,01	0,18	0,01	0,22	0,01	0,20	0,01
54	0,05	0	0,04	0	0,06	0	0,05	0,00
56	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Lampiran 9 Data Pengukuran Tegangan dan Arus Listrik pada Pengujian 3
(100-0 psi)

- 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

No	Detik ke (s)	Percobaan 1		Percobaan 2		Percobaan 3		Volt Rata-rata (V)	Arus Rata-rata (A)
		Tegangan (V)	Arus A)	Tegangan (V)	Arus A)	Tegangan (V)	Arus A)		
1	2	1,28	0,03	1,25	0,03	1,32	0,03	1,28	0,03
2	4	3,05	0,06	3	0,06	3,1	0,06	3,05	0,06
3	6	4,95	0,09	4,85	0,09	5,05	0,09	4,95	0,09
4	8	7,1	0,13	7	0,13	7,2	0,13	7,10	0,13
5	10	9,2	0,17	9,1	0,16	9,3	0,17	9,20	0,17
6	12	10,9	0,2	10,8	0,19	11	0,2	10,90	0,20
7	14	12	0,22	11,9	0,21	12,1	0,22	12,00	0,22
8	16	11,7	0,21	11,6	0,21	11,8	0,21	11,70	0,21
9	18	11,2	0,2	11,1	0,2	11,3	0,2	11,20	0,20
10	20	10,5	0,19	10,4	0,19	10,6	0,19	10,50	0,19
11	22	9,9	0,18	9,8	0,18	10	0,18	9,90	0,18
12	24	9,1	0,16	9	0,16	9,2	0,16	9,10	0,16
13	26	8,3	0,15	8,2	0,15	8,4	0,15	8,30	0,15
14	28	7,3	0,13	7,2	0,13	7,4	0,13	7,30	0,13
15	30	6,2	0,11	6,1	0,11	6,3	0,11	6,20	0,11
16	32	5	0,09	4,9	0,09	5,1	0,09	5,00	0,09
17	34	3,8	0,07	3,7	0,07	3,9	0,07	3,80	0,07
18	36	2	0,04	1,95	0,04	2,05	0,04	2,00	0,04
19	38	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00



Lampiran 10 Biodata Mahasiswa

Nama Lengkap : Albait Malikul Izzat
Tempat dan Tanggal Lahir : Jakarta, 14 Desember 1996
NIM/Tahun Angkatan : 2309521013/ 2023
Jurusan/Program Studi : Pascasarjana / MTRTM
Alamat : Jl. Bumi III Blok G-1/18 Pondok Benda Indah
Pamulang, Tangerang Selatan.
Telp/E-mail : 087884767317/
albaitmalikulizzat.tm23@stu.pnj.ac.id
Luaran penelitian

Judul	Jurnal
Peningkatan Efisiensi Manufaktur Ring Inject Cavity Mould Dengan Penggunaan Fixture Pada Mesin Cnc Milling di Pt. BIL Doi: 10.35760/Tr.2024.V29i3.11211	Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa Universitas Gunadarma (Sinta 4)
Optimalisasi Aliran Turbin Aksial yang Menghasilkan Daya dalam Sistem Siklus Rankine Organik Berdasarkan Studi Numerik (Revisi 1)	Infotekmesin Politeknik Negeri Cilacap (Sinta 3)

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